

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPASI İLE HAVA
KAYNAKLI ISI POMPASININ TEKNO-EKONOMİK
AÇIDAN KARŞILAŞTIRILMASI

106338

Makina Mühendisi Bülent SÜZER

FBE Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında

Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Olcay KINCAI

Dr. Olcay Kincay
Dr. Hasen Heperken
Dr. Efeu Bolat

O. Yüner
K. Y. Yüner
E. Bolat

106338
T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANLAMA MERKEZİ

İSTANBUL, 2001

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	iv
KISALTIMA LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ÖNSÖZ.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT	xi
1 GİRİŞ	1
2 ISI POMPASI TEMEL BİLGİLER.....	5
2.1 Termodinamik Esaslar	5
2.2 Isı Pompası Nedir?.....	7
2.3 Isı Pompasında Kullanılan Soğutucu Akışkanlar	8
2.3.1 Soğutucu Akışkan Özellikleri.....	8
2.3.2 Kullanılan Akışkanlar	8
2.4 Isı Pompası Kaynakları	21
3 TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPASI	23
3.1 Isı Pompası Kapasite Seçimi	23
3.2 Toprak Isı Değiştirici Tipleri.....	26
3.3 Dünya Üzerinde Toprak Kaynaklı Isı Pompaları	30
3.4 Toprak Kaynaklı Isı Pompalarının Avantajları ve Dezavantajları	31
3.5 Toprak Kaynaklı Isı Pompalarının Çalışma Prensipleri.....	31
4 TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPASI SİSTEMİNİN TASARIMI	34
4.1 Bina Isı Kaybı.....	34
4.2 Yoğuşma Hesabı	36
4.3 Isı Kazancı	37
4.4 Toprak Isı Değiştiricisini Boyutlandırma Basamakları	40
4.5 Gerekli Boru Boyutunun Hesaplanması.....	41
4.6 Döşemeden Isıtma ve Basınç Kayıpları	42
4.6.1 Alttan Isıtma Kritik Hat Boru Basınç Kaybı Hesabı.....	42
4.6.2 Sekonder Devre Pompa Seçimi	43
4.6.3 Sekonder Devre Kapalı Genleşme Deposu Hesabı	43

5	HAVA KAYNAKLI ISI POMPASI	45
5.1	V.R.V Sistem.....	45
5.2	Hava Kaynaklı Isı Pompası Cihazlarının Dış Hava Sıcaklığına Bağlı Performans Değimi	46
6	TOPRAK ve HAVA KAYNAKLI ISI POMPALARI MALİYETİ.....	48
6.1	Toprak Kaynaklı Isı Pompası Maliyetleri	48
6.2	Hava Kaynaklı Isı Pompası Maliyetleri	49
7	SONUÇLAR.....	51
KAYNAKLAR		52
EKLER		53
Ek 1	Isı yalıtım detayları	54
Ek 2	Yapı elemanlarında yoğuşma kontrolü için sistem ve doyma basıncı tabloları	65
Ek 3	Isı kaybı hesabı tabloları.....	70
Ek 4	Güneş radyasyonu değerleri	89
Ek 5	Döşemeden ısıtma abakları.....	97
Ek 6	Yer kaloriferi hesap formu	101
Ek 7	Yeşil çizgi firması hesapları	103
Ek 8	Isı pompası kataloğu	106
Ek 9	Sirkülasyon pompaları kataloğu	108
Ek 10	Kapalı genleşme deposu kataloğu.....	111
Ek 11	Vrv cihaz kataloğu	113
Ek 12	Projeler	119
ÖZGEÇMİŞ.....		130

SİMGE LİSTESİ

A_D	Dış duvar alanı
A_{dsic}	Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlarla temas eden yapı
A_n	Bina net kullanım alanı
A_p	Pencere alanı
A_t	Döşeme alanı
A_T	Tavan alanı
A_I	" i " yönündeki toplam pencere alanı
AF	Amortisman faktörü
C_A	İlk yatırımın yıllık maliyeti
C_T	Yıllık toplam maliyet
C_{OM}	Yıllık işletme maliyeti
$(C_{OM})_{PW}$	Bugünkü koşullarda yıllık işletme maliyeti
COP	Sistem etkinlik katsayısı
EWT_h	Isıtma için giriş suyu sıcaklığı
EWT_c	Isıtma için çıkış suyu sıcaklığı
e_f	Eskalasyon faktörü
F_h	Isıtma durumu için çalışma faktörü
g_t	Birim enerji maliyeti
g_L	Labaratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye gelen ışın için Güneş enerjisi geçirme faktörü
g_{iay}	" i " yönündeki saydam elemanların güneş enerjisi geçirme fak.
H	Binanın özgül ısı kaybı
H_i	İletimle ısı kaybı
H_h	Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
I	Yıllık faiz oranı
I_A	Toplam ilk yatırım maliyeti
$(I_{OM})_{PW}$	Bugünkü koşullarda toplam işletme maliyeti
I_{iay}	" i " yönündeki dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş şid.
KKO_{ay}	Kazanç kaybı oranı
L_h	Isıtma için gerekli boru boyu
N	Analiz süresi
q	Topraktan çekilen net ısı miktarı
q_e	Bina ısı kazancı
q_h	Bina ısı kaybı
Q	Isı pompası ısıtma kapasitesi
Q'	Isı değiştiricisinin 1 metresinden geçen ısı miktarı
Q_{ay}	Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı
$Q_{yıl}$	Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı
$\phi_{i,ay}$	Konutlar için iç ısı kazancı
$\phi_{g,ay}$	Güneş enerjisi kazancı
R_B	Boru direnci
R_s	Toprak direnci
r_{iay}	" i " yönündeki saydam yüzeylerin aylık ortalama gölge fak.
T_m	Ortalama toprak sıcaklığı
T_d	Aylık ortalama dış sıcaklık
T_i	Aylık ortalama iç sıcaklık
T_h	Maximum toprak sıcaklığı
T_L	Minimum toprak sıcaklığı
U_D	Dış duvarın ısı geçirgenlik katsayısı

U_p	Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı
U_T	Tavanın ısı geçirgenlik katsayısı
U_t	Tabanın ısı geçirgenlik katsayısı
U_{dsic}	Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden
U_k	Kapı ısı geçirgenlik katsayısı
$V_{brüt}$	Binanın hacmi
W	Kompresör işi
α_t	Toprağın ısı yayılım katsayısı
Δt_g	Gece gündüz farkı
η_{ay}	Kazanç kullanım faktörü
Φ_i	İç ısı
Φ_g	Aylık ortalama güneş enerjisi kazançları



KISALTMA LİSTESİ

ASHRAE American Society of Heating , Refrigerating and Air – Conditioning Engineers
TMMOB Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Kelvin tarafından öngörülen sistem.....	3
Şekil 2.1 Isı pompası prensip şeması	5
Şekil 2.2 Rankine çevrimi	6
Şekil 2.3 Tuz konsantrasyonu.....	18
Şekil 3.1 Toprak sıcaklığı değişimi.....	24
Şekil 3.2 Yatay tek boru , seri akış yollu toprak ısı değiştiricisi	28
Şekil 3.3 Yatay çift boru, seri akış yollu toprak ısı değiştiricisi	28
Şekil 3.4 Yatay dört boru, paralel akış yollu toprak ısı değiştiricisi	29
Şekil 3.5 Dikey U- tipi seri akış yollu toprak ısı değiştiricisi	29
Şekil 3.6 Dikey U- tipi paralel akış yollu toprak ısı değiştiricisi	30
Şekil 3.7 Sermede iç ve dış tesisat.....	32
Şekil 3.8 Sondajda iç ve dış tesisat	33
Şekil 5.1 V.R.V sistem.....	45



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Soğutucu akışkanların tanımlanması	16
Çizelge 2.2 Soğutucu akışkan performans karşılaştırma tablosu	17
Çizelge 2.3 İndirekt soğutucu akışkanlarda ötektik konsantrasyon ve sıcaklık	19
Çizelge 3.1 Toprak direnci değerleri.....	25
Çizelge 3.2 Boruların direnç değerleri	26
Çizelge 4.1 Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı	36



ÖNSÖZ

Bu çalışmada toprak kaynaklı ısı pompası ile bir mahalin ısıtılıp , soğutulabilmesi için gereken tüm basamaklar anlatılarak , bu basamakları İstanbul Hadımköy’de toprak kaynaklı ısı pompası uygulamasında yapıldığı bir villada tatbik ederek , hava kaynaklı ısı pompası ile karşılaştırılmıştır.

Bu çalışma boyunca yardımlarını benden esirgemeyen Doç.Dr .Olca Kınca ‘a ve Yeşil Çizgi firmasına sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET

Dünyada yaşanan ekonomik sorunlar sonrası ortaya çıkan enerji krizleri araştırmacıları alternatif enerji kaynaklarını bulma arayışına sürüklemiştir . Günümüzde de devam eden araştırmalar sonucu ısı pompalı sistemler gündeme gelmiş ve klasik yöntemlere göre en büyük alternatifler biri olmuştur.

Bu tezde , konunun tarihçesi , konuyla ilgili yapılan çalışmalar , basit temel esaslar anlatılmış ve ısı pompalı sistemleri kaynaklarına göre sınıflandırılarak , toprak kaynaklı ısı pompasının boyutlandırma basamakları verilmiştir. İstanbul Hadımköy’de toprak kaynaklı ısı pompası ile soğutulan ve ısıtılan bir villada ısı kaybı , ısı kazancı ve toprak kaynaklı ısı pompası boyutlandırması hesapları yapılmış ve uygulamayla karşılaştırılmıştır. Aynı villanın hava kaynaklı ısı pompası uygulaması ile toprak kaynaklı ısı pompası uygulaması ekonomik ve teknolojik olarak karşılaştırılması da irdelenmiştir. Bu irdeleme sonucu toprak kaynaklı ısı pompası sisteminin hava kaynaklıya göre ilk yatırım maliyetinin yüksek , işletme giderlerinin az olduğu ve hava kaynaklı sistemin düşük dış hava sıcaklıklarında problemlili olduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar Sözcükler : Isı pompası , toprak , hava , verimli , maliyet



ABSTRACT

The energy crisis which appeared after the economic crisis led searchers to find alternative energy sources . As a result of this research which also continues today , heat pump systems become popular and biggest alternative method to classical systems.

In this thesis , historical progress , researches and simple basic principles about the subject are explained. Heat pump systems are classified into sources and ground heat pump measurement steps are explained. A villa's in Hadımköy İstanbul which is heated and cooled by ground sources heat pump , heat gain and heat loss , ground loop measurement is calculated and compared with application .Comparisation air source heat pumps and ground source heat pumps with economically and tecnologically is examined for the same villa. The result of this examination , ground source heat pump's first investment cost is more than air source , and it's operating cost is less than air source. And air source heat pump may cause problem in low temperature .

Key Words : Heat pump , ground , air , efficient , cost



1. GİRİŞ

Isıtma ve soğutma ihtiyacı insanları asırlarından beri arayışlara itmiştir. En basit ve eski soğutma şekli, soğuk yörelerde tabiatın meydana getirdiği buzları muhafaza edip bunları sıcak veya ısısı alınmak istenen yerlere koyarak soğutma sağlanmasıdır. Kışın meydana gelen kar ve buzu muhafaza ederek sıcak mevsimlerde bunu soğutma maksatları için kullanma usulünün M.Ö 1000 yıllarından beri uygulanmakta olduğu bilinmektedir. Bu uygulamanın bugün dahi yurdumuzun bazı yörelerinde geçerli bir soğutma şekli olduğu görülmektedir. Diğer yandan, eski Mısırlılardan beri geceleri açık gökyüzünü görecektarзда yerleştirilen seramik testilerde suyun soğutulabileceği bilinmektedir. Bu soğutma şekli, gökyüzünün gece karanlıktaki sıcaklığının mutlak sıfır (-273°C) seviyesinde olmasından ve ışıma (Radyasyon) yolu ile ısının gökyüzüne iletilmesinden yararlanılarak sağlanmaktadır (Özko1,1992).

Ticari maksatla ilk büyük buz satışı 1806 yılında Frederic Tudor tarafından ve Antil Adalarına (Martinique adasının St. Pierre limanına) 130 tonluk bir buz hamulesinin Favorite adlı tekneyle götürülmesi ile başlamıştır. Daha sonraları "Buz Kralı" adı ile tanınan bu şahıs ilk macerasından 3500 dolar para kaybetmesine rağmen bu zararın tamamıyla depolama olanaklarının bulunmayışından meydana geldiğini, gerçekte ise buz işinde büyük kazançlar bulunduğunu görebilmiş ve buz ticaretine devam ederek 1850 yıllarında senede 150.000 Tona ulaşan bir buz ticareti hacmi geliştirmiştir. 1864'de ise buz sattığı ülkeler arasında Antiller , İran, Hindistan, Güney Amerika ülkeleri bulunuyor ve gemilerinin uğradığı limanların sayısı 53'ü buluyordu. Tabiatın verdiği buz ile soğutma şeklinden 1880'lere kadar geniş ölçüde yararlanılmıştır (Ataman,1991).

Buz ile elde edilen soğutma şeklinin gerek zaman ve gerekse bulunduğu yer bakımından çoğu kez pratik ve ucuz bir soğutma sağlayamayacağı bellidir. Bunun yerine mekanik araç ve cihazlarla soğutma sağlanması tercih edilir ki soğutma bilimi de bu ikincisi ile ilgilenir.

Isı pompası kavramı yeni değildir ve genellikle 1852' de bir tasarımın yapan Lord Kelvin'e atfedilir. Gerçekte buhar sıkıştırırmalı bir soğutucu bu tarihten 18 yıl önce Jacop Perkin tarafından tasarlanmıştır. Hava sıkıştırırmalı soğutucular ilk defa 1805 yılında Philedelphia'lı Oliver Evans tarafından ortaya atılmış ve 1849 yılında Charleston , South Carolina'da bir fizikçi olan Dr. John Gorrie tarafından imal edilmiştir. İlk buz fabrikası ise Avustralya'da James Harrison tarafından 1850 yılında kurulmuştur. Harrison aynı zamanda, 1851 yılında ilk defa bir bira fabrikasında soğutma tesisi kurmuştur. İnsan yapımı ilk soğutucunun ise,

Glasgow Üniversitesi'nden Dr. William Cullen tarafından 1748 yılında, eterin buharlaştırılması ile gerçekleştirildiği bilinmektedir.

Dr. John Gorrie'nin , 1851 yılında Amerika'da patentini aldığı makina, ticari olarak imal edilen ilk soğutma makinasıdır.

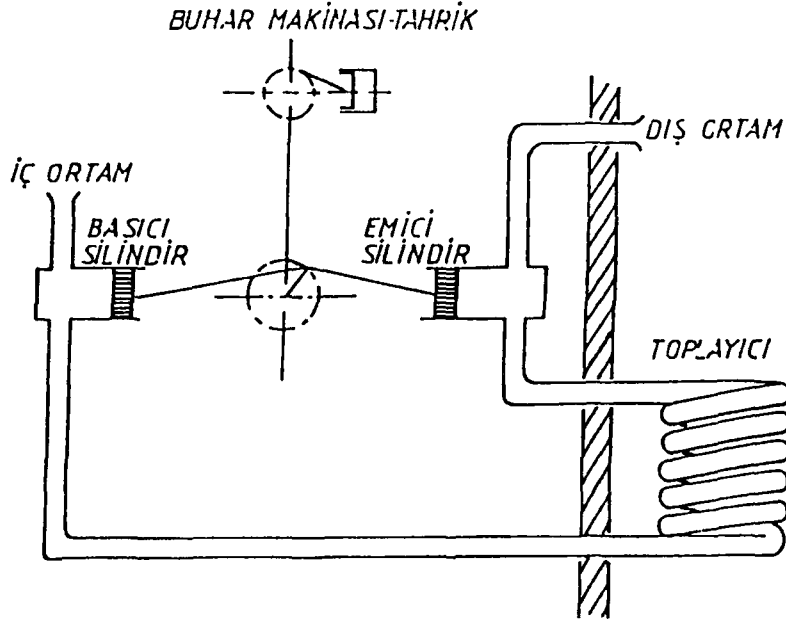
19. yüzyılda fiziksel sürecin anlaşılmaya başlanmasıyla ilgiyi ısı enerjisinin daha yüksek sıcaklıklara pompalanması olasılığına çekmiştir. Joule gazlarının sıcaklıklarını, basınçlarını ayarlayarak değiştirilen prensiplerini kanıtlamıştır. Isı pompasının teorik kavramı ise 1824'te Cezayir asıllı bir Fransız subayı olan Sadi Carnot tarafından tanımlanmıştır. Lord Kelvin ise ısı pompasını veya kendi adlandırdığı şekliyle ısı çoğaltıcısını ilk ortaya atmıştır. 1852 'de yayımladığı yazısında, kompresör ile bağlantılı genişletici kullanan bir sistem tanımlamıştır (Şekil 1.1). Bu binada ısıtma ve soğutmada kullanılırdı. Yayımlarında Kelvin , kapalı devre buhar sıkıştırırmalı devrelerden söz etmiş ; fakat günün koşullarında, ne soğutucular ne de motorlar elverişli olmadığından, modern ısı pompalarına benzer bir ısı pompası tasarlama olanağı bulamamıştır.

Bu fikirlerden yola çıkarak soğutma ekipmanlarındaki gelişmeler 1870'lerde çok çabuk ilerlemiştir. Uluslararası donmuş yiyecek ihtiyacını karşılamak için, bu yıllarda birkaç soğuk hava soğutma makinası yapıldıysa da ; bunlar daha sonraları CO2 makinaları tarafından devre dışı bırakılmıştır. 1920'lerde ise amonyak sıkıştırırmalı makinalar yerleştirilmiştir. Daha küçük soğutucu ekipmanlarda, 1930'larda metilklorid kullanılmış; 1940'larda ilk halokarbon soğutuculardan R12 kullanılmaya başlanmıştır.

İlk ısı pompası tatbiki 1920'lerde, Kelvin 'in çalışmaları geliştirilerek Krauss ve Morley tarafından düşünülmüştür.

İlk pratik ısı pompası ise, 1930 yılında İskoç Haldane yapıp evinde kullanmıştır. Haldane, bu makinada kaynak olarak havaya kullanmış ve hava koşullarının iyi olmadığı zamanlarda su ile desteklemiştir. 1950'lerde ısı pompasına azda olsa ilgi artmış; ancak petrol fiyatlarının gerilemesi bu gelişmeyi engellemiştir. Ancak soğutma endüstrisini gelişip, kimi zorlukların atfedilmesi ve yeni modellerin üretilmesine, bir de 1973-1974 de petrol fiyatlarının artması eklenince, ısı pompasına ilgi tekrar artmıştır.

1950' larde Amerika ve İngiltere'de konut ısı pompalarında toprak kaynağının kullanımı ile ilgili çalışmalar başlamıştır. Baker , 1950-1951 kış ayları boyunca ortalama ısıtma tesir katsayısı 3'ün üzerine çıkan, çift tesirli, toprak kaynaklı bir ısı pompası geliştirilmiştir.



Şekil 1.1 Kelvin Tarafından Öngörülen Sistem

1950-1960 yıllarında piyasadaki düşük kaliteli ısı pompaları soğuk geçen ısıtma mevsimlerinde, zorlu şartlarda çalışmaya uygun olmadıklarından, başarısızlığa uğramış ve bu durum ısı pompası endüstrisini çökertmiştir.

Ancak 1970 ' lerdeki ekonomik kriz sonrasında, petrol fiyatlarının çok artması ile , ısı pompalarının geliştirilmesinde büyük aşamalar kaydedilmiştir.

Toprak kaynaklı ısı pompalarıyla ilgili ilk çalışmalar ise 2.Dünya savaşından sonra başlamış ve son on yıl içerisinde bu konu üzerindeki çalışmalar iyice yoğunlaşmıştır. 1950'lerde önce Ingersoll daha sonra Penrod, topraktan, borular vasıtasıyla ısı ekilmesini matematiksel olarak modellenmesi üzerine çalışmıştır. Son yıllarda Baker da, konutlar için toprak kaynaklı ısı pompaları uygulamalarında, toprak ısı değiştiricilerinin tasarımı üzerinde çalışmış ve yaptığı deneysel çalışmada elde ettiği sonuçların, teorik olarak elde edilen sonuçlara uygunluğunu göstermiştir (Hepbaşı,1983).

Son yıllarda bu konuda özellikle A.B.D , İsveç ve Kanada çalışmalar yapmıştır. A.B.D 'de , Kavanaugh, dikey toprak ısı değiştiricilerinde ısı geçişini incelemiş ayrıca U-tüp ve eşksenli dikey ısı değiştiriciler üzerinde çalışmalar yapmıştır. İsveçte ise çalışmalar bölünmüş tip ısı değiştiricileri üzerinde yoğunlaşmıştır.

Yine A.B.D de, Bose çeşitli şekillerde yerleştirilmiş yatay toprak ısı değiştiricileri üzerinde çalışma yapmıştır. Bose, toprak kaynaklı ısı pompalarının, güneş enerjisinden kaynak olarak faydalanan ısı pompalarıyla çalışmalarını da incelemiştir. Ayrıca; bu konu üzerinde Avrupa Ekonomik Topluluğu Komisyonu bir fizibilite çalışması yaptırarak, sistemin Kopenhag, Paris

ve Marsilya'da uygunluğunu araştırmıştır.

Ülkemizde de birkaç üniversite ve özel sektörde çeşitli çalışmalar yapılmaktadır.

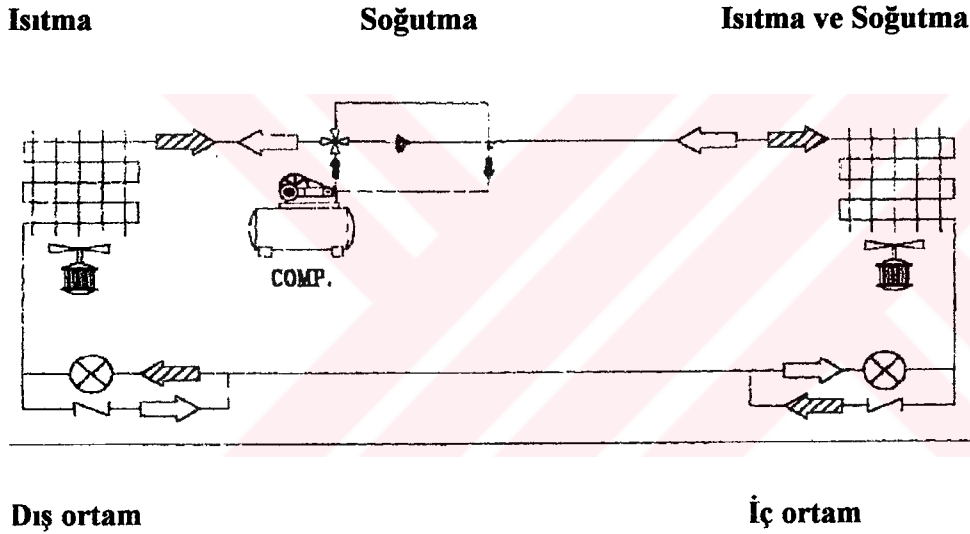
Dünyanın birçok yerinde ısı pompası , enerji sistemleri içinde önemli rol oynuyor. Ancak bu teknolojinin yayılması ,uygun hale gelmesi , ısı pompası piyasasının hareketlenmesi için insanların bilinçlenmesi ve devletlerin desteği gerekmektedir. Isı pompasını destekleyen devletlerin sayısı ve faydalarının yavaş yavaş anlaşılmaya başlaması bu teknolojinin yaygınlaşacağını göstergesidir.



2. ISI POMPASI TEMEL BİLGİLER

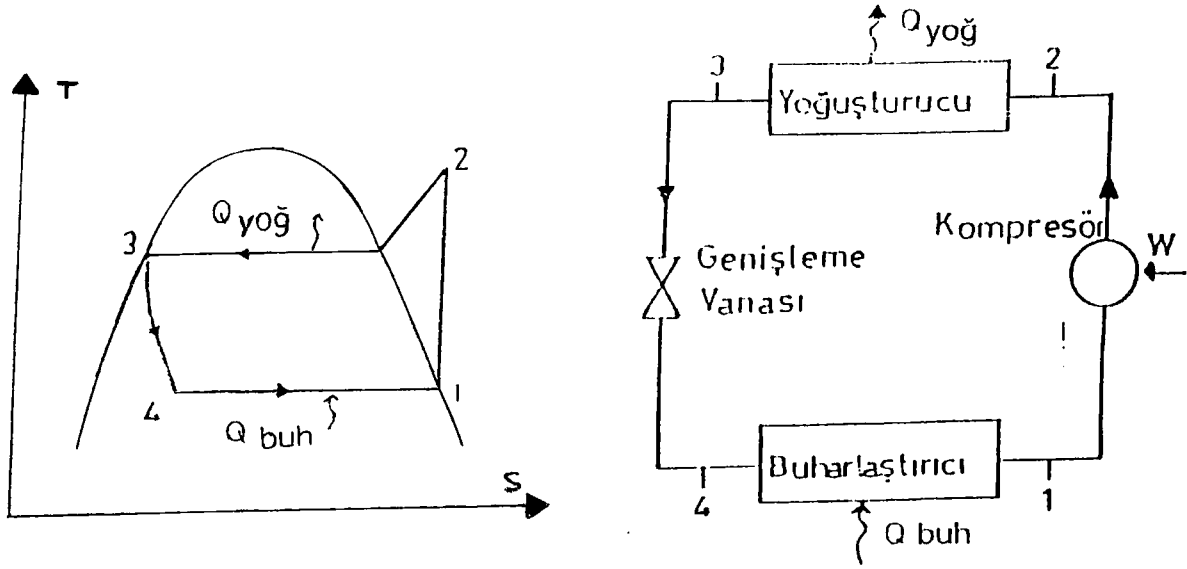
2.1 Termodinamik Esaslar

Isı pompası gerçekte bir soğutma makinasıdır ve ikisini birbirinden ayıran tek şey kullanım amacıdır. Isı pompasının kullanım amacı, ısıtma aylarında düşük sıcaklıktaki ısı kaynağından ısı çekerek, bu ısıyı yüksek sıcaklıktaki ısı kaynağına ısıtmakta kullanmaktır. Çift tesirli ısı pompaları soğutma mevsiminde bir soğutma makinası olarak kullanılır. Görevleri, temel olarak düşük sıcaklıktaki ısı kaynağından ısı çekip, bu ısıyı yüksek sıcaklıktaki ısı kaynağına aktarmak olsa dahi; burada kullanım amacı yüksek sıcaklıktaki ısı kaynağına ısıtmak olmayıp, düşük sıcaklıktaki ısı kaynağına soğutmak olduğundan soğutma makinası adını alırlar (Hepbaşlı,1983).



Şekil 2.1 Isı Pompası Prensip Şeması

Gerçekte ısı pompası ve soğutma makinası aynı düzeneğe olduğuna göre her ikisinin de termodinamiği aynıdır. Ancak uygulamada soğutma makinaları genellikle tasarım şartlarına yakın çalışırlar. Isı pompası çalışma şartları ise, geniş bir aralıkta sık sık değişir. Bu yüzden kontrol ve ayar cihazları önemlidir. Isının, soğuk ısı kaynağından sıcak ısı kaynağına nakledilmesi çeşitli şekillerde gerçekleştirilebilir.



Şekil 2.2 Rankine çevrimi

Isı pompası çeşitleri aşağıdaki gibidir

1. Buhar sıkıştırmalı
2. Absorbsiyonlu
3. Gaz çevrimli
4. Jet buhar püskürtmeli
5. Stirling çevrimli
6. Resorbsiyonlu
7. Adsorbsiyonlu
8. Rankine / buhar sıkıştırmalı
9. Termoelektrik

Şekil 2.2 de basit Rankine buhar sıkıştırmalı çevrimi ve ısı pompası şeması görülmektedir. Burada çevrim akışkanı (soğutucu akışkan) halokarbon veya amonyak olabilir. Akışkan düşük basınçta, düşük sıcaklıkta ısı kaynağından ısı çeker ve kompresörde basıncı P_1 ' den P_2 ' ye yükselir. Yoğuşturucuda ise yüksek sıcaklıktaki ısı kaynağına ısı verildikten sonra genişleme vanasında tekrar $P_4 = P_1$ basıncına döner ve çevrim tamamlanır.

Isı pompasının iyilik derecesini gösteren tesir katsayısı COP kullanılmak istenilen enerjinin , verilen iş oranıdır. Isıtma sezonunda alınan enerji , yoğuşturucudan alınan enerji , soğutma sezonunda ise buharlaştırıcının çektiği enerjidir. Verilen iş her iki sezondada kompresör gücüdür. Bu kompresör gücü basit Rankin çevriminden görüleceği gibi yoğuşturucu enerjisi ile buharlaştırıcı enerjisi arasındaki fark kadardır.

Isı pompasının iyilik derecesini gösteren ısıtma tesir katsayısı :

$$COP_h = Q_{yoğ} / W = Q_{yoğ} / (Q_{yoğ} - Q_{buh})$$

Isı pompasının iyilik derecesini gösteren soğutma tesir katsayısı :

$$COP_c = Q_{buh} / W = Q_{buh} / (Q_{yoğ} - Q_{buh})$$

2.2 Isı Pompası Nedir ?

Isı pompası basit olarak ısı enerjisini bir ortamdan diğer bir ortama taşıyan ve elektrikle beslenen bir sistemdir. Bilindiği üzere enerji vardan yok, yoktan var edilemez, sadece ya biçim değiştirir ya da bir yerden bir başka yere taşınır. Isı pompası da adını, ısı enerjisini bir ortamdan diğer bir ortama “pompalama” veya “taşıma” kabiliyetinden alır. Örnek olarak dalgıç pompaları verilebilir. Dalgıç pompaları nasıl suyu üretmiyorsa, ısı pompaları da ısıyı üretmeyip sadece taşırlar. Dalgıç pompalarının su pompalaması için bir su kaynağına daldırılmalarına benzer olarak, ısı pompaları da yeryüzünde bir enerji kaynağına temas etmedikleri sürece ısıyı taşıyamazlar. Gerekli şartlar sağlandığında yüksek miktarlarda enerji düşük maliyetlerle kullanıma sunulabilir (Yeşil Çizgi,2001).

Isıtma sektöründe çoğu insan için ısı pompası terimi yenidir. Oysa ki evlerimizdeki buzdolabı, klima nem giderici ve dondular aynı mantığın ürünüdür. Çalışma prensibi ısıyı taşıma mantığına uyduğundan “ısı pompası” başlığı altında toplanabilirler.

Isı pompaları genel anlamda ısıyı üretmek yerine taşımayı amaçlar. Bunun içinde ısının alınacağı bir ısı çukuru ihtiyacı vardır. Ülkemizde kullanılan ısı pompalarının hemen hemen hepsi ısı çukuru olarak havayı kullanmaktadır. Günümüzde havayı ısı çukuru olarak kullanan ısı pompaları Split Klima ve Chiller olarak adlandırılır. Hava kaynaklı cihazların verimleri, dış hava sıcaklıklarının değişimlerinde, farklı değerler alırlar. Verim değerlerinin gün içinde sabit kalmaması nedeniyle, işletme maliyetlerinde istenmeyen artışlar meydana gelir. Bu verim değişimlerini önleyen sıcaklığı sabit kabul edebilecek ısı çukurları da mevcuttur. Bu amaçla kullanılan sıcaklığı sabit kabul edebilen ısı çukurları toprak ve sudur.

Toprak- Su kaynaklı ısı pompası teknolojisi yeryüzünün belirli bir derinliğinde sıcaklığın yıl içinde nispeten sabit kalması gerçeğine dayanır. Bahsedilen derinlikte toprak tabakası kışın havadan daha sıcak, yazın ise daha soğuktur. Toprak- Su kaynaklı ısı pompaları kışın yeryüzünün altında veya yeraltı sularında depolanmış ısıyı binaya, yazın bina içindeki ısıyı yeraltına taşıyarak doğanın bize verdiği bu avantajı kullanırlar. Kısaca yeraltı kışın bir ısı

kaynağı , yazın ise bir ısı çukuru olarak davranır.

Toprak - su kaynaklı ısı pompaları günümüzde ısıtma - soğutma ve sıcak kullanım suyu eldesinde kullanılmaktadır. Bu ihtiyaçların tümüne tek makinayla cevap verebildikleri için tercih edilir.

2.3 Isı Pompasında Kullanılan Soğutucu Akışkanlar

2.3.1 Soğutucu Akışkan Özellikleri

- Bir ısı pompasında kullanılan soğutucu akışkandan beklenen özellikler aşağıda belirtildiği gibidir (Özko1,1992).
- Az bir enerji (güç) sarfı ile daha çok soğutma elde edilebilmelidir.
- Soğutucu akışkanın buharlaşma ısısı yüksek olmalıdır.
- Evaporatörde basınç mümkün olduğu kadar yüksek olmalıdır.
- Yoğuşma (Kondenser) basıncı düşük olmalıdır.
- Viskozitesi düşük ve yüzey gerilimi (kılcallığı) az olmalıdır.
- Emniyetli ve güvenilir olmalıdır.
- Soğutma devresinde bulunmaması gereken rutubet (su) ile bulunması halinde çok zararlı reaksiyonlar meydana getirmemelidir.
- Sistemden kaçması halinde, bilhassa yiyecek maddeleri üzerinde zararlı etki yapmalıdır.
- Sistemden kaçarak havaya karışması halinde civardaki insanlara (ve diğer canlılara) zarar vermemelidir.
- Havaya karıştığında yanıcı veya patlayıcı bir ortam meydana getirmemelidir.
- Çalışma şartlarındaki basınç ve sıcaklıkların en uç sınırlarında dahi ayrışıp çözülmemeli, bütün özelliklerini muhafaza etmelidir.
- Elektriksel özellikleri (bilhassa Hermetik tip kompresörler için) uygun olmalıdır.

2.3.2 Kullanılan Akışkanlar

Birçok soğutma tekniği uygulamasında ısı, ikinci bir soğutucu akışkanla taşınabilir. Herhangi bir sıvı olabilen bu ikinci akışkan esas soğutucu akışkan ile soğutulur ve hal değişimi olmadan ısı geçişini gerçekleştirebilir. Bu tip sıvılar, ısı transferi akışkanları, salamuralar veya ikincil soğutucu akışkanlar olarak adlandırılırlar (Yılmaz,2000).

CFC –12 Düşük ve Orta sıcaklık (max. 80°C)

CFC – 114 Yüksek sıcaklık (max. 120°C)

R – 500 Orta sıcaklık (max. 80 °C)

R - 502 Düşük – orta sıcaklık (max. 55°C)

HCFC – 22 Düşük sıcaklık ısı pompaları (max. 55°C)

Kimyasal stabilitesini ve içerdiği klorin miktarına bağlı olarak CFC'ler (kloroflorokarbon) global çevreye zararlıdır. CFC'ler yasaklı akışkanlar grubuna dahildir. Yüksek ozon tüketimci. Bundan dolayı üretimi ve kullanımı yasaktır. Yalnızca eski sistemlerdeki gazların temizlenmesiyle elde edilebilmektedir.. Bu grubun kapsadığı akışkanlar R – 11, R – 12, R – 113, R – 114, R – 115, R – 500, R – 11502, R – 13 B1 dir.

HCFC (Hidrokloroflorokarbon)

Hidroflorokarbon'larda klorin içermesine rağmen kloroflorokarbonlara göre ozon tüketme potansiyeli çok daha azdır. HCFC'nin ozon tüketme potansiyeli, düşük atmosferik kimyasal stabiliteye bağlı olarak CFC – 12'ye göre % 12 daha azdır.

Ayrıca global ısıtma potansiyeli CFC – 12'nin % 20'si kadardır. HCFC'lar geçiş akışkanları olarak adlandırılır. HCFC'ler R – 22, R – 401, R – 402, R – 403, R – 408 ve R – 409 akışkanlarını içerir.

HFC (Hidroflorokarbon)

Hidroflorokarbonlar uzun dönemde alternatif akışkanlar olarak değerlendirilebilirler. Bu onların R – 134A, R – 152A, R – 32, R – 125 ve R – 507 gibi klorin içermedikleri anlamına gelir. Ozon tüketimine etkileri olmadığı için, R – 12, R – 22 ve R – 502'ye alternatif olabilirler. Fakat onların da hala global ısınmaya etkileri vardır.

HFC – 134 A termofiziksel özellikler olarak CFC – 12'ye çok benzemektedir. HFC – 134a kullanılan bir ısı pompasının Performans katsayısı (COP) pratik olarak CFC – 12 kullanılan ısı pompasınınkiyle aynı olacaktır. Düşük evaporatör sıcaklığında (-1 °C'ın altında) ve büyük sıcaklık artışlarında performans katsayısı biraz daha düşük olacaktır.

HFC – 152a esas olarak R – 500'ün bir parçası olarak kullanılmıştır fakat o da birçok küçük ısı pompası ve buzdolabı uygulamalarında kullanılmıştır. Karışımlarda eleman olarak kullanılır ve yanıcıdır.

HFC – 32 orta yanıcı olarak kabul edilebilir ve sifıra yakın global ısıtma potansiyeli vardır. Uzun dönemde klimalandırma, ısı pompası ve endüstriyel soğutma uygulamalarında HCFC – 22'nin yerine uygun bir akışkan olarak düşünülmektedir. HFC- 32, yanıcı olmayan karışımlarda R-502 ve HCFC – 22 yerine ana bileşen olarak kullanılmaktadır.

HFC – 125 ve HFC – 143a hemen hemen R – 502 ve HCFC – 22 ile benzer özelliklere sahiptir. Global ısıtma potansiyeli HFC – 134 A'ya göre üç kat fazladır.

Karışımlar

Bir karışım iki veya daha fazla akışkanı içerebilir. İzeotropik karışımlar sabit sıcaklıkta buharlaşır ve yoğunlaşır.

İlk karışımlar CFC – 12 ve R – 502 ‘nin yerini alması için HCFC – 22 veya HCFC akışkanları içeriyorlardı ve bu yüzden geçiş akışkanları olarak kabul ediliyorlardı.

R – 502’nin ve HCFC - 22’nin yerini alması için oluşturulan yeni nesil karışımlar ise klorin içermiyorlar ve temel olarak HFC’lerden (HFC –32 , HFC –134a , HFC –125 , HFC –143a) ve hidrokarbonlardan oluşuyorlar. Gelecek için umut veren iki akışkan R – 410A ve R-407C’dir. R – 410A R – 32 ve R – 125’in karışımıdır, R –407C ise R – 32, R – 125 ve R – 134A’dan oluşmaktadır.

R – 410A kullanarak R – 22’ye kıyasla çok daha iyi COP değerleri elde edilmektedir. R - 410A kullanarak toplam maliyette azalma sağlanabilir çünkü sistem bileşenlerinin özellikle kompresörün ölçülerinde, akışkanın volumetrik kapasitesinin yüksek olması nedeniyle önemli miktarda azalma olacaktır.

Doğal Akışkanlar

Doğal akışkanlar, biosferde doğal olarak mevcut olan maddelerdir. Global çevreye zararları sıfır veya sıfıra yakındır. Doğal akışkanların örnekleri amonyak, hidrokarbonlar, karbondioksit, hava ve sudur.

Amonyak (NH₃)

Amonyak çoğu ülkede orta ve büyük soğutma ünitelerinde başlıca kullanılan soğutucu akışkandır. Toksik ve yanıcı karakteri nedeniyle kullanımı için ayarlar ve kurallar geliştirilmiştir. Termodinamik ve ekonomik olarak yeni ısı pompaları ekipmanlarında CFC’lara ve HCFC – 22’ye en iyi alternatiftir. Bugün için sadece büyük ısı pompası sistemlerinde kullanılmıştır ve yüksek basınç kompresörleri kondensasyon sıcaklığını 58°C’den 78°C’a çıkarmıştır. Verimli yüksek basınç kompresörleri geliştirilirse, amonyak mükemmel bir yüksek sıcaklık soğutucu akışkanı olacaktır.

Hidrokarbonlar (HC)

Günümüzde, propan propilen ve propan karışımları, bütan ve etan ısı pompası sistemlerinde kullanılabilecek en umut verici soğutucu akışkan olarak değerlendirilmektedir.

Su

Toksik ve yanıcı olmayan , uygun termodinamik özelliklere sahip olan su , endüstri ısı pompalarında kullanılabilir mükemmel bir akışkandır. Tipik olarak çalışma sıcaklıkları 80°C ila 150°C arasında değişir. Dezavantajı ise sahip olduğu volumetrik ısı kapasitesidir. Bu özellik özellikle düşük sıcaklıklarda büyük ve pahalı kompresörler gerektirir.

Karbondiyoksit (CO₂)

CO₂ ne toksik ne de yanıcıdır ayrıca normal yağlama yağlarıyla ve genel konstrüksiyon malzemeleri ile uyumludur. Volumetrik soğutma kapasitesi yüksektir. COP değeri çok düşüktür.

Salamuralar

Kalsiyum ve sodyum kloridin su içindeki çözeltileri, pratikte en çok kullanılan soğutucu salamuralardır. Salamuralı soğutma tekniğine esas olarak, endüstriyel soğutma sistemlerinde ve buz paten sahalarının da kullanılmaktadır. Kalsiyum klorid salamurası için korozyon temel bir problem olup, özellikle galvanizli demir kaplarının kullanıldığı buz üretim tanklarında önemli hasarlar yapmaktadır (Genceli,1998).

Salamuralı sis yöntemi ile balıkların ve diğer besin maddelerinin dondurulduğu işlemlerde, kalsiyum klorid çözeltisinin besin maddesine temasının istenmediği durumlarda, adi sofratuzu(sodyum klorid) kullanılır. Tuz aynı zamanda soğutma serpantileri üzerine püskürtülerek, buzlanmanın önlenmesinde de kullanılır. Kalsiyum klorid eriyiğinin donma noktası düşük olduğu için soğutma uygulamalarının çoğunda daha uygundur.

Ticari kalsiyum klorid, küçük pullar, katı veya eriyik halinde, tip 1 (min % 77), tip 2 (min %94) olarak satışa sunulur (küçük pullar biçiminde daha çok görünmektedir.) Ticari sodyum klorid ise, hem ham kaya tuzu, hem de rafine edilmiş sofratuzu olarak bulunabilir. Magnezyum tuzlarının çamur haline gelme eğilimleri olduğundan, bu tuzların sodyum ve kalsiyum klorid içinde bulunması istenmez.

Salamura sistemleri korozyon ve tortu kontrolü açısından incelenmelidir. Bunun için standart kromat işlem programı en etkili yöntemdir. Kalsiyum klorid salamuralarının pH değerlerinin 6,5 ila 8,5 arasında olabilmesi için en az 1800 mg / kg sodyum kromat gerektirir. Kodum klorid salamuraları ise pH değerlerinin 6,5 ila 8,5 arasında olabilmesi için en az 3600 mg / kg sodyum kromat gerektirir. Kalsiyum salamuralarına 3000 mg / kg, sodyum salamuralarına ise 400 mg / kg sodyum nitrat ilavesi ile pH değeri 7,0 ila 8,5 arasında kontrol altına alınabilir ve

bu şekilde uygun bir koruma sağlanabilir. Kromat ve nitratların kullanılmadığı durumlarda organik inhibitörler kullanılabilir.

Herhangi bir kromat esaslı korozyon önleyici kullanmadan önce, kromat içeren akışkanların kullanıma ve çevreye atılması ile ilgili, belediye ve devlete ait kanun ve kurallar araştırılmalıdır. Bu kanun ve kurallar kromat esaslı korozyon önleyiciler için çok katı ise, değişik korozyon önleyici sistemleri gözönüne alınmalıdır.

Glikol Katkılı Salamuralar

Korozyon kontrolü için kullanılan etilen glikol ve propilen glikol, su ile yapılan çözeltilerin donma noktası düşürücü ve ısıtma, soğutma sistemlerinde ısı geçişi ortamı oluşturmak gayesiyle kullanılır. Bu bileşenler uygun miktarlarda kullanılmadıklarında, bunların esas özellikleri olarak, suyun donma noktasını düşürmek, buharlaşma miktarını düşürmek ve izafi olarak daha az korozyonlu bir akışkan oluşturmak şeklinde belirtilebilir.

Özellikle düşük sıcaklıklarda etilen glikol katkı çözeltilerin fiziksel özellikleri, propilen glikol katkı çözeltilerden daha iyidir. Buna karşılık, insan temasını bulunduğu veya kanun ve kuralların gerektirdiği uygulamalarda, zehirli etkisinin daha az olması nedeniyle, propilen glikol tercih edilir.

Fiziksel Özellikler

Etilen ve propilen glikol renksiz, pratik olarak kokusuz sıvılar olup, su ve birçok organik bileşen ile kolayca karışabilirler. Etilen glikol derişikliğinin kütleli olarak % 60 değerinden fazla olması durumunda, eriyiğin donma noktası sıcaklığı artmaktadır. Propilen glikol derişikliğinin % 60 değerinden fazla olması durumunda eriyiğinin belirli bir donma noktası yoktur. Burada donma yerine, propilen glikol eriyiği cam özelliklerine sahiptir (cam, aşırı viskoziteli sıvının soğutulması halinde katı görünüşlü amorf bir cisimdir). Ötektik noktasının seyreltik tarafında donma esnasında buz oluşurken; ötektik noktasının diğer tarafında, donma esnasında katı glikol parçaları eriyikten ayrılır. Bu tip eriyiklerin donma hızı çoğunlukla yavaştır; fakat zamanla bunlar sertleşir ve katı kütle oluşturur.

Tipik korozyon önleyici paketlerinin diğer fiziksel özellikler üzerine fazla bir etkisi yoktur. Viskozite dışında, bu iki akışkanın fiziksel özellikleri benzerdir. propilen glikol bileşenin suyla oluşturduğu eriyiğin viskozitesi, aynı derişiklikte etilen glikolin suyla oluşturduğu eriyiğin viskozitesinden daha fazladır. İki akışkan arasındaki performans farkının ana nedeni, bu yüksek viskozitedir.

Glikol derişikliğinin seçimi, uygulamada istenen korumanın cinsine bağlıdır. Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin kış aylarında kullanılmaması durumunda, sistemin donmaya karşı korunması için % 30 etilen glikol veya % 35 propilen glikol derişikliği yeterlidir. Bu derişiklikler akışkanın donmasına izin verecektir. Akışkan dondukça çamur haline gelip genişler ve herhangi bir hacme doğru akar. Bu nedenle, bu tip koruma sistemleri, muhakkak bir genişleme hacmi içermelidir. Uygulamada akışkanın tamamının sadece sıvı olarak kalması isteniyorsa, beklenen en düşük sıcaklıktan 3°C daha küçük değerlerde, donmanın olabileceği sıcaklıklar için glikol derişikliği seçilmelidir. Sadece yatırım masraflarını artırması ve akışkanın fiziksel özelliklerine ters etki yapabilmesi nedeniyle, aşırı glikol derişikliğinden sakınılmalıdır.

Endüstriyel korozyon önleyici olarak kullanılan etilen ve propilen glikollere ait diğer fiziksel özellikler imalatçı satıcı firmalarda elde edilebilir.

Korozyon Önleyiciler

Genel olarak, ticari etilen veya propilen glikol saf olduğunda, tesisatta kullanılan bir çok metal için sudan daha az korozif etki yapar. Bununla beraber, bu tesisatlara uygun korozyon önleyicilerin katılmaması durumunda, bu glikollerin su ile oluşturduğu eriyikler, korozyonu artırır.

İnhibitör katkısı olmayan glikoller, metaller asidik son ürünlerle oksitlenir. Sıcaklık, havalandırma derecesi ve glikol eriyikleri ayrıştırdığı bazı metal bileşikler oksitlenme miktarına etki eder.

Korozyon önleyicilerin işlevi, ya korozyon önleyici ya da ortamı kararlı ve ayarlayıcı hale getirenler olmak üzere iki şekilde sınıflandırılır. Korozyon önleyici, metal yüzeyde engel oluşturarak, metale olan etkiyi önlerler. Bu engeller çoğunlukla, metal tarafından korozyon önleyicinin adsorbsiyonu ile veya korozyon önleyicinin metal ile reaksiyona girmesiyle yada başlangıç reaksiyon ürünleriyle gerçekleşir. Bir çok durumda metal yüzeyler, korozyon önleyicilerin güçlendirdiği bu metallerin oksitlerinin filmleri ile kaplanır.

Ortamı kararlı ve ayarlayıcı hale getirenler tam anlamıyla bir korozyon önleyici olmamasına rağmen, ortamı kararlı hale getirerek veya değiştirerek korozyonu azaltır. Boraks gibi alkali tampon, ortamı kararlı hale getirmeye örnek verilebilir, çünkü bu elemanın esas gayesi ortamı alkali koşullarda (PH değerini 7'nin üzerinde) tutmaktadır. Bazı jelatin elamanlar, eriyik içinde korozyon işlemini ve mekanizmasını hızlandıran çeşitli iyonları kaldırarak, ortamda kararlı gibi fonksiyon yaparlar. Bununla beraber bu elemanların kullanılmasında, ortamın

uygun olmayan pH değerlerine ve ilave bir korozyona neden olabilecek bir derişikliğe ulaşmaması hususuna dikkat etmek gerekir.

Sodyum kromat gibi bazı oksitler, glikolü zamansız oksitliyebilmeleri yüzünden, glikol eriyikleri ile kullanılmamalıdır. Gözönüne alınan bir tesisatta korozyona karşı en iyi bir direnci sağlayabilmek için, genel olarak korozyon önleyici ve ortamı kararlı hale getiren iki tip ilave edici elamanın karışımı kullanılır. Ticari glikol korozyon önleyiciler çeşitli firmalardan sağlanabilir.

Glikol katkılı salamurlar, en fazla 175 °C sıcaklığa kadar kullanılabilir. Bununla beraber en yüksek kullanım sıcaklığı, akışkandan akışkana değişir. Yüksek hava ile temasta olan sistemlerde akışkanın ortalama yığın sıcaklığı 82 °C değerinden fazla olmamalıdır. Buna karşılık sisteme havanın girişinin önlendiği basınçlı kapalı sistemlerde, akışkan sıcaklığı 175 °C değerine kadar çıkabilir. Max. film sıcaklığı akışkanın ortalama yığın sıcaklığından 28 °C değerinden daha fazla olmamalıdır. Sistemin yüksek sıcaklıklarda aşırı periyotlarda çalışması durumunda, azot gazı ile dengelenerek en az oksitlenme olması sağlanabilir.

Tipik olarak min. çalışma sıcaklıkları, etilen glikol eriyikleri için -23 °C; propilen glikol eriyikleri için ise -18 °C değerindedir. Akışkan viskozitesi çok fazla artması, pompalama gücünün yükselmesi ve ısı taşınım katsayısının azalması nedeniyle, bu sıcaklıkların altındaki çalışma şartları genel olarak pratik değildir.

Birçok glikol katkılı eriyikler, galvanizli çelik dışındaki standart malzemeler ile rahatlıkla kullanılabilir. Çinkonun glikol ile reaksiyona girmesi nedeniyle galvanize malzemeler ile kullanılması önerilmez. Eriyikte oluşan çamur ve tortuların uzaklaştırılması önemli bir problemdir, bu nedenle sistemde filitre kullanılmalıdır.

Depolama ve kullanma : Glikol katkılı eriyikler, kararlı ve yüksek parlama noktaları ile izafi olarak korozif olmayan maddelerdir. Bu akışkanlar, yumuşak çelik veya alüminyum kaplarda depolanabilir. Bununla beraber, alüminyum kaplar akışkanın 66 °C sıcaklığının altındaki değerlerde kullanılmamalıdır. Kapların buharlaşma hacmindeki korozyon , bir problem olabilir. Çünkü korozyon önleyiciler, bu hacimlerdeki yüzeylere ulaşamayabilir ve bu yüzeyleri korozyona karşı korumayabilir. Bu problemi çözmek için bu yüzeyler uygun bir malzeme ile kaplanabilir. Uygun kaplama malzemeleri olarak, novolak esaslı vinylester reçineler yüksek sıcaklıkta pişirilmiş fonelik reçineler, polipropilen ve polivinil florid sayılabilir.

Sistemdeki pompaların seçimi, sıcaklık viskozitesi arasındaki ilişki bilindikten sonra yapılır. Çoğunlukla elektrik tahrikli santrifüj pompalar kullanılır. Pompa için kullanılan malzemeler, etilen propilen glikol ile uyumlu olmalıdır

Uygulama öncesi hazırlık : Glikol katkılı eriyik sisteme yüklenmeden önce, devredeki çamur, tortu, salamura ve yağ gibi birikintilerden temizlenmelidir. Bu temizlemede kuvvetli asit temizleyicilerden sakınılmalıdır, eğer gerekiyorsa asitli katkılar göz önüne alınmalıdır. Glikollü eriyik sisteme yüklenmeden önce, temizleme sıvıları tamamen boşaltılmalıdır.

Çeşitli kaynaklardan sağlanan suyun içinde bulunabilen bazı elemanların glikol katkılı salamuraların etkinliğini azaltması nedeniyle, bu devrelerde artırılmış suyun veya yoğuşma suyunun kullanılması uygundur. Bu kalitede su bulunamıyorsa, içinde 25 mg / kg klorid, 25 mg / kg sülfat ve 100 mg / kg toplam sertlik değerlerinden daha az eleman içeren su kullanılabilir.

Akışkanın bakımı : Bir devredeki glikol derişikliği, kırılma indisi, gaz kromotografisi veya su için Karl Fischer analizi (akışkandaki diğer katkı maddelerinin derişikliği bilindiği kabulüyle) yardımı ile belirlenebilir. Akışkanın özgül ağırlığı kullanılarak glikol derişikliğinin tayini uygun bir yöntem değildir.

Bunun nedeni aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Özgül ağırlık ölçmeleri, sıcaklığa karşı çok hassastır.
- Korozyon önleyicilerin derişiklikleri özgül ağırlığı değiştirebilir.
- Propilen glikol değerleri suya çok yakındır
- Propilen glikol değerleri max. %70 ila 75 derişiklikleridir.

Çizelge 2.1 Soğutucu akışkanların tanımlanması

Piyasa Tanımı	Kimyasal Adı	Kimyasal Formülü	Atmos. Kaynama(°C)	Buhr.Isısı (x°C'da)	Sıvı özgül ağırlığı(g/dm ³)
R -11	Trichlorofluoromet	CCl ₃ F	+ 23.8	43.4 (20°C)	1.49 (20°)
R-12	Dichlorodifluorom	CCl ₂ F ₂	-29.8	36.2 (0°C)	1.33 (20°)
R -13	Chlorotrifluoromet	CClF ₃	-81.5	30.0 (-40°)	0.90(20°)
R-13B1	Bromotrifluoromet	CBrF ₃	-57.3	26.5 (-40°)	1.57 (20°)
R -14	Carbontetrafluoride	CF ₄	-128.0	23.5 (-80°)	1.32 (-80°)
R- 21	Dichlorofluoromet	CHCl ₂ F	+ 8.8	55.4 (20°)	1.38 (20°)
R -22	Chlorodifluorometha	CHClF ₂	-40.8	49.1 (0°)	1.21 (20°)
R- 23	Trifluoromethane	CHF ₃	-82.0	47.7 (-40°)	0.79 (20°)
R-32	Methylene Fluoride	CH ₂ F ₂	—	—	—
R -40	Methyl Chloride	CH ₃ Cl	-24.2	96.7 (0°)	0.92 (20°)
R -50	Methane	CH ₄	-161.5	95.6 (-120°)	0.36 (-120°)
R -113	Trichlorotrifluoroet	CCl ₂ CF ₂	+ 47.6	37.1 (20°)	1.58 (20°)
R -114	Dichlorotetrafluoro	CClFClCF ₂	+ 3.8	31.1 (20°)	1.47 (20°)
R-115	Chloropentafluoroe	CClF ₂ CF ₃	-39.1	25.4 (0°)	1.31 (20°)
R-142b	Chlorodifluoroetha	CH ₃ CClF ₂	-9.8	50.6 (0°)	1.12 (20°)
R -152a	Difluoroethane	CH ₃ CHF ₂	-25.0	72.8 (0°)	0.91 (20°)
R-170	Ethane	CH ₃ CH ₃	-88.8	97.5 (-40°)	0.35(20°)
R -290	Propane	CH ₃ CH ₂ CH ₃	-42.1	88.6 (0°)	0.50 (20°)
R -500	R - 12 ile R - 152A	%73.8 +26.2	-33.5	43.5 (0°)	1.17 (20°)
R -502	R -22 ile R -115	% 48.8 + 51.2	-45.4	35.0 (0°)	1.26 (20°)
R -503	R - 13 ile R - 23	% 59.9 + 40.1	-88.7	33.7 (-40°)	1.29 (-40°)
R -600	n - Buthane	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	-0.5	87.8 (20°)	0.58 (20°)
R -600a	Isobuthane	CH(CH ₃) ₂ CH ₃	-11.7	79.2(20°)	0.56 (20°)
R -717	Amonyak	NH ₃	-33.3	301.7 (0°)	0.61 (20°)
R -744	Karbondioksit	CO ₂	-78.5	76.6 (-40°)	0.77 (20°)
R -764	Sulfürdioksit	SO ₂	-10.0	—	—
R -1150	Etilen	CH ₂ = CH ₂	-104.0	84.8(-40°)	0.46 (-40°)
R -1270	Pronylene	CH ₃ CH = CH ₂	-47.7	82.1 (+20°)	0.52 (20°)
R -702	Hidrojen	H ₂	- 253.0	215.0(-53°)	0.035(- 53°)
R -704	Helvum	He	- 269.0	4.9 (- 269°)	0.126(-69°)
R -720	Neon	Ne	- 246.0	20.6(- 246°)	1.20 (-246°)
R -728	Nitrojen (Azot)	N ₂	- 196.0	4.1.1 -220°)	0.72 (-220°)
R 729	Hava	[0.2102+0.78N	- 194.5	—	—

Mukayese ve fikir vermek maksadıyla, aşağıda en çok rastlanan soğutucu akışkanların Dizayn ve işletme performans özellikleri verilmektedir.

Çizelge 2.2 Soğutucu akışkan performans karşılaştırma tablosu

oğutucu kışkan	Buharlaştırma Basıncı	Yoğuşma Basıncı	Sık. Oranı	Dolaşımı Gerekli	Lüzumlu Kompres	Lüzumlu HP Bey.	Per. Kat	Çıkış Gaz	Yanıcı Patla.	Canlı- lara
- 11	606 (*)	0.25	6.19	136	60.6	0.938	5.03	44	a	f
- 12	0.83	6.53	4.08	1.81	9.9	1.002	4.70	38	a	t
-22	1.97	11.07	4.03	1.30	6.0	1.011	4.66	53	a	t
-40	0.46	5.60	4.48	0.60	10.1	0.962	4.90	78	b	e
-113	708 (*)	353 (*)	8.02	1.69	173.5	0.973	4.84	30	a	e/f
-114	409 (*)	1.54	5.42	2.10	34.2	1.049	4.49	30	a	g
-115	1.68	9.51	3.89	3.12	9.0	1.170	4.02	30	a	-
-500	1.15	7.90	4.12	1.50	8.4	1.010	4.65	41	a	-
-502	2.52	12.26	3.75	1.99	6.1	1.079	4.37	37	a	-
-717	1.37	10.82	4.94	0.19	5.8	0.989	4.76	99	c	d
f) Milimetre Cıva Sütunu (mm Hg) Vakum						0.820	5.74	Karno çevriminde		

a) Yanmaz, patlamaz (Emniyetli)

b) Havada Hacimin % 8.1-17.2'si oranında bulunması halinde patlayıcı

c) " %16-25 "

d) 5 Dakika süresince % 0.5 - 1 oranında havada bulunması sağlığa ciddi zarar verir

e) 2 saat " % 2-2.5 " " " " " " " " "

f) Not:e'den daha az fakat g'den daha çok zararlı

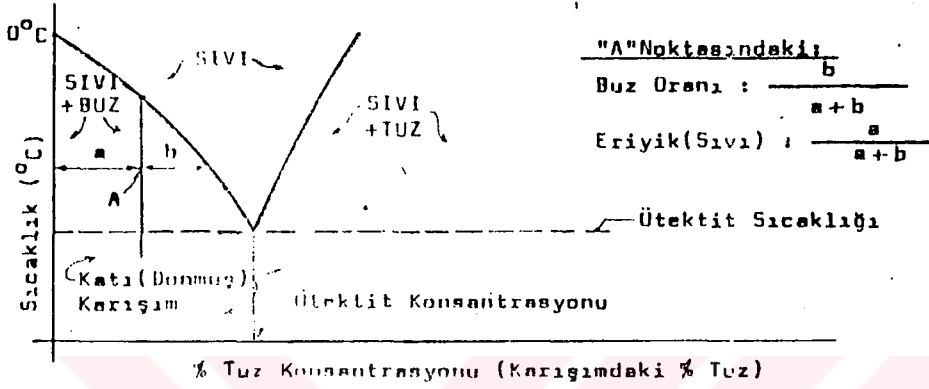
g) 2 saat süresince % 20 ve daha yukarı kesafette bulunmasının sağlığa ciddi bir zararı yoktur.

Soğutucu akışkanların atmosferde bulunup bulunmadığının anlaşılması akışkanın cinsine göre bazen çok güç olabilmektedir. Fluokarbon akışkanlar genellikle özel elektronik detektörlerle veya torç aleviyle anlaşılmaktadır. Amonyak ise sülfür mumu yakıldığında beyaz bir duman çıkarır. Ayrıca, baz esaslı bir turnusol kâğıdı ile de amonyak varlığı, renk değişimiyle anlaşılabilir.

İndirekt Soğutucu Akışkanlar

Soğutma tekniğinin uygulanmasında sık sık ikinci bir ara soğutucu akışkan kullanılır. Buradan maksat, akış karakteristikleri (hız, basınç kaybı, yağ problemleri, vs.) daha uygun bir akışkan vasıtasıyla ısı transferini sağlamak, kompresyon sisteminde dolaşan esas soğutucu akışkan devresini kısa ve istenen geometrik tertipte tutmak ve böylece soğutma çevriminden optimum faydayı emniyetli bir şekilde sağlayabilmektir. Klima uygulamalarında, soğuk su jeneratörü diye adlandırılabilen cihazlarda suyun ara soğutucu akışkan olarak kullanıldığı sık

sık görülür. Fakat, suyun 0°C civarında donması nedeniyle, su ile bazı tuzlar karıştırılmak suretiyle (salamura) veya daha başka kimyasal eriyikler kullanılarak, daha düşük sıcaklıklardaki uygulamalarda indirekt soğutucu akışkanlar kullanılmaktadır. Su ile karıştırılarak indirekt soğutucu akışkan olarak kullanılan tuzlardan en sık rastlananlar Sodyum Klorür (NaCl) ve Kalsiyum Klorür (CaCl₂) olup bunların su ile karışımlarına dilimizde salamura adı verilmektedir. Aşağıdaki şekilde tipik bir salamura (Tuz eriyiği) sıcaklık/Konsantrasyon diyagramı gösterilmektedir (Özkoç,1992).



Şekil 2.3 Tuz konsantrasyonu

Bu diyagramdan da görüleceği gibi, bir su-tuz eriyiği ; tamamen sıvı, tamamen katı (donmuş), sıvı + tuz (salamura içinde serbest tuz) ve sıvı + buz (Salamura içinde saf buz parçaları) şekillerinde bulunabilir ki bu, karışımın sıcaklığına ve içerisindeki tuz konsantrasyonuna bağlıdır.

Uygulamanın gerektirdiği sıcaklıklarda, eriyik mutlaka tam sıvı halde olmalı, ne buz ne de serbest tuz ayrışmalıdır. Ayrıca, salamuranın temas ettiği yüzeylerde korozyona sebep olmaması gerekir. Tuz eriyikleri, aslında saf halde iken korosif olmadıkları halde, oksijen ve karbondioksit ihtiva ettiklerinde, bilhassa demir üzerinde hızlı bir korozyon etkisi yaparlar.

Bu nedenle, salamuralı sistem mümkün mertebe kapalı sistem şeklinde tertiplenmeli ve hava ile temas azaltılmalıdır. Kalsiyum klorür, endüstriyel soğutma uygulamalarında ve buz pateni sahalarında geniş ölçüde kullanılır. Fakat bu süratli bir korozif eriyiktir. Sofra tuzu diye bilinen sodyum klorür ise kalsiyum klorürün kullanılmadığı yerlerde, örneğin balık ve benzeri gıda maddelerinin pülverize salamura metodu ile dondurulmasında sık sık kullanılır. Fakat, kalsiyum klorür, çok daha düşük olan donma ötektit nokta sıcaklığı sebebiyle pek çok uygulamada tercih edilmektedir.

İndirekt soğutucu akışkan olarak kullanılan diğer eriyiklerden en sık rastlananlar; Etilen Glikol ($\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$), Propilen Glikol ($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$), Metanol-Su, Metilen Klorür ve Refrijeran-ll'dir. Aşağıdaki tablolarda muhtelif eriyiklerin ötektit sıcaklık ve konsantrasyonları gösterilmektedir.

Çizelge 2.3 İndirekt soğutucu akışkanlarda ötektik konsantrasyon ve sıcaklık

Eritilen maddenin ismi ve Kimyasal Formülü	Ötektit Konsantrasyonu (Eritilen/ Eriyik Ağırlığı)	Ötektit Sıcaklığı (°C)
AmonyumKlorür (NH_4Cl)	0.191	-15.4
Kalsiyum Klorür (CaCl_2)	0.324	-51.0
Sodyum Klorür (NaCl)	0.233	-21.1
SodyumSülfat (Na_2SO_4)	0.049	-1.1
Potasyum Klorür (KCl)	0.197	-10.7

Alternatif Soğutucu Akışkanlar

19. yüzyılın ikinci yarısından itibaren ortaya çıkan soğutma sanayinde başlangıçta karbondioksit, hava, su ve amonyak gibi doğal maddeler soğutucu akışkan olarak kullanılmıştır. Zamanla yapay olarak elde edilen kloroflorokarbon ve hidroklorofloro-karbonlar bu maddelerin yerini almış ve yoğun şekilde kullanılmıştır.

Ozonu olumsuz yönde etkilediği belirlenen ve düşük buharlaştırıcı sıcaklıklarında yaygın olarak kullanılan soğutuculardan birisi de R 502'dir. 1980'li yıllardan itibaren ozon tahribatı özelliği olmayan alternatif soğutucu akışkan arayışına girilmiş ve R 507, R 502'ye alternatif olarak önerilmiştir.

Ozon tabakasında meydana gelen incelme veya parçalanmaları önlemek için, soğutma sistemlerinde kullanılacak zararsız alternatif soğutucu akışkanlar biliniyor olmakla birlikte yeni maddelerin araştırılmasına devam edilmektedir. Alternatif maddelerin başlıcaları R 134 A, R 404A, R 407A, R 410A ile doğal maddelerden hidrokarbonlar (propan, bütan) ve amonyaktır. Yeni imal edilecek ticari soğutucuların bu alternatif soğutucu akışkanlar için tasarlanmalıdır. Alternatif soğutucu akışkanlardan olan R 134 A ve R 404A'nın genel özellikleri bilinmektedir.

R 134 A Soğutucu Akışkanın Özellikleri

R 134 A (CF₂CH₂F) soğutucu akışkanı; saf bir soğurucudur, dolayısıyla tek bir bileşimden oluşmuştur ve bir fazdan diğerine (örneğin sıvıdan buhara) geçişlerde sıcaklık değişimleri oluşmaz.

R 134 A'nın fiziksel özellikleri R 12'nin fiziksel özelliklerine çok yakındır. Halen ozon tüketme katsayısı "O" olan ve diğer özelliklerden açısından en uygun soğutucu madde olarak önerilmektedir. Araç soğutucuları ve ev tipi soğutucular için en uygun alternatif olarak bilinmektedir.

R 134 A soğutucu akışkanın daha önce R 12 soğutucu akışkanını kullanmış olan büyük soğutma sistemlerinde kullanılabilir. R 134 A, yataran masrafları makul olan ve soğurucu cihazlarda fazla değişiklik gerektirmeden kullanılması mümkün olan bir alternatif soğutucu akışkandır. Düşük sıcaklık için çift kademeli sıkıştırma gerektirebilmektedir. R 134 A, mineral yağlarla uyumlu olmadığından poliester veya polialkalinglikol bazlı yağlarla kullanılmalıdır.

R 404 A Soğutucu Akışkanın Özellikleri

R 404A soğurucu akışkanı; R 125, R 134 A ve R 143A soğutucu akışkanlarından ağırlıkça sırasıyla % 44 / 47,52 oranlarında oluşan ve ozon tabakasına zarar vermeyen bir karışım olup uzun vadede R 502 ve R 22'ye alternatif olarak düşünülen düşük ve orta sıcaklık ticari soğutma sistemleri için önerilmiştir. Genel olarak süpermarket soğutucuları, soğuk taşıma, buz makineleri ve teşhir soğutucuları için düşünülmektedir.

R 404A soğutucu akışkanı R 502'nin yerine alternatif olarak önerilmektedir. Genel olarak R 502 ile kullanılan mineral yağlar ve alkalibenzen yağları R 404A ile kullanılamazlar. R 404A ile poliester içerikli yağlar iyi bir dönüşüm sağlar.

R 404A soğutucu akışkanı nihai bir alternatif madde olmayıp 2030 yılına kadar kullanılması önerilmektedir.

Alternatif Soğutucu Akışkan Kullanımı İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Tüm Dünya'da alternatif soğutucu akışkanları belirlemek için yapılan araştırmalar; soğutucu akışkan üreticileri, kompresör üreticileri, üniversiteler ve soğutma sektörü ile ilgili kurumlar tarafından yürütülmektedir.

Araştırmalar özellikle ozon tabakasına olumsuz etkisi oldukça düşük olan HCFC karışımları üzerinde yoğunlaşmıştır. Ancak HCFC içeren soğutucuların da 2030 yılında kullanımdan kalkacak olması bu konuda yapılacak araştırma ve yatırımlar için tereddüt oluşturmaktadır.

Ozon tabakasını olumsuz yönde etkileyen bir soğutucu akışkan olan R 12, R 22 ve R 502 yerine R 134 A, R 404A, R 507 ve R 290(propan) ve benzeri çok sayıda ozon tabakasını etkilemeyen alternatif soğutucu akışkanlar buhar sıkıştırımlı soğutucularda kullanılabilir.

Yüksek kapasiteli ticari soğutucu üreticilerinin dönüşüm teknolojilerindeki deneyimleri düşük kapasiteli ticari ve ev tipi soğutucu üreticilerinin teknoloji değişimlerine yardımcı ve örnek olmaktadır. Teknoloji dönüşümlerinde yüksek kapasiteli ticari ve ev tipi soğutucu üreten firmalar soğutucu akışkan olarak R 134 A'yı tercih etmişlerdir.

2.4 Isı Pompası Kaynakları

Isı pompasının teknik ve ekonomik performansı ısı kaynağının niteliğine bağlıdır. Binalarda kullanılacak ısı pompası için en ideal ısı kaynağı , ısınma sezonu boyunca yüksek ve dengeli sıcaklık sunan ısı kaynağıdır. Ayrıca korozif olmayan çevreyi kirletmeyen termofiziksel özellikleri uygun ve yatırım ve işletme maliyeti düşük olmalıdır(Heatpumpcentre,2001).

Dış hava : Bedava ve her yerde bulunabilen bir ortak ısı kaynağıdır. Hava kaynaklı ısı pompası su kaynaklı ısı pompasına kıyasla %10- %30 daha düşük mevsimsel performans faktörüne sahiptir. Dış sıcaklığın düşmesiyle kapasitede ve performansta hızlı düşüşler olur. Bunla birlikte evaporatördeki yüksek sıcaklık farkı ve defrost için harcanacak enerji ve fan çalıştırmak için gereken enerjiler kapasite ve performansta düşüşe yol açacaktır.

Ilıman ve nemli iklimlerde evaporatör yüzeyinde sıcaklık 0-6 °C aralığındadır ve donma meydana geldiği zaman kapasite ve performans düşer .Isı pompası çevrimi ters çalıştırılarak defrost yapılır. Defrost frekansı artınca enerji tüketimi artar ve COP düşer. Defrostu zamana göre değilde ihtiyaca göre yapan sistemler verimi artırır.

Ekzost Havası : Eysel ve ticari binalar için ortak ısı kaynağıdır. Isı pompası ekzost havasından ısı geri kazanımıyla çalışır. Bazı üniteler hem egzost havası ve dış hava ile çalışabilecek şekilde dizayn edilir.

Büyük binalarda ekzost havası ısı pompası ile hava – hava ısı geri kazanım ünitesi birleşik çalışır.

Nehir ve Göl Suyu:En büyük dezavantajı kışın sıcaklığın yaklaşık 0°C 'ye kadar düşmesidir. Evaporatörün donmaya karşı korunması gerekir.

Deniz Suyu : Genelde orta ve büyük ısı pompası uygulamalarında kullanılır. 25-50 metre derinlerde , deniz suyu sıcaklığı $5-8^{\circ}\text{C}$ sıcaklığındadır. Genelde -1°C -2°C donma sıcaklığına sahip olduğu için donma problemi yoktur. Isı değiştirgeci pompalar korozyona karşı korunmalı , deniz suyu borulamasında deniz suyu organik kirliliğini minimize edecek şekilde dizayn edilmelidir.

Atık Su ve Endüstriyel Atık : Bu ısı kaynağıyla arıtılmış veya arıtılmamış kanalizasyon suları , endüstriyel atık , endüstriyel proseslerin soğutma suları , kondenser suları kullanılmamalıdır. Sanayide enerji tasarrufu için ısı pompasıyla atık su ve endüstriyel atık kullanılması en ideal yöntemdir.

Yer Suyu : Birçok bölge $4-10^{\circ}\text{C}$ arası dengeli sıcaklık vermeye uygundur. Açık ve kapalı sistem uygulanabilir. Açık sistemde yer suyu yukarı pompalanır , soğur ve tekrar geri gönderilerek yer suyuna verilir. Bu gibi açık sistem donma , korozyon ve kirlenmeler düşünülerek dizayn edilmeli .Kapalı sistemde yeraltı ısı değiştirgeci borusunda buharlaştırılan akışkan ile ısı çekilir ve çevrim yapılır. En önemli dezavantajı ise maliyetinin yüksek olmasıdır.

Toprak Kaynaklı Sistem : Daha çok evsel ve ticari uygulamalarda kullanılan bu sistem yer suyu sistemi ile benzer avantajlar sunar. Yıllık sıcaklık değerleri dengeli ve yüksektir. Isı toprağın altında dikey ve yatay bulunan borular tarafından alınır. Toprağın ısı kapasitesi içindeki nem miktarına ve iklimsel şartlara bağlıdır.

Jeotermal : Tipik sondaj derinliği 100-200 metredir. Eğer yüksek kapasite istenirse bu derinlik yüksek hacimdeki kayalara varana kadar delinir. Ticari binalar bu kaya kütlesini sıcak veya soğuk depolamada kullanabiliyorlar .Evsel uygulamalarda delme işleminin yüksekliğinden dolayı kaya nadiren ekonomiktir.

3.TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPASI

Toprak kaynaklı sistemler, kuyu sistemlerine göre daha farklı bir anlayışla çalışırlar. Kuyu sistemlerinde, katmanlar arasındaki su, ısının kaynağı veya atıldığı yerdir. Toprak kaynaklı sistemlerde ise toprağın kendisi, ısının kaynağı ve atıldığı yerdir(Ataman,1991).

Arzu edilen ısı transfer oranını elde edebilmek için, sirküle edilen sıvı ve toprak arasında oluşturulması gereken sıcaklık farkı sonucunda, ısı pompası ünitesi min. -4°C ve max. 43°C arasında çalışabilmelidir.

Yatay borular , genellikle 0,9 m ile 1,8 m arasında gömülürler.

Boruları derine gömmek, güneşin, topraktan kışın çekilen enerjiyi şarj etme kabiliyetini azaltır. Sığ derinlikler kullanıldığı için, sirküle edilen sıvının donmasını engellemek ve sistemin kapasitesini artırmak için için suyun donmasını engelleyen antifriz kullanılmalıdır. Kullanılan antifrizler, % 20 propylene, % 20 calcium chloride, % 20 methanol alkol olmalıdır.

Seçilen herhangi bir sistemdeki boru uzunluğu aşağıdaki etkenlere göre değişir :

1. Sistemin ısıtma ve soğutma kapasitesi
2. Isıtma ve soğutma için COP değeri
3. Yıllık ortalama toprak sıcaklığı
4. Soğutma ve ısıtma için sisteme giren su sıcaklığı
5. Toprak direnci
6. Boru direnci
7. Isı değiştiricisi tipi
8. Soğutma ve ısıtma için çalışma faktörü

3.1 Isı Pompası Kapasite Seçimi

Isı pompasının kapasitesine karar vermeden ve seçimini yapmadan önce çok önemli iki faktöre dikkat edilmelidir(Miles,1994).

1. Doğru bir şekilde ısı kaybı ve kazancı hesabı yapılmalıdır.
2. Boruların koyulacağı derinlikteki min. ve max. toprak sıcaklıkları bulunmalı ve cihazın çalışacağı su sıcaklık aralığı belirlenmelidir.

Cihazın duyulur ısı kapasitesi ne hesaplanan duyulur ısıdan az olmalı ne de %25'inden fazla olmalıdır. Cihazın gizli ısı kapasitesi de hesaplanandan az olmamalıdır.

COP_h : Cihazın ısıtma durumu için ısıtma gücünün, kompresör gücüne oranıdır.

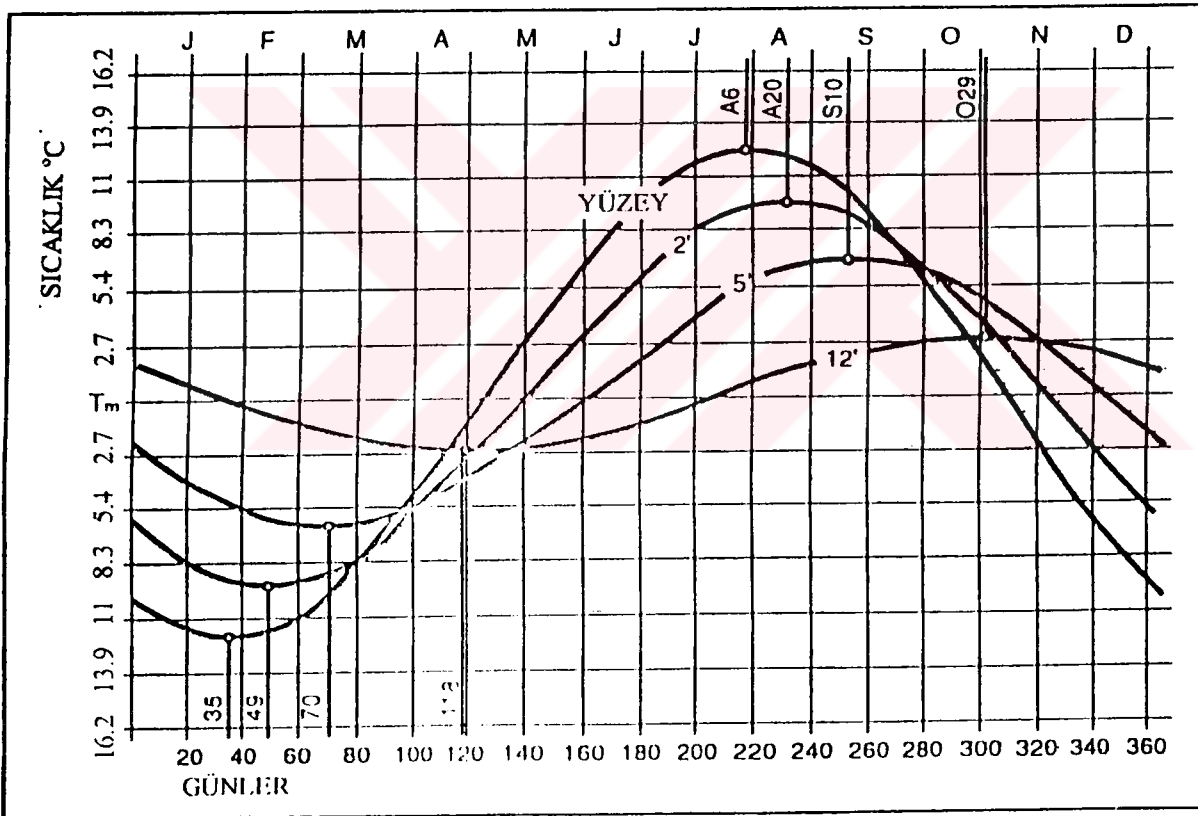
COP_c : Cihazın soğutma durumu için soğutma gücünün, kompresör gücüne oranıdır.

Çalışma Faktörü : Çalışma Faktörü ısı kaybının ve kazancının en yüksek olduğu aylarda, cihazın bu yükleri karşılaması için gereken çalışma zamanıdır.

$$\text{Çalışma Zamanı} = \text{Ortalama Isı Kaybı ve Kazancı} / \text{Cihazın Kapasitesi} \quad (3.1)$$

Ortalama Yıllık Toprak Sıcaklığı (T_m) : Yıl boyunca değişen toprak sıcaklığının ortalamasıdır. Yıllık ortalama toprak sıcaklığı 15m ile 45m derinlikte kuyu suyu sıcaklığına eşit alınabilir, ya da ortalama yıllık hava sıcaklığına yaklaşık $1,1^\circ\text{C}$ eklenerek bulunabilir.

Şekil 3.1'de görülen toprak salınım eğrileri, havanın ve güneş enerjisindeki değişimin, yüzeyden 3,65m derinliğe kadar toprak üzerindeki etkisini göstermektedir. Eğriler sırasıyla yüzeyi, 0,6m, 1,524m ve 3,65m derinliği göstermektedir. Bu eğriler ayrıca yılın hangi zamanında min. ve max. sıcaklıklar görüleceğini de vermektedir.



Şekil 3.1 Toprak sıcaklığı değişimi

EWTC (Soğutma Suyu Giriş Sıcaklığı) : Sirküle olan sudan, toprağa olan ısı transferi nedeniyle, toprak altındaki boruları terkeden, cihaza giren su sıcaklığı normal toprak sıcaklığından daha yüksek olacaktır. Aralarındaki sıcaklık farkı transfer edilen ısı miktarına bağlıdır.

Cihazın izin vereceği su sıcaklığını aşmadan ve gereken boru miktarını en aza indirmek için istenilen ısı transfer oranını elde edebilmek için bu iki faktör arasında bir denge kurulmalıdır.

EWTh (Isıtma için Giriş Suyu Sıcaklığı) : Toprak ısının çekilmesiyle soğur. Fakat değişim soğutmaya göre daha azdır. Isı oranındaki farka bağlı olarak soğutma durumuna göre daha fazla boru yüzeyine ihtiyaç vardır.

R_s (Toprak Direnci) : Toprak boyunca akan ısı için önemli olan dirençtir. Toprak altına gömülen boruların derinliğinin, boruların boyutlarının, açılan her bir hendeğe kaç boru konulduğunun, boruların yatay ve dikey olmasının, bir hendeğe birden fazla boru konulması durumunda boruların birbirleri arasındaki yatay ve dikey mesafelerin ve toprak cinsinin toprak direnci üzerinde etkisi büyüktür.

Çizelge 3.1 Toprak direnci değerleri

		R_s (AĞIR TOPRAK- NEMLİ)										R_s (KAYA)	
		R_s (KURU veya HAFIF NEMLİ TOPRAK)										R_s (NEMLİ)	
BORU BOYU (İ)													
		BORU BOYU (İ)	3/4"	1.02	1.06	1.09	1.11	1.31	1.37	2.05	2.15	2.11	1.88
	1.38		1.44	1.47	1.49	1.77	1.84	2.75	2.86	2.85	2.53	1.06	
1"	0.97		1.02	1.04	1.06	1.26	1.32	2.00	2.10	2.07	1.84	0.57	
	1.32		1.37	1.40	1.42	1.70	1.77	2.88	2.79	2.78	2.47	1.01	
1-1/4"	0.92		0.97	0.99	1.01	1.22	1.27	1.96	2.05	2.02	1.79	0.54	
	1.25	1.31	1.34	1.35	1.63	1.70	2.61	2.72	2.71	2.40	0.96		
1-1/2"	0.89	0.94	0.97	0.98	1.19	1.25	1.92	2.02	1.99	1.76	0.53		
	1.21	1.27	1.30	1.32	1.59	1.66	2.57	2.68	2.67	2.36	0.94		
2"	0.85	0.89	0.92	0.94	1.14	1.20	1.88	1.98	1.94	1.71	0.50		
	1.15	1.20	1.24	1.26	1.53	1.60	2.51	2.62	2.61	2.29	0.89		

R_b (Boru Direnci) : Toprağın korozyon etkisinden en az etkilenecek ve en uzun ömre sahip materyel plastiktir. Toprak altı için 4 çeşit boru üretilmiştir.

- Polietilen- schedule 40
- Polietilen- schedule 11
- Polietilen- schedule 17
- Polietilen- schedule 13,5

Çizelge 3.2 Boruların direnç değerleri

		$\frac{R_p}{R_{p0}}$			
		PE SCH 40	PE SDR-11	PB SDR-17	PB SDR-13.5
BORU BOYUTU	3/4"	$\frac{0.17}{.116}$	↑	↑	↑
	1"	$\frac{.159}{.109}$	↑	↑	↑
	1-1/4"	$\frac{.130}{.089}$	$\frac{.144}{.096}$	$\frac{0.16}{0.11}$	$\frac{0.20}{0.14}$
	1-1/2"	$\frac{.117}{.080}$	↓	↓	↓
	2"	$\frac{.098}{.068}$	↓	↓	↓

3.2 Toprak Isı Değiştirici Tipleri

Toprak ısı değiştiricileri, yatay ve dikey olarak yerleştirilebilir. Dikey ısı değiştiricileri yerlerine, delme makinaları ile yapılan kazım sonucu yerleştirilir (Yılmaz,2000).

Yatay sistem kurmak için de, bir veya bir kaç hendek açılmalıdır. Kapalı devre toprak ısı değiştiricileri, salamuranın akış yollarına göre paralel veya seri tipte olabilir. Seri tipte tek bir akış yolu mevcuttur. Paralel tipte ise bir kaç akış yolu vardır. İyi bir akış sağlamak için paralel boru çapları besleme ve dönüş borularının çaplarında küçük olmalıdır.

Dikey ısı değiştiricisinin genellikle, yatay ısı değiştiricisine göre bazı avantajları vardır; çünkü dikey tiplerde, boruların büyük bölümü, toprağın düşük ısı direnç gösteren bölümündedir. Yeraltı sularının hareketleri ısı değiştiricisinin iyilik derecesini yükseltir. Ancak dönüş ve besleme borularını aynı deliğe yerleştirme zorunluğu da, ısı geçişi bakımından kısa devreye sebebiyet vereceğinden, dikey tiplerin yerleştirilmesinde bu noktaya dikkat edilmelidir. Borular arasındaki ısı geçişi, ısı değiştiricisi iyilik derecesinin düşmesine sebep olur ve bu etki delik boyu ile birlikte artar.

Diğer yandan yatay ısı değiştiricisinin iyilik derecesi, ısıtma ve soğutma mevsimleri boyunca yağmur, kar gibi yzvey olayları nedeniyle ve ısı değiştiricisinin yzveye yakınlığıyla doğru orantılıdır.

Yatay Toprak ısı Değiştiricileri

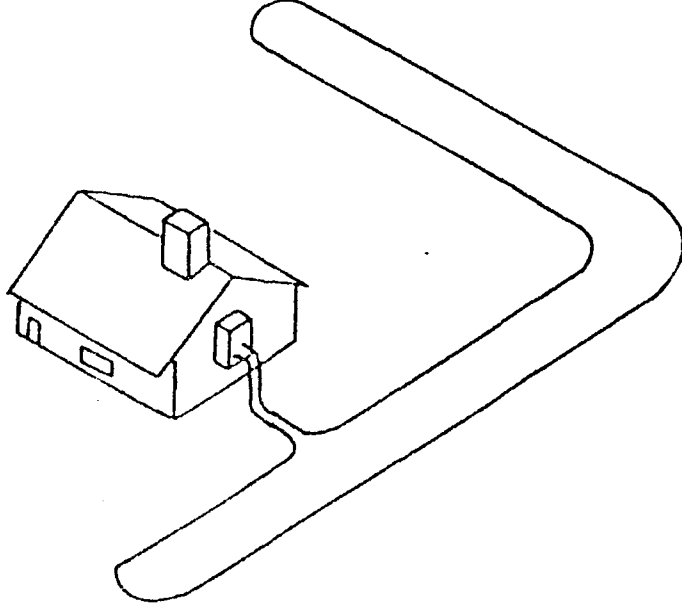
Yatay sistemler tek bir hendek veya birbirilerine yakın hendekler içine, bir veya birden fazla borunun yerleştirilmesiyle oluşturulur. ısı değiştiricisinin iyilik derecesi borular arasındaki mesafeye bağlıdır.

Yatay ısı değiştiricileri, salamuramın akış yzvene gze seri ve paralel olarak sınıflandırılır. Bununla beraber toplam hendek uzunluğunu kısaltmak amacıyla tek bir hendek içerisine bir kaç boru yerleştirilebilir. Hendeklerin genişliği 0,6 – 0,9 m civarlarındadır. Borular, yzvey Şartlarında en az dzyeyde etkilenmeleri amacıyla, genellikle 0,5 – 2,5 m derinlikte dzyenirler. Bu mesafe artıkça, ısı değiştiricisinin iyilik derecesi gerek toprak sıcaklıklarının daha uygun olması, gerekse boruların yzvey Őartlarından daha az etkilenmesi sebebiyle artar. Ancak, harfiyat masrafları da artacağından; gzyeme derinliğine ekonomik analiz sonucu karar verilmelidir. Őayet, tek bir hendek içerisine bir kaç kat boru dzyenecekse borular arası kot farkı genellikle 0,3 – 0,5 m olmalıdır.

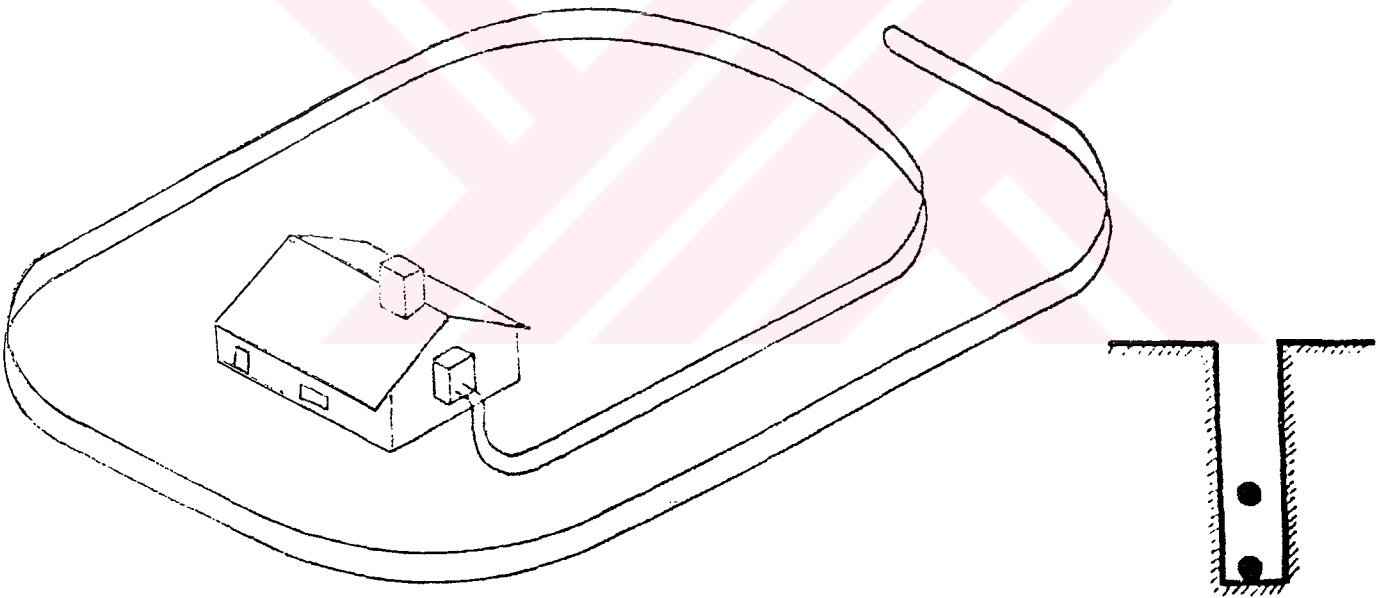
Borular dzyendikten sonra, dikkat edilecek bir başka husus da, toprak ve boru arasındaki ısı geçişini iyileştirmek amacıyla hendekten çıkarılan toprağın, yerine tekrar yerleştirilirken yoğunluğunu artırmak için sıkıştırılması gerekir.

Ball en uygun yatay ısı değiştiricilerinin, 3 / 4” , 1” , 1 “– 1 / 2” ; tek borulu , 0,5 – 2,5 m derinliğe ve birbirlerinden 0,6 – 2,5 m aralıklarda dzyenmesi yatay ısı değiştiriciler olduğunu belirtmiştir. Bu tip ısı değiştiricileri, genelde temel kabul edilir ve diğer ısı değiştiricileri bunlara gze mukayese edilir.

Yatay toprak ısı değiştiricilerinde, 700 m boru boyu 2 in boru çapı ve 1 l/s akışkan debisi kullanılabilir zst sınır değer olarak kabul edilir.



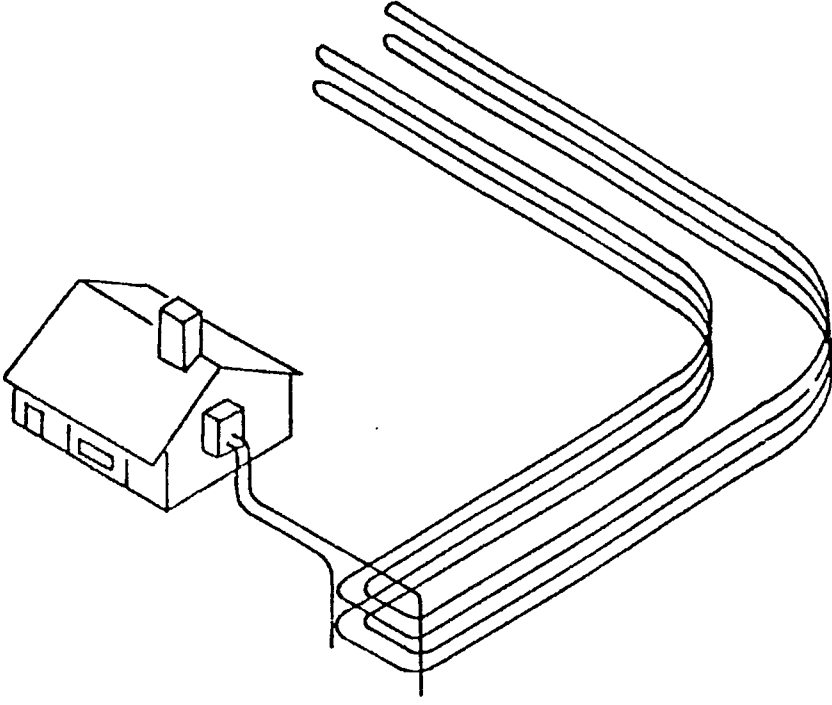
Şekil 3.2 Yatay tek boru seri akış yollu toprak ısı değiştiricisi



TOPRAK ISI DEğİşTİRİCİSİ: YATAY - ÇİFT BORU
AKIş TIPI: SERİ
BORU ÇAPI: 1 1/2 - 2 İNÇ
BORU UZUNLUğU: 36 - 54m / KW
18 - 26m HENDEK / KW

GOMME DERİNLİğİ: 1.2 - 1.8m (GÜNEY YARIMKÜRE)
0.9 - 1.5m (KUZEY YARIMKÜRE)

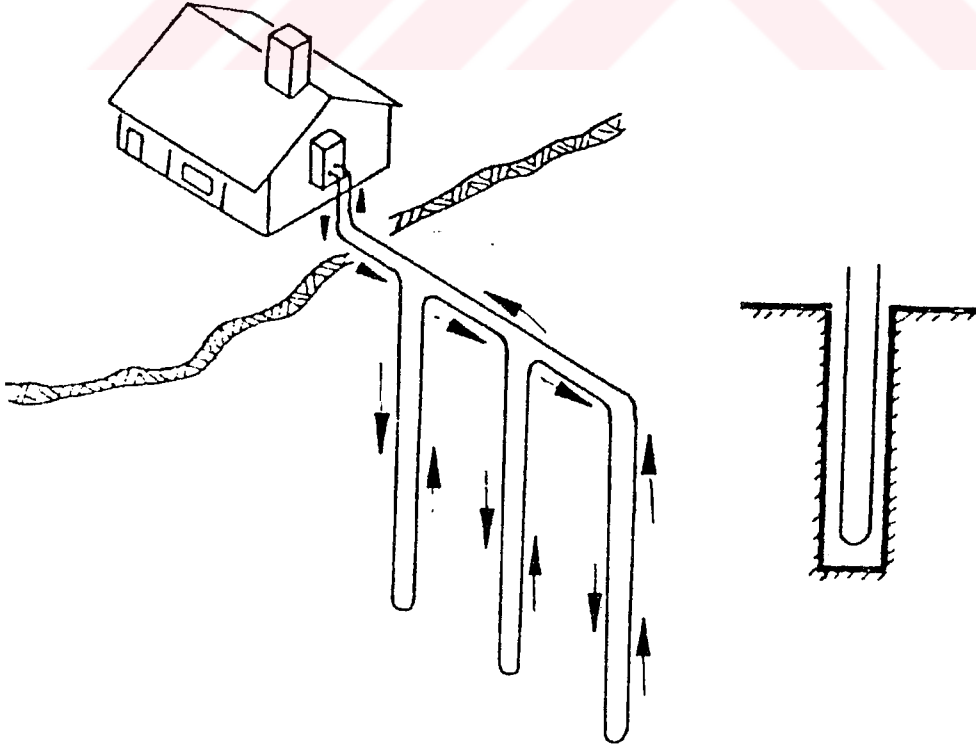
Şekil 3.3 Yatay çift boru seri akış yollu toprak ısı değiştiricisi



Şekil 3.4 Yatay dört boru paralel akış yollu toprak ısı değiştiricisi

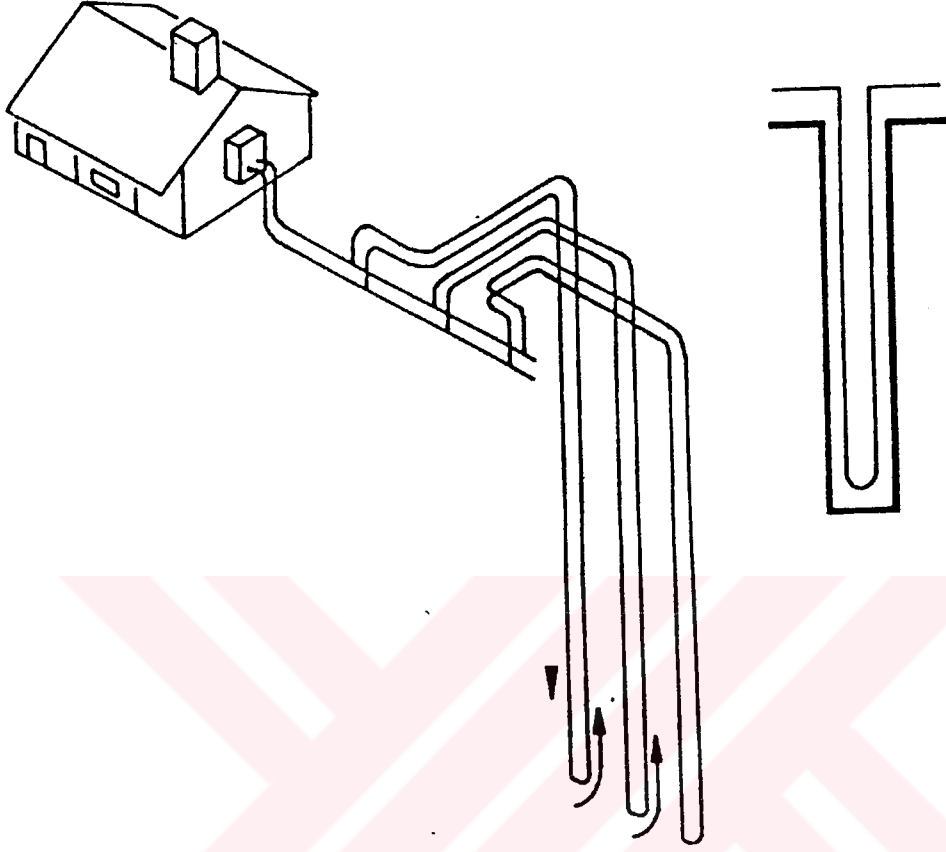
Dikey Toprak Isı Değiştiricileri

Dikey toprak ısı değiştiricileri yerleştirme Őekilleri, kesit geometrilerine göre sınıflandırılabilir. Bunlar U-tp, bölünmüş tp ve eş eksenli tp olarak sınıflandırılır.



Şekil 3.5 Dikey U- tipi seri akış yollu toprak ısı değiştiricisi

U-tüp boru çapları , 3 / 4" – 2" inç arasındadır. Isı değiştiricisi derinliği, basınç düşmesi ve ısı geçişi gözönüne alınarak boru çaplarına göre 15 – 185 m arasında değişir.



şekil 3.6 Dikey U- tipi paralel akış yollu toprak ısı değiştiricisi

3.3 Dünya Üzerinde Toprak Kaynaklı Isı Pompaları

Toprak- su kaynaklı ısı pompaları geçtiğimiz yüzyıl içerisinde kış sezonunun uzun ve sert geçtiği Kuzey Avrupa , İskandinavya, Kanada ve Kuzey Amerika'da avantajları ve yüksek konfor özelliklerinden ve çok yönlü kullanılabilir olmasından dolayı tercih edilmiştir (Yeşil Çizgi,2001).

Süreç içinde Kuzey Avrupa AR –GE' ye verilen önem sayesinde mükemmel bir tekniğe sahip olmuştur. Enerji politikaları ve petrol ürünlerinin birim fiyatlarındaki beklenmedik artışlar ısı pompasını ön plana almış, buna çevre faktörü de eklendiğinde tek sistem olduğu ortaya çıkmıştır.

3.4 Toprak Kaynaklı Isı Pompalarının Avantajları ve Dezavantajları

Toprak Kaynaklı Isı Pompalarının Avantajları

- Bedelsiz termal enerjinin değerlendirilmesi ,
- Tek bir cihaz ile ısıtma, soğutma, sıcak kullanım suyu ihtiyaçlarının karşılanması ,
- İşletme sürecinde bakım giderleri alternatif ısıtma sistemlerine nazaran %80 daha düşüktür ,
- Sistem kapalı devre çalıştığı için dış etkenlerden zarar görmez ,
- Yakıtların ortalama yıllık fiyat artışı elektriğin %70 , motorinin %125 LPG %110 olduğu düşünülürse işletme sürecinde ne kadar avantajlı olduğunu açıklar ,
- Konvensiyel (sınırlı) enerji kaynakları tüketiminin minimuma indirilmesi ,
- Kullanılan enerjinin yalnız 1/3'ü bedel ödenerek satın alınır. Kompresör ve sirkülasyon pompalarının çalışmasını sağlayan elektrik enerjisi dışındaki kısım, topraktan bedelsiz olarak sağlanır ,
- Karbondioksit atığı oluşturmaması (% 100 çevreci) ,
- Baca ve yakıt deposu gibi, diğer ısıtma sistemlerinde varolan unsurlara gerek kalmayışı ve bunların yaratacağı bakım giderlerinin bulunmaması ,
- Yakıt depolama ihtiyacı olmadığından, enerji kullanmadan önce ödeme gereğinin olmayışı ,
- Tamamen sessiz çalışması ve estetik dizayna sahip oluşu nedeniyle yerleştirileceği alan konusunda sınırsız seçenek sağlanması ,
- Kullanım basitliği ,
- Yüksek konfor sunması ,
- Sulu ve kuru sistemlerin her ikisiyle de mükemmel uyum sağlaması, radyatör sistemi yerine fan – coil sistemi uygulandığında düşük bedelli soğutma imkanı verir . Ayrıca çalıştığı sıcaklık aralığı diğer sistemler göre düşük olduğundan yerden ısıtmaya uygundur
- İlk yatırımını 3 –6 yıl içinde amorti eder.

Toprak Kaynaklı Isı Pompalarının Dezavantajları

- İlk yatırım giderinin yüksek olması ,
- Performansının, toprak ısı değiştiricisine ve ekipmana bağlı olması ,

3.5 Toprak Kaynaklı Isı Pompalarının Çalışma Prensipleri

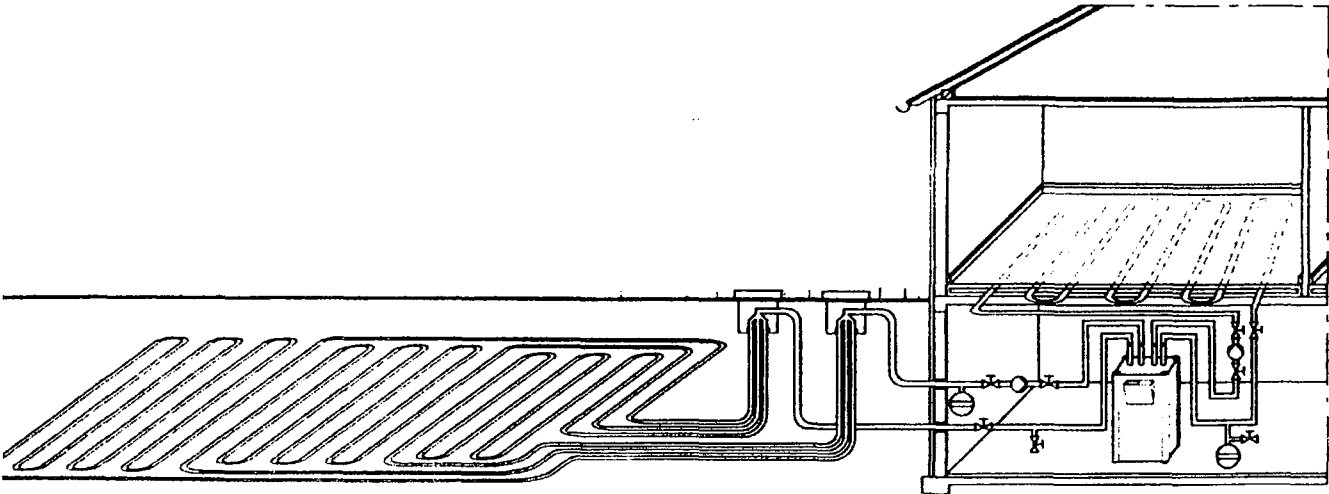
Isı pompaları günümüzde çok yaygın olarak kullanılmasına rağmen ısı pompası terimi çoğu kişiye yabancı gelebilir. Isı pompaları (split klima., çiller vs.) ısı kaynağı olarak havayı kullanmaktadır. Oysa toprak – su kaynaklı ısı pompaları ısı kaynağı olarak yeryüzünü kullanılmaktadır. Hava kaynaklı ısı pompalarında dış sıcaklık düştükçe verim değeride doğru orantılı olarak düşer ve işletme maliyetinde beklenmeyen artışlara neden olur. Bildiğimiz gibi toprakta yıl boyunca sabit bir enerji mevcuttur. Yeryüzünün derinliklerine inildikçe sıcaklığın, kışın dış havadan daha sıcak, yazın ise dış havadan daha soğuk olduğu kanıtlanmıştır. Isı pompaları kışın toprak altında depolanmış ısıyı binaya, yazın ise bina içindeki ısıyı yeraltına taşıyarak doğanın bize verdiği bu avantajı kullanırlar (Yeşil Çizgi,2001).

Çalışma Prensipleri :

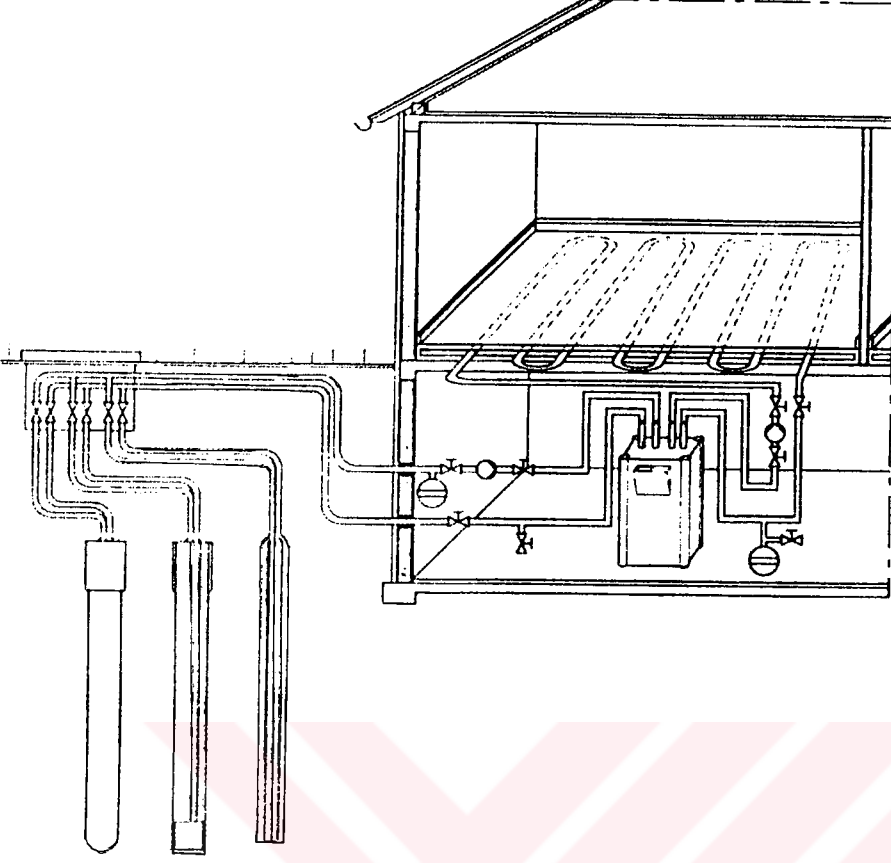
Toprak Altı Kollektör Devresi - Kollektör toprak altında depolanmış olan enerjiyi antifriz-su karışımı bir akışkanla ısı pompasına taşır. Borular toprağa dikey sondaj veya toprağın 1-1,5 m derinlikte yatay serme yerleştirilirler. Kollektör borusu polietilen esaslı ısı iletkenliği yüksek, üretici firma tarafından 50 yıl garantili enerji borularıdır.

Soğutma Devresi - Soğutma devresi evaporatör ,kompresör, kondenser ve genişleme valfi olmak üzere dört ana elemandan oluşmaktadır. Devrede dolaşan akışkan ise R404A sıvısıdır. Toprak altından 4-5°C lik bir sıcaklık artışı ile dönen alkol-su karışımının ısını evaporatörde alarak buharlaşan R404A sıvısı 1,5 bar basınçla girdiği kompresörden yaklaşık 24-28 bar basınç ve 60-65°C sıcaklıkta çıkar. Kondensere gelen R404A gazı burada ısını, bina içi ısıtması ve sıcak kullanım suyu elde edilmesi için bırakıp, yoğunlaşarak kondenseri terkeder ve genişleme valfinde basınç ve sıcaklığı düşürülerek tekrar evaporatörde yeni dönüşüm için hazır hale gelir.

Bina İçi Tesisat Devresi : İç hacimlerin ısıtılmasında kullanılan ısıtıcı elemanlar farklılık gösterse de temel prensip hep aynıdır. En sık kullanılan yöntemler radyatör sistemleri ve yerden ısıtma sistemleridir. Isıtmanın yanı sıra soğutma ihtiyacı mevcut ise fan-coil sistemi tercih edilmelidir . (Şekil 3.7)



Şekil 3.7 Sermede iç ve dış tesisat



Şekil 3.8 Sondajda iç ve dış tesisat

4. TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPASI SİSTEMİNİN TASARIMI

4.1 Bina Isı Kaybı

Bina ısı izolasyonu hesabı TS 825'e göre yapılmıştır (TSE 825,2001).

Dış Duvar Alanı : 300,27 m²

Pencere Alanı : 113,62 m²

Döşeme Alanı : 83 m²

Tavan Alanı : 78,5 m²

Dışkabi Alanı : 8,4 m²

A_{toplam} = 583,79 m²

V_{brüt} = 1403,475 m³

Yapı Elemanlarının “ U “ Değerleri

U_D : 0,532 W / m²K U_T : 2,169 W / m²K U_t : 1,783 W / m²K U_p : 2,2 W / m²K

U_k : 2,5 W / m²K

İletimle Olan Isı Kaybı (H_I)

$$H_I = \sum A_x U + I_x U_I \quad (4.1)$$

$$H_I = U_A \times A_D + U_P \times A_P + 0,8 \times U_T \times A_T + 0,5 \times U_t \times A_t + U_d \times A_d + 0,5 \times U_{DSIÇ} \times A_{DSIÇ} \quad (4.2)$$

$$H_I = 573,3 \text{ kcal / hK}$$

$$= 624,88 \text{ W / K}$$

Havalandırma Yoluyla Gerçekleşen Isı Kaybı

$$H_h = p \times c \times V' = p \times c \times n_h \times V_h = 0,33 \times n_h \times V_h \quad (4.3)$$

$$V_h = 0,8 \times V_{brüt}$$

$$n_h = 1 \text{ x h}^{-1}$$

$$H_h = 0,33 \times 1 \times V_h$$

$$V_h = 0,8 \times V_{brüt}$$

$$V_h = 1122,78 \text{ m}^3$$

$$H_h = 370,52 \text{ W / K}$$

İç Isı (Φ_i)

m^2 ' e başına 5W olduğu kabul edilmiştir.

Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Kazançları (Φ_g)

$$\Phi_{gay} = \sum r_{iay} \times g_{iay} \times I_{iay} \times A_p \quad (4.4)$$

- a) Ayrık müstakil ve az katlı (3 kata kadar) binaların bulunduğu yerleşim yerlerinde gölgeleme faktörü $r_{iay} = 0,8$
- b) Ağaçlardan kaynaklanan gölgelenmeye maruz kalıyorsa $r_{iay} = 0,6$
- c) Bitişik nizam veya çok katlı binaların bulunduğu yerleşim bölgeleri için $r_{iay} = 0,5$

$$g_{iay} = 0,80 \times g_L \quad (4.5)$$

- a) Tek cam için ; laboratuvar şartında güneş geçirme faktörü $g_L = 0,85$
- b) Çok katlı (berrak) cam için ; $g_L = 0,75$
- c) Isı geçirgenlik değeri $\leq 2 \text{ W / m}^2 \text{ K}$ olan ısı yalıtım birimleri için $g_L = 0,50$ 'dir.

Bu çalışmada $r_{iay} = 0,6$ ve $g_L = 0,75$ olarak kabul edilmiştir.

$$g_{iay} = 0,80 \times g_L$$

$$g_{iay} = 0,80 \times 0,75 = 0,60$$

Kazanç kullanım faktörü (η_{ay})

$$\eta_{ay} = 1 - e^{(-1 / KKO_{ay})} \quad (4.6)$$

$$KKO_{ay} = (\Phi_{iay} + \Phi_{gay}) / H \times (T_{iay} - T_{day}) \quad (4.7)$$

Aylık ortalama iç ortam sıcaklığı konutlar için $19 \text{ }^\circ\text{C}$ alınır.

Çizelge 4.1 Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç kullanımı faktörü	Isıtma enerjisi ihtiyacı
	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık farkı	Isı kayıpları	İç ısı kazancı	Güneş enerjisi kazancı	Toplam			
	$H=H_i+H_h$	T_i-T_d	$H(T_i-T_d)$	ϕ_i	ϕ_g	$\phi_T=\phi_i+\phi_g$	γ	η_{ay}	Q_{ay}
	(W/K)	(K, °C)	(W)	(W)	(W)	(W)	(-)	(-)	(kJ)
Ocak	995,4	15,7	15627,78	2245,56	1978,1	4223,66	0,29	0,97	29888010
Şubat		14,5	14433,3		2494,89	4740,45	0,33	0,95	25738229,5
Mart		11,8	11745,72		3144,58	5390,14	0,46	0,89	18010500
Nisan		6,4	6370,56		5599,54	5599,54	0,88	0,70	6352686
Mayıs									
Haziran									
Temmuz									
Ağustos									
Eylül									
Ekim		4,9	4877,46		2533,32	4778,88	0,98	0,64	4714787,87
Kasım		9,9	9854,46		1814,3	4059,86	0,41	0,91	15966687,34
Aralık		14,1	14035,14		1725,63	3971,19	0,28	0,97	26394558,13
$Q_{ay} = [H(T_i - T_d) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{g,ay})] \cdot t$ (1kJ = 0.278 x 10 ⁻³ kWh)							$Q_{ay} = \sum Q_{ay} =$	97207336,94	
Toplam ısı kaybı		$Q_{ay} = 0.278 \times 10^{-3} \times 97207336,94$ (kJ) = 27023,64 kWh							
Konutlar için iç ısı kazancı		$\phi_{i,ay} \leq 5 \cdot A_n$ (W)							
Güneş enerjisi kazancı		$\phi_{g,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_T$							
Kazanç kayıp oranı		$KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{g,ay}) / H(T_{i,ay} - T_{d,ay})$							
Kazanç kullanım faktörü		$\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$							
Örnek binadaki kullanım alanı A_n başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı;									
$Q = Q_{ay}/A_n = 60,17$ kWh/m ² $A_n = 0,32$ V _{brüt} = 449,12 m ²									
$A_{top}/V_{brüt} = 0,415$ oranı 3. bölge için EK 1'den alınan $Q' = 68,59 \times A/V + 32,3$ formülünde yerine konulduğunda örnek bina için olması gereken en büyük ısı kaybı $Q' = 50,76$ kWh/m ² bulunur ve hesaplanan Q ile karşılaştırılarak projenin ısı kaybı açısından uygunluğu tanımlanır.									
Örnekte $Q < Q'$ (60,17 < 60,76) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının olması gereken en büyük değerin altında olduğu görülmektedir. O halde bu proje, bu standardda verilen hesap metoduna göre uygundur.									

4.2 Yoğuşma Hesabı

Yapı elemanlarının iki yüzü arasında , sıcaklıkların ve bağıl nemin farklı olmasından kaynaklanan farklı buhar basınçları meydana gelir. Isıtma periyodu olan kış mevsimini dikkate aldığımızda , genellikle iç tarafta yüksek buhar basıncı vardır ve iç ortamda gaz

halinde bulunan su buharı ısı akımı ile aynı yönde hareket ederek dış ortama ulaşmaya çalışır . Su buharının dış ortama gaz olarak ulaşması halinde yapı elemanlarının gerek kullanım ömrü ve gerekse ısı performansını açısından bir problem yoktur . Ancak yapı elemanlarını oluşturan malzemelerin su buharına karşı gösterdikleri direnç ve malzemelerin sırasına bağlı olarak , yapı elemanından geçerken , su buharının gaz halinden sıvı haline geçmesi , yani yoğuşma ihtimali mevcuttur. Bu durum , yapı bileşenini oluşturan elemanların ısı iletim katsayılarının yükselmesine , elemanlarda korozyon , küflenme ve mantar oluşmasına , kolon ve kirişlerde bulunan taşıyıcı çeliklerin paslanması nedeniyle mukavemetlerinin azalmasına ve sıvalarda çatlakların oluşmasına neden olur.Olayın tahkik edilip , sınır değeri aşmaması sağlanmalıdır.

Bende bu tezimde , uygulama yapılan binada inceleme yaparak sistemin basıncının doyma basıncına hiç bir zaman eşit olmadığı sonucuna vardım . Sistem basıncı ile doyma basıncı eğrilerinin keşişmediği eklerdeki grafik çalışmada görülmektedir.

4.3 Isı Kazancı

Dış Dizayn Şartları

$$KT = 33^{\circ}\text{C} \quad YT = 24^{\circ}\text{C} \quad \Delta T_g = 10,5^{\circ}\text{C} \quad \text{Kot Farkı} = 10 \text{ m}$$

Pencere ve Kapı alanları

$$K = 32,64 \text{ m}^2 \quad G = 45,3 \text{ m}^2 \quad D = 49,6 \text{ m}^2 \quad B = 0$$

Düzeltilmiş Dış Dizayn Şartları

$$\text{Saat 9 ve } \Delta T_g = 10,5^{\circ}\text{C} \text{ göre } KT = 6,08^{\circ}\text{C} \quad YT = 1,415^{\circ}\text{C}$$

Düzeltilme Yapılarak

$$KT = 33 - 6,08 = 26,92^{\circ}\text{C}$$

$$YT = 24 - 1,415 = 22,585^{\circ}\text{C}$$

Güneş Radyasyonu

$$\text{Doğu} = 22667,2 \text{ W} \quad \text{Batı} = 0 \quad \text{Güney} = 7248 \text{ W} \quad \text{Kuzey} = 1338,24 \text{ W}$$

$$Q_{\text{top-rad}} = 31253,4 \text{ W}$$

İletim Isı Kazancı

a- Duvarlardan

Duvarlar açık renkli ve boşluklu yapıdadır. Saat 9:00'a göre değerler alınmıştır.

$$\Delta t_1 = K T_d - K T_1 - 8 = 32 - 24 - 8 = 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4.8)$$

$$\Delta t_2 = T_{\text{gün}} - T_{\text{gece}} - 11 = 10,5 - 11 = -0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Doğu

$$\Delta t_{\text{establo}} = 1,65 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{eş hesap}} = \Delta t_{\text{establo}} + \Delta t_1 - 0,5 \times \Delta t_2 = 1,9 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4.9)$$

$$K = 0,532 \text{ Kcal / m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$$

$$A = 76,5 \text{ m}^2$$

$$Q_D = K \times A \times t_{\text{eş hesap}} = 89,9142 \text{ W}$$

Güney

$$\Delta t_{\text{establo}} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{eş hesap}} = \Delta t_{\text{establo}} + \Delta t_1 - 0,5 \times \Delta t_2 = 0,25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$K = 0,532 \text{ Kcal / m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$$

$$A = 151,5 \text{ m}^2$$

$$Q_G = K \times A \times t_{\text{eş hesap}} = 23,4297 \text{ W} \quad (4.10)$$

Kuzey

$$\Delta t_{\text{establo}} = -1,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{eş hesap}} = \Delta t_{\text{establo}} + \Delta t_1 - 0,5 \times \Delta t_2 = -0,85 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$K = 0,532 \text{ Kcal / m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$$

$$A = 84 \text{ m}^2$$

$$Q_K = K \times A \times t_{\text{eş hesap}} = -44,1684$$

Batı

$$\Delta t_{\text{establo}} = 1,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{eş hesap}} = \Delta t_{\text{establo}} + \Delta t_1 - 0,5 \times \Delta t_2 = 1,35 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$K = 0,532 \text{ Kcal / m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$$

$$A = 0 \text{ m}^2$$

$$Q_B = K \times A \times t_{\text{eş hesap}} = 0$$

b- Pencerelerden

$$Q_p = K \times A \times \Delta T$$

$$K = 2,2 \text{ Kcal} / \text{m}^2 \text{ h}$$

$$\Delta T = 33 - 19 = 14 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$A = 113,62 \text{ m}^2$$

$$Q_p = 4069,19 \text{ W}$$

c – Kapılardan

$$Q_k = K \times A \times \Delta T$$

$$K = 3 \text{ Kcal} / \text{m}^2 \text{ h}$$

$$\Delta T = 33 - 19 = 14 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$A = 8,4 \text{ m}^2$$

$$Q_k = 410,233 \text{ W}$$

$$Q_{\text{top-iletim}} = 4548,59 \text{ W}$$

İç Isılar

a – İnsanlardan Gelen Isılar

İnsanlar oturmuş ve istirahatte ve 6 kişi

Buna göre;

$$Q_{\text{duy}} = 80 \text{ W} / \text{Kişi}$$

$$Q_{\text{giz}} = 36 \text{ W} / \text{Kişi}$$

$$Q_{\text{duy}} = 80 \times 6 = 480 \text{ W}$$

$$Q_{\text{giz-}} = 36 \times 6 = 216 \text{ W}$$

b- Aydınlatmadan Gelen Isılar

m^2 'ye 5 W olduğu varsayılmıştır.

Buna göre ;

$$Q_{\text{aydınlatma}} = 300 \times 5 = 1500 / 3 = 500 \text{ W (Bütün lambaların aynı anda çalışmayacağı ,$$

birim zamanda ortalama 1/3 'ünün kullanılacağı düşünülmüştür)

c- Elektrikli Cihazlardan Gelen Isılar

$$Q_{\text{duy}} = 500 \text{ W} \quad Q_{\text{giz}} = 500 \text{ W}$$

$$Q_{\text{top-iç Isılar-duy}} = 1480 \text{ W}$$

$$Q_{\text{top-iç Isılar-giz}} = 716 \text{ W}$$

$$Q_{\text{top-duy}} = Q_{\text{top-rad}} + Q_{\text{top-iletim}} + Q_{\text{top-iç ısılar-duy}} = 37281,6 \text{ W} \quad (4.11)$$

$$Q_{\text{kayıp}} = Q_{\text{top-iç Isılar-giz}} + Q_{\text{top-duy}} = 37997,6 \text{ W} \quad (4.12)$$

4.4 Toprak Isı Değiştiricisini Boyutlandırma Basamakları

1. Maksimum ısı kazancı ve kaybı hesabı yapılmalıdır.
2. Hangi ısı değiştirici sisteminin kullanılacağına karar verilmelidir. Bu uygulama da dikey borulu sistem kullanılmıştır.
3. Kullanılacak boru materyali ve boyutu seçilmelidir. Projede kullanılacak boru olarak dirençleri Çizelge 3.2' de verilmiş olan 1 ½" boyutunda polietilen schedule 40 tipi boru seçilmiştir.
4. Çizelge'den boru direnci $R_b = 0,046 \text{ mK/W}$ olarak seçilmiştir.
5. Toprak cinsi nemli toprak olduğu kabul edilmiştir.
6. Toprak cinsine göre, kullanılan sistem ve boru boyutuna göre toprak direnci " R_s " belirlenir. Çukurova Üniversitesinin yerinde yapmış olduğu ölçümler sonucu $0,308 \text{ mK/W}$ olduğu görülmüştür.
7. Yıllık ortalama toprak sıcaklığı T_m belirlenir. İstanbul için ortalama hava sıcaklığı hesaplanarak buna $1,1 \text{ °C}$ eklenir. $T_m = 14,7 \text{ °C}$ (2.bölge için)
8. Etkilenmiş toprak sıcaklığı belirlenir. Isı değiştiricisinin yanındaki toprak sıcaklığının artması veya yükselmesi borunun gömüldüğü derinliğe bağlı olarak değişir. $1,66 \text{ °C}$ ile 10 °C arasında değişir. Bu değer $5,55 \text{ °C}$ olarak kabul edildi. Yani; ısıtma durumunda toprak sıcaklığı $5,55 \text{ °C}$ azalacaktır.
9. Daha sonra yüksek toprak sıcaklığı " T_h " bulunur. $T_h = (14,7+5,55) = 20,25 \text{ °C}$
10. Düşük toprak sıcaklığı ise $T_L = (14,7-5,55) = 9,15 \text{ °C}$
11. Daha sonra üretici firmaların hazırlamış olduğu katalogtan ısı pompası ve ona ait bazı değerler seçilir. Bu proje de "Yeşil Çizgi" firmasının "Robust 38U" tipi ısı pompası seçilmiştir.
12. Cihaza giren en yüksek su sıcaklığı (EWT_c) katalogtan 35 °C olarak alınmıştır.
13. Cihaza giren en düşük su sıcaklığı (EWT_h) katalogtan 0 °C olarak alınmıştır.
14. Sistem de antifriz olarak % 20 calcium chloride kullanılmıştır.
15. Katalogtan soğutma kapasitesi ve ısı değiştiricinin içindeki salamura debisi belirlenebilir.
16. Cihazın COP değeri belirlenir.
17. Hesapların hepsi yapıldıktan sonra boru boyu hesaplanır.

4.5 Gerekli Boru Boyutunun Hesaplanması

Boru Bilgileri

1. Boru materyali : Polietilen – Schedule 40 (tablo6.2)
2. Boru ebadı : 1 ½”
3. Boru direnci R_b : 0,046 mK / W

Toprak Bilgileri

1. Toprak cinsi : Nemli toprak
2. Toprak direnci R_s : 0,308 mK / W

Yer Bilgileri

1. Ortalama toprak sıcaklığı T_m : 14,7 °C
2. Etkilenmiş toprak sıcaklık değişimi :5,55 °C
3. Yüksek toprak sıcaklığı T_h = 20,25 °C
4. Düşük toprak sıcaklığı T_L = 9,15 °C

Isı Pompası Bilgileri

1. En yüksek giriş suyu sıcaklığı EWT_c = 35 °C
2. En düşük giriş suyu sıcaklığı EWT_h = 0 °C
3. Cihaz ısıtma kapasitesi : 38,5 kW
4. COP_h : 2,44
5. Cihaz soğutma kapasitesi : 38,5 kW
6. COP_c : 3,94
7. Debi : 121,8 lt / dak

Cihaz Çalışma Değerleri

1. Soğutma Yüğü Dış Dizayn Sıcaklığı : $KT= 33$ °C $YT =24$ °C
2. Isı Kazancı : 37.997 kW
3. Isıtma Yüğü Dış Dizayn Sıcaklığı : -5 °C
4. Isı Kaybı : 32.64 kW
5. Soğutma Çalışma Faktörü $F_c = 16,17 / 38,5 = 0,420$
Soğutma dönemindeki ortalama sıcaklığa göre 16,17 kW bulunan ısı kazancı miktarı Yeşil Çizgi firmasının yerinde yaptığı ölçümler sonucu bulunmuştur . Cihazın kapasitesi 38,5 kW , Cihaz kataloğundan bulunmuştur.
6. Isıtma Çalışma Faktörü $F_h = 13.05 / 38,5 = 0.33$
Isıtma dönemindeki ortalama sıcaklığa göre 13,05 kW bulunan ısı kaybı miktarı Yeşil Çizgi firmasının yerinde yaptığı ölçümler sonucu bulunmuştur.
7. COP_h ;

32637-9100(Ek Isıtıcı)=23537 W

$COP_h : 23537/9625$ (Katalogtan tüketilen enerji)=2,44

8. $COP_c : 37997/6800$ (Katalogtan tüketilen enerji)=3,94

Boru Boyunun Hesaplanması

Isıtma Dönemi Hesapları

$$L_h = (Q_x (COP - 1) / COP \times (R_b + (R_s \times F_h)) / (T_L - T_{min})) \quad (4.13)$$

COP	COP ORANI (COP-1)/COP	R _p	R _s	F _h	T _L	T _{min}	ISITMA BORU UZUNLUĞU
2,44	0.5901	0.046	0.308	0.33	9.15	0	224,46

$L_h = 224,46$ m bulunmuştur.

Soğutma Dönemi Hesapları

$$L_c = (Q_x (COP + 1) / COP \times (R_b + (R_s \times F_c)) / (T_{max} - T_h)) \quad (4.14)$$

COP	COP ORANI (COP+1)/COP	R _p	R _s	F _c	T _{max}	T _h	ISITMA BORU UZUNLUĞU	DERİNLİK METRE
3,94	1.25	0.046	0.308	0.42	35	20.25	567,26	141,81

$L_c = 567,26$ m bulunmuştur.

Soğutma döneminde çıkan boru uzunluğu , ısıtma dönemindekinden fazla olduğu

için imalat soğutma dönemine göre yapılacaktır. Yeşil çizgi firmasının

bulduğu sonuçlarda 144 m derinlik ortaya çıkmıştır(Miles,1994).

4.6.Döşmeden Isıtma ve Basınç Kayıpları

4.6.1 Alttan Isıtma Kritik Hat Boru Basınç Kaybı Hesabı

Borulardaki toplam basınç kaybı ($H_{K \text{ alttan ısıtma}}$) = $38,5 \times 110 = 4,235$ mSS

Kolon hattı basınç kaybı (H_{kolon}) = 0,147 mSS

Cihaz basınç kaybı (H_g) = 4 mSS (katalogtan)

$$\text{Toplam Basınç kaybı (} H_m) = H_{K \text{ alttan ısıtma}} + H_{kolon} + H_g = 8,382 \text{ mSS} \quad (4.15)$$

4.6.2 Sekonder Devre Pompa Seçimi

Toplam Basınç Kaybı H_m

$$H_m = 8,382 \text{ mSS}$$

$$Q_{kondanser} = m_{max} \times c \times \Delta t$$

$$38,5 = m_{max} \times 4,18 \times 10$$

$$m_{max} = 0,9 \text{ kg/s}$$

$$m_{max} = 3,3 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$H_{m \text{ cihaz}} = 8,7 \text{ mSS}$ ve $m_{max} = 3,3 \text{ m}^3 / \text{h}$ 'i sunabilen WILLO pompa katalogundan

Wilo - TOP –S 65/13 Trifaze Pompa seçilmiştir.

Pompayı tahrik eden elektrik motor gücü = 1000 W= 1 kW

4.6.3 Sekonder Devre Kapalı Genleşme Deposu Hesabı

$$V_n = V \times E / (1 - P_a / P_o) \quad (4.16)$$

$$P_a = H_a / 10 + 1$$

V_n : Depo hacmi veya kapasitesi (lt)

V : Sistemdeki su miktarı (lt)

E : % olarak suyun genleşmesi

P_a : Depodaki ön basınç (bar)

P_o : Sistemdeki üst çalışma basıncı (bar)

H_a : Bina yüksekliği (m)

$$P_a = 9/10 + 1 = 1,9 \text{ mSS}$$

$$P_o = P_a + 1 = 2,9 \text{ mSS}$$

Sistemdeki su miktarı $(\pi \times r^2) \times L$ formülünden yaklaşık 700 Lt bulunmuştur.

$$V_n = 700 \times 0,0355 / (1 - 1,9 / 2,9)$$

$$V_n = 72 \text{ lt}$$

Wilo – LS-080V/8 tipi kapalı genleşme deposu seçilmiştir.

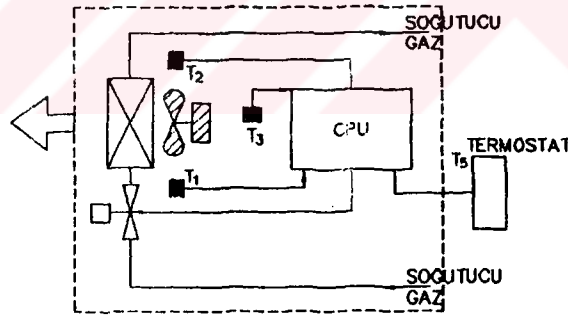


5- HAVA KAYNAKLI ISI POMPASI

Hava kaynaklı ısı pompası , yoğuşturucunun ve buharlaştırıcının ısı transfer ortamının hava olduğu sistemlerdir. Kaynağının sıcaklığının diğer ısı pompası kaynaklarına göre değişken olması hava kaynaklı ısı pompası sisteminin performansını kararsız hale getirmiştir. Bölüm 5-2 'de dış hava sıcaklığının değişiminin hava kaynaklı ısı pompası sistemi üzerindeki etkisi anlatılmıştır. Bu uygulamada hava kaynaklı ısı pompası olarak V.R.V sistem kullanılmıştır. Bu sistem hakkında bilgi bölüm 5-1 'de verilmiştir.

5-1 V.R.V Sistem

VRV (Variable Refrigerating Value) , değişken soğutucu akışkan debili sistemdir. Soğutma grubu ve fan coil sistemiyle aynı prensipte çalışır. VRV sistem dış ünitesi, sabit evaporasyon ve kondenzasyon sıcaklığında iç ünitelere soğutucu akışkan gönderir. Dış ünite soğutucu akışkanın kondenzasyon ve evaporasyon sıcaklıklarını sabit tutacak bir kapasite de çalışır. Dış ünitelerdeki inverter kompresörler ile farklı kapasitelerde çalışma imkanı yaratılmıştır. Bu sayede farklı kademelerden sabit evaporasyon ve kondenzasyon sıcaklıkları temin edilir. Dış ünitelerin inverter kompresörler sayesinde tek bir 2000 kcal/h'lik iç ünite tek başına çalışsa dahi kompresör kapasitesi kontrol edilebilmektedir.



Şekil 5.1 V.R.V sistem

Şekil 5.1'de şematik olarak görülen VRV iç ünitesi, fan, serpantin grubuna, 3 adet termistöre (T1, T2, T3), oransal vanaya ve mikro işlemciye sahiptir. Akışkan sıcaklığı, T1 termistörü tarafından girişte, T2 termistörü tarafından çıkışta gözlenir. T3 termistörü hava dönüş sıcaklığını ölçer ve bilgiler mikro işlemciye gönderilir. Mikro işlemci bu verileri değerlendirerek bir sonraki dönüş hava sıcaklığını belirler ve ayarlanmış termostat değeri (Ts) ile T3 dönüş havası sıcaklıkları arasındaki farkı hesaplar. Bu hesaplamanın sonucu ideal superheat derecesini belirler. Daha sonra mikro işlemci gerçek superheat T1 , T2 dereceleri

arasındaki farkı hesaplar ve oransal vananın ne kadar açılması gerektiğini belirler. VRV sistemindeki bu PID kontrol sayesinde iç ünite odanın yük değişimlerini izler ve buna uygun olarak soğutucu akışkan debisini kontrol eder. İşte oda sıcaklığı bu kontrol hassasiyetinden dolayı 0.5 °C'lik farkla kontrol edilir. Bu hassasiyet hem konforu artırır, hem de enerji tasarrufu sağlar. VRV sistemde yine chillerden farklı olarak su dolaşımı yoktur. Bunun yerine soğutucu akışkan, direkt olarak fan coilere (VRV iç ünitesine) gönderilir. Soğutucu akışkanın direkt kullanılması sayesinde, sulu sistemde kullanılan pompa, pislik tutucu, vana gibi birçok ekipman kullanılmaz. Suyu ve havaya göre daha iyi ısı transfer ortamı olan soğutucu akışkan enerji tasarrufu sağlar. Bu aynı zamanda hacim tasarrufu da sağlar. Bilindiği gibi 5 °C'lik sıcaklık farkında 1 kg su ile transfer edilebilecek ısı miktarı 5 kcal'dir. Yine 10 °C'lik sıcaklık farkında 1 kg hava ile transfer edilebilecek ısı miktarı 2.4 kcal'dir. Oysa 0°C evaporasyondaki 1 kg başına soğutucu akışkan ile transfer edilen ısı miktarı 49 kcal'dir. Böylece 1 kg başına soğutucu akışkanın taşıdığı ısı miktarı suya göre 10 kat, havaya göre 20 kat daha fazladır. Bu demektir ki, VRV sistemi ısıyı taşımak için çok daha az enerji kullanmaktadır. VRV sistemde bilinenin aksine uzun akışkan borulaması yapılabilmektedir. VRV sistem iç ve dış üniteler, 50 m'.lik yükseklik farkında maksimum 100 m'.lik borulama uzunluğuna sahiptir. (Eğer dış ünite aşağıda, iç üniteler yukarıdaysa, 40 m'.lik yükseklik farkında çalışabilir.) Bu uzun akışkan borulaması sayesinde yüksek ve büyük ölçekli binaların klimatizasyonunu sağlamak mümkün olmaktadır. Aynı zamanda bu tür binalarda büyük yer tasarrufu sağlanmaktadır. VRV sistemde bu uzun borulamalardan kaynaklanacak problem de tamamen önlenmiştir. Bilindiği üzere, uzun soğutucu akışkan borulaması yapılması durumunda iki önemli problem vardır. Birincisi kompresöre likit dönüşüdür. İkincisi soğutucu akışkan ile birlikte sisteme sürüklenen yağın kompresöre geri döndürülememesidir. Bu iki durumda da kompresör hasarları meydana gelecektir. Likit dönüşünü önlemek için yüksüz yolalma (soft start), yağ geri dönüşünü sağlamak için yüksek verimli yağ seperatörleri kullanılmaktadır. (Isisan , 1999)

5-2 Hava Kaynaklı Isı Pompası Cihazlarının Dış Hava Sıcaklığına Bağlı Performans Değişimi

Havadan havaya tipteki ısı pompası cihazları kış mevsiminde dış sıcaklığa bağlı olarak performans kaybına uğrarlar. Bu performans dürtümünde rol oynayan iki önemli faktör bulunmaktadır. Bunlar ;

- 1) Dış sıcaklığın düşmesine paralel olarak düşen evaporasyon sıcaklığı nedeniyle, kompresör basınç farkının yükselmesi ve çevrim veriminin düşmesi;

TC. YÜKSEK YERLİK KONTROL
DOKÜMAN

2) Düşük sıcaklıklarda dış ünite (evaporatör) serpantinlerinde meydana gelen karlanmanın eritilmesi için defrost yapılma gereksinimidir.

(1) numaralı nedenle dış sıcaklığa bağlı olarak performans katsayısı (COP) düşmesi genellikle cihaz kataloglarında verilir. Burada iç ve dış ünite fanları için harcanan enerji dahil olmak üzere birim elektrik gücü için elde edilen ısıtma değeri COP tablolar veya diyagramlar halinde görülebilir. Bu kaynaklarda, $COP = \text{cihaz ısıtma gücü} / \text{cihaza beslenen toplam elektrik enerjisi}$ şeklinde tarif edilir. Farklı firmaların cihazları arasında aynı şartlarda performans farklılıkları bulunsa da, genellikle belirli kalite düzeyindeki cihazlar için, firmalar arası farkı ihmal ederek, dış sıcaklığa bağlı COP değişimi herhangi bir cihaz katalogundan alınabilir. (2) numaralı etki ise, cihaz kataloglarında verilmez. Bu etki dış hava şartlarına bağlıdır ve değişkendir. Ayrıca kullanım şartlarına da bağlıdır. Hava kaynaklı ısı pompası normal olarak yaz şartlarına göre, yani soğutma yüküne göre seçilir. Kış şartlarında ise mümkün olduğu kadar ısıtma yapar. Hava kaynaklı ısı pompası, örneğin İstanbul ikliminde, kış ısıtma yükünü karşılayacak güçte seçildiğinde, ekonomik olmayan bir biçimde çok büyük seçilmiş olur.

Defrost şartlarında cihazdan beklenen performans, kabullere göre değişkendir. Defrosta geçtiğinde cihaz ısıtma yapamadığı gibi, tam tersine odayı soğutur. Bu nedenle defrost süresince ısıtma açısından çift katlı bir dezavantaj ortaya çıkar. Hava kaynaklı ısı pompası ilk uygulandığında, ABD'de müşterilerin şikayetçi oldukları gözlenmiştir. Bunun nedeni defrost sürecinden kaynaklanmaktadır. Isıtmada hava kaynaklı ısı pompasını başarı ile kullanmak için, bina iyi izoleli olmalı ve hava sızıntısı minimuma indirilmelidir. İyi izoleli binalarda ısıtma ihtiyacı azaldığından, cihaz otomatik olarak termostat üzerinden kapanır ve doğal defrost sağlanır. Buradan hareketle, başarılı bir hava kaynaklı ısı pompası ısıtma performansı için, cihaz kapasitesinin bina ısı yükünün iki misli olması sonucuna ulaşılabilir. Eğer hava kaynaklı ısı pompası ile ısıtma yapılacaksa, artık elektrikli ısıtmaya ihtiyaç kalmamalıdır.

Defrost sırasındaki performans dürtümünü belirlemede en önemli nokta defrost süresinin ne olduğu ile ilişkilidir. Defrost süresi hakkında üretici firma kataloglarında bir değere rastlanılamamaktadır. Bu sürenin teorik olarak belirlenmesi ise oldukça güçtür.

6.TOPRAK VE HAVA KAYNAKLI ISI POMPALARI MALİYETLERİ

6.1 Toprak Kaynaklı Isı Pompası Maliyetleri

1)Yatırım Maliyeti

	Ebat/Kapasite	Miktar	Birim	Birim Fiyatı(USD)	Toplam Fiyatı (USD)
Polietilen Yeraltı Borusu		576	Metre	3,33 \$	1.918,08 \$
Yeraltı Boruları Delme Maliyeti	141x2	282	Metre	16,00 \$	4.512,00 \$
Isı Pompası -Robust		1	Adet	12.169,00 \$	12.169,00 \$
Ø15 Siyah Boru		11	Metre	3,00 \$	33,00 \$
Ø20 Siyah Boru		11	Metre	3,09 \$	33,99 \$
Ø25 Siyah Boru		21	Metre	3,87 \$	81,27 \$
Ø32 Siyah Boru		6	Metre	4,70 \$	28,20 \$
Ø40 Siyah Boru		3	Metre	6,48 \$	19,44 \$
Ø15 Kauçuk Boru İzolasyonu		11	Metre	7,13 \$	78,43 \$
Ø20 Kauçuk Boru İzolasyonu		11	Metre	7,99 \$	87,89 \$
Ø25 Kauçuk Boru İzolasyonu		21	Metre	9,45 \$	198,45 \$
Ø32 Kauçuk Boru İzolasyonu		6	Metre	10,78 \$	64,68 \$
Ø40 Kauçuk Boru İzolasyonu		3	Metre	11,91 \$	35,73 \$
Döşemeden Isıtma Boruları	Ø16 x 2 mm	2500	Metre	2,61 \$	6.525,00 \$
İzolasyon		350	m2	3,20 \$	1.120,00 \$
Kat İçi Kolektörleri		6	Adet	45,52 \$	273,12 \$
3/4" Küresel Vana		4	Adet	8,54 \$	34,16 \$
1" Küresel Vana		2	Adet	10,84 \$	21,68 \$
Mini Küresel Vanalar		128	Adet	4,06 \$	519,68 \$
Ø32 Kelebek Vanalar (Mek.Oda+Kolektörde)		8	Adet	44,66 \$	357,28 \$
Genleşme Deposu	LS-80 Litre	1	Adet	94,00 \$	94,00 \$
Pompalar	Wilo TopS 65/13	1	Adet	368,64 \$	368,64 \$
Glycol		90	lt	1,20 \$	108,00 \$
Ø32 Pislik Tutucu		2	Adet	10,21 \$	20,42 \$
1/2" Otomatik Pürjör		2	Adet	20,15 \$	40,30 \$
Termometre		4	Adet	7,48 \$	29,92 \$
Fan-Coil		10	Adet	200,00 \$	2.000,00 \$

Yatırım maliyeti toplam

$$I_A = 30.772 \$$$

2)İşletme Maliyeti

	Ebat/Kapasite	Miktar	Birim	Birim Fiyatı	Toplam Fiyatı (USD)
a) Isı Pompası Elektrik Giderleri	Isıtma Sezonunda	14	Kw	0,07 \$	1.749,27 \$
	Soğutma Sezonunda	10	Kw	0,07 \$	832,98 \$
b) Sirkülasyon Pompası Elektrik Giderleri		1	Kw	0,07 \$	207,90 \$
c) Fan-Coil Fanı Elektrik Giderleri	0,06KwX10Ad	0,6	Kw	0,07 \$	124,74 \$
d) Bakım ve Servis					75,00 \$

Yıllık işletme maliyeti (Faiz , fiyat eskelasyonları düşünülmeden)

$$(COM)_{pw} = 2.990 \$$$

Not : İşletme giderleri hesaplanırken cihazların ısıtma sezonunda günde 12 saat yılda 150 gün , soğutma sezonunda günde 10 saat , yılda 120 gün çalışacağı düşünülmüştür.

6.2 Hava Kaynaklı Isı Pompası Maliyetleri

Hava Kaynaklı sistem olarak Multisplit VRV kullanılmıştır.

1)Yatırım Maliyeti

	Ebat/Kapasite	Miktar	Birim	Birim Fiyatı	Toplam Fiyatı (USD)
a)Dış Ünite - RSXY 8K	2x22Kw	2	Adet	6.429,89 \$	12.859,79 \$
b) İç Ünite - FXYA 32 KVE	3200Kcal/h x 10	10	Adet	1.161,42 \$	11.614,21 \$
c) Borulama					3.426,36 \$
d) Refnet Joint KHRJ 18 T		6	Adet	118,64 \$	711,86 \$
d) Refnet Joint KHRJ 37 T		2	Adet	127,12 \$	254,24 \$

Yatırım maliyeti toplam

$$I_A = 28.866 \$$$

2)İşletme Maliyeti

	Ebat/Kapasite	Miktar	Birim	Birim Fiyatı	Toplam Fiyatı (USD)
a) Elektrik Giderleri	Dış Ünite - 2 Adet x10 Kw-Isıtma	20	Kw	0,07 \$	2.498,95 \$
	Dış Ünite - 2 Adet x10 Kw-Soğutma	20	Kw	0,07 \$	1.665,97 \$
	İç Ünite - 10 Adet x 0,023 Kw	0,23	Kw	0,07 \$	47,42 \$
b)Bakım ve Servis					75,00 \$

Yıllık işletme maliyeti (Faiz , fiyat eskelasyonları düşünülmeden) (COM)pw = 4.287 \$

Not : İşletme giderleri hesaplanırken cihazların ısıtma sezonunda günde 12 saat , yılda 150 gün soğutma sezonunda günde 10 saat , yılda 120 gün çalışacağı düşünülmüştür.

Sistemlerin analizi 15 sene için yapılmıştır.Yıllık Dolar faizi %8 , elektrik için fiyat eskelasyonu %4 seçilmiştir.

$$AF = ((1+i)^n \times i) / (1+i)^n - 1$$

(6.1)

Analiz Süresi (Yıl)	n =	15
Doların Yıllık Faiz Oranı	i =	0,08
Amortisman Faktörü	AF =	0,117
Elektrik	e _r =	0,04

Sabit yıllık yatırım maliyeti

Sabit yatırımın yıllık maliyeti aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır.

$$C_A = I_A \times AF \quad (6.2)$$

SİSTEM	I _A (\$)	C _A (\$/Yıl)
TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPASI	30.772 \$	3.595 \$
HAVA KAYNAKLI ISI POMPASI	28.866 \$	3.372 \$

Yıllık işletme giderleri

Yıllık işletme giderlerinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$(I_{OM})_{pw} = (C_{OM})_{pw} \times [1 - (1 + e_r)(1 + i)^{-n}] / (i - e_r) \quad (6.3)$$

$$C_{OM} = (I_{OM})_{pw} \times AF \quad (6.4)$$

SİSTEM	I _{(OM)PW} (\$)	C _{OM} (\$/Yıl)
TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPASI	32.311 \$	3.775 \$
HAVA KAYNAKLI ISI POMPASI	46.332 \$	5.413 \$

Yıllık toplam maliyet

$$C_T = C_A + C_{OM} \quad (\text{Şahin ve Aybers , 1995}) \quad (6.5)$$

	C _T (\$/Yıl)
TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPASI	7.370 \$
HAVA KAYNAKLI ISI POMPASI	8.785 \$

Burada kullanılan maliyet yöntemi bir değere getirilmiş maliyet yöntemidir.

Toprak kaynaklı ısı pompası , hava kaynaklı ısı pompasına göre yılda 1415 USD avantajı vardır. 15 yıllık analiz düşünülürse 21.225 USD hava kaynaklı sistem daha pahalıdır.

7. SONUÇLAR

Bir bölgede ısı pompası uygulamasına geçmeden önce ısı pompası kaynağının detaylı incelenmesi gerekir. Örneğin ısı kaynağı hava ise yıllık sıcaklık değişimi , hava kalitesi vs ; ısı kaynağı toprak ise toprak direnci , yıllık ortalama toprak sıcaklığı , toprak yapısı (kaya vs) gibi kriterlerin tahlil edilmesi gerekmektedir . Bu kriterler ilk yatırım giderlerini ve işletme giderlerini etkileyecek kriterlerdir. Ön araştırması iyi yapılmamış bir sistem ekonomik olmayacaktır .

Toprak kaynaklı ısı pompası sisteminin kaynağının geç ısınıp geç soğuduğu düşünülürse toprak kaynaklı sistemin performans katsayısı değişikliği azdır, daha kararlı bir yapıdadır ve dış hava sıcaklığından fazla etkilenmez . Toprak kaynaklı sistemin dış ünitesinin olmayışı yer konusunda rahatlık sağlar . Toprak altındaki boruların ömrünün 75-100 yıl olduğu düşünülürse , ömürlük giderleri düşüktür. Ayrıca toprak kaynaklı ısı pompasının belirli sıcaklık aralıklarında pasif soğutma (kompresör kullanılmadan sadece akışkanın toprak içerisinde sirküle ettirilmesi) ile de çalışabileceği düşünülürse hava kaynaklı sisteme göre önemli bir avantaja sahiptir. Hava kaynaklı sistemin kararlılık bakımından sakıncaları vardır. Sıcaklığın düşmesi sonucu performans katsayısında düşme olur .

İstanbul Hadımköy' de toprak kaynaklı ısı pompası uygulanmakta olan bir villada yaptığımız araştırma sonucu toprak kaynaklı ısı pompasının ilk yatırımın maliyetinin hava kaynaklı ısı pompası yatırım maliyetine göre daha yüksek , işletme giderlerinin ise daha az olduğu belirlenmiştir. Toprak kaynaklı ısı pompası ilk yatırım maliyetinin yüksekliğine ve seçtiğimiz hava kaynaklı ısı pompası türünün diğer hava kaynaklı ısı pompalarına göre pahalı olduğu halde , toprak kaynaklı ısı pompasının hava kaynaklı sisteme göre yaklaşık yılda bin dört yüz amerikan doları ve on beş yıllık analizleri yapıldığında yirmi bir bin amerikan dolar daha ucuz olduğu görülmüştür. Bu miktarın çok faktöre bağlı olduğu düşünülürse (Dış sıcaklık , Toprak Sıcaklığı vs.) bölgeden bölgeye değişebileceği açıktır .

KAYNAKLAR

Ataman, H ., (1991), Toprak Kaynaklı Bir Isı Pompası Tesisinin Tasarımı ve Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü (yayımlanmamış).

Genceli, F, (1998), İkincil Soğutucu Akışkanlar (Salamuralar), ASHRAE Temel El Kitabı, İ.T.Ü, İstanbul.

Hepbaşlı, A., (1983), Isı Pompası Sistemleri ve Konutların Isıtılması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü (yayımlanmamış).

Isısan Yayınları No:158 , (1999), Klima ve Havalandırma Tesisatı , İstanbul

İnternet URL : [http : www.heatpumpcentre.org](http://www.heatpumpcentre.org) , (2001) .

İnternet URL : [http : www.pnl.gov/fta/2 _ground.html](http://www.pnl.gov/fta/2_ground.html), (2001) .

İnternet URL : [http : www.discribe.ca /nordic/projtruro.html](http://www.discribe.ca/nordic/projtruro.html), (2001) .

İnternet URL : [http : www.igshpa.okstate.edu](http://www.igshpa.okstate.edu), (2001) .

İnternet URL : [http : www.ourworld.compuserve .com](http://www.ourworld.compuserve.com), (2001) .

İnternet URL : [http : www.cisti.nrc.ca/irc /library/pf07.html](http://www.cisti.nrc.ca/irc/library/pf07.html), (2001) .

İnternet URL : [http : www.svepinfo.se](http://www.svepinfo.se), (2001) .

Miles, L .,(1994), Heat Pumps, New York.

Özkol , N. , (1992) , Uygulamalı Soğutma Tekniği , İstanbul .

Şahin , B. , Aybers N., (1995) , Enerji Maliyeti, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları , İstanbul

TMMOB, (1999), Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları, İstanbul.

Türk Standartları Enstitüsü TS 825

Yeşil Çizgi Seminer Notları , (2001) , İstanbul.

Yılmaz, V.,(2000), Toprak Kaynaklı Isı Pompasının Klasik Sistemlerle Tekno – Ekonomik Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü (yayımlanmamış).

EKLER

- Ek 1 Isı yalıtım detayları
- Ek 2 Yapı elemanlarında yoğuşma kontrolü için sistem ve doyma basıncı tabloları
- Ek 3 Isı kaybı hesabı tabloları
- Ek 4 Güneş radyasyonu değerleri
- Ek 5 Döşemeden ısıtma abakları
- Ek 6 Yer kaloriferi hesap formu
- Ek 7 Yeşil çizgi firması hesapları
- Ek 8 Isı pompası kataloğu
- Ek 9 Sirkülasyon pompaları kataloğu
- Ek 10 Kapalı genleşme deposu kataloğu
- Ek 11 Vrv cihaz kataloğu
- Ek 12 Projeler



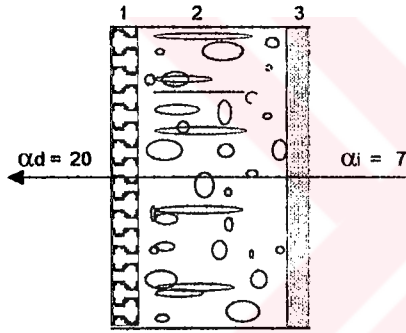
Ek 1 Isı yalıtım detayları



ISI YALITIM DETAYI

Tesisin Adı : SAN-BİR VİLLALARI / HADIMKÖY

DİŞ DUVAR

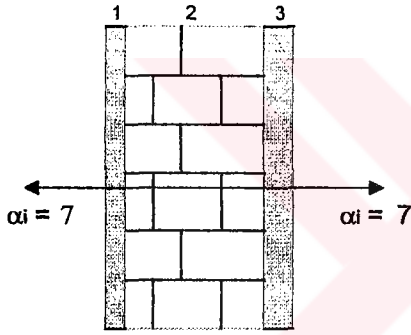


No	Yapı Bileşeni	d (m)	λ	$d/\lambda = 1/\Lambda$	
	Kaplama malzemesi	İhmal			
1	Polistren	0,040	0,026	1,550	
2	Betonarme	0,200	1,800	0,111	
3	İç Sıva	0,020	0,750	0,027	
Toplam(1/Λ)				1,688	
				$1/\alpha_i$	0,143
				$1/\alpha_d$	0,050
$1/K = 1/\alpha_i + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + \dots + 1/\alpha_d$					1,881
				K	0,532

ISI YALITIM DETAYI

Tesisin Adı : SAN-BİR VİLLALARI / HADIMKÖY

İÇ DUVAR

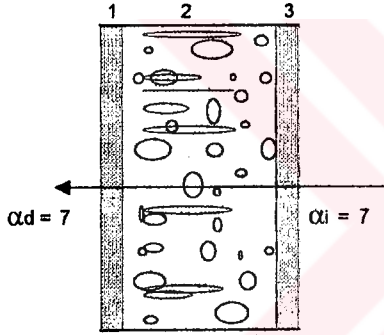


No	Yapı Bileşeni	d (m)	λ	$d/\lambda = 1/\Lambda$
1	İç Sıva	0,020	0,750	0,027
2	Delikli tuğla	0,135	0,430	0,314
3	İç Sıva	0,020	0,750	0,027
Toplam(1/Λ)				0,367
$1/\alpha_i$				0,143
$1/\alpha_i$				0,143
$1/K = 1/\alpha_i + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + \dots + 1/\alpha_d$				0,653
K				1,531

ISI YALITIM DETAYI

Tesisin Adı : SAN-BİR VİLLALARI / HADIMKÖY

İÇ DUVAR

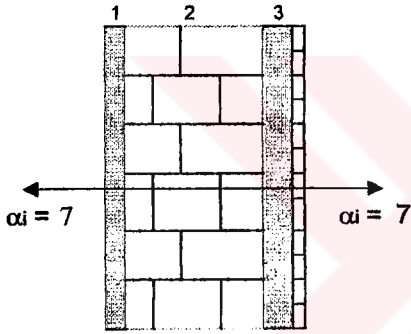


No	Yapı Bileşeni	d (m)	λ	$d/\lambda = 1/\Lambda$
1	İç Sıva	0,020	0,750	0,027
2	Betonarme	0,200	1,800	0,111
3	İç Sıva	0,020	0,750	0,027
Toplam($1/\Lambda$)				0,164
$1/\alpha_i$				0,143
$1/\alpha_d$				0,143
$1/K = 1/\alpha_i + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + \dots + 1/\alpha_d$				0,450
K				2,221

ISI YALITIM DETAYI

Tesisin Adı : SAN-BİR VİLLALARI / HADIMKÖY

İÇ DUVAR

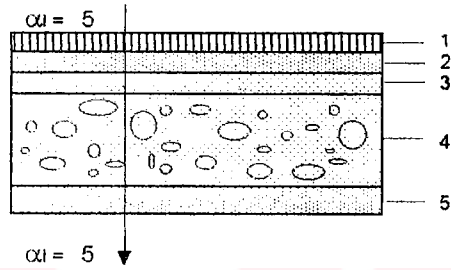


No	Yapı Bileşeni	d (m)	λ	d/ λ = 1/ Λ
1	İç Sıva	0,020	0,750	0,027
2	Delikli tuğla	0,135	0,430	0,314
3	Harç	0,020	1,200	0,017
4	Fayans Seramik	İhmal		
Toplam(1/ Λ)				0,357
1/ α_i				0,143
1/ α_i				0,143
$1/K = 1/\alpha_i + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + \dots + 1/\alpha_i$				0,643
K				1,555

ISI YALITIM DETAYI

Tesisin Adı : SAN-BİR VİLLALARI / HADIMKÖY

DÖŞEME - ARA KAT

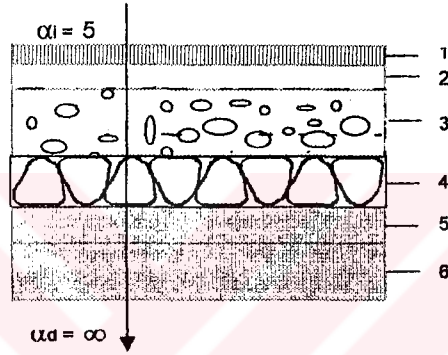


No	Yapı Bileşeni	d (m)	λ	$d/\lambda = 1/\Lambda$
1	Kaplama malzemesi	ihmal		
2	Harç	0,025	1,200	0,021
3	Tesviye Betonu	0,030	1,800	0,017
4	Beton	0,200	1,800	0,111
5	Tavan Sıvası	0,020	0,750	0,027
Toplam(1/ Λ)				0,175
$1/\alpha_i$				0,200
$1/\alpha_s$				0,200
$1/K = 1/\alpha_i + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + \dots + 1/\alpha_s$				0,575
K				1,738

ISI YALITIM DETAYI

Tesisin Adı : SAN-BİR VİLLALARI / HADIMKÖY

DÖŞEME - TOPRAK TEMASLI

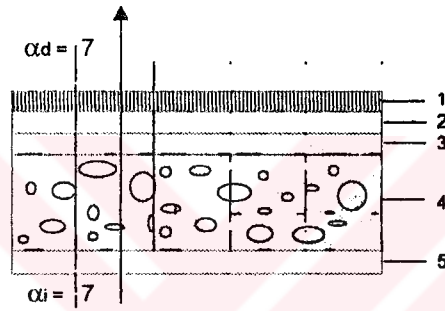


No	Yapı Bileşeni	d (m)	λ	$d/\lambda = 1/\Lambda$
1	Kaplama malzemesi	ihmal		
2	Şap	0,060	1,200	0,050
3	İzolasyon malzemesi	0,050	0,026	1,938
4	Grobeton	0,150	1,800	0,083
5	Blokaj	0,150	3,000	0,050
6	Kum	0,100	1,200	0,083
7	Sıkıştırılmış toprak	0,000	1,800	0,000
Toplam(1/Λ)				2,205
1/α _i				0,200
1/α _d				0,000
1/ K = 1/α _i + d ₁ /λ ₁ + d ₂ /λ ₂ + + 1/α _d				2,405
K				0,418

ISI YALITIM DETAYI

Tesisin Adı : SAN-BİR VİLLALARI / HADIMKÖY

TAVAN

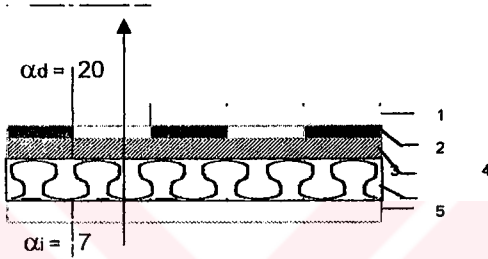


No	Yapı Bileşeni	d (m)	λ	$d/\lambda = 1/\Lambda$
1	Kaplama malzemesi	ihmal		
2	Harç	0,025	1,200	0,021
3	Tesviye Betonu	0,030	1,800	0,017
4	Beton	0,200	1,800	0,111
5	Tavan Sıvası	0,020	0,750	0,027
Toplam(1/ Λ)				0,175
$1/\alpha_i$				0,143
$1/\alpha_d$				0,143
$1/K = 1/\alpha_i + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + \dots + 1/\alpha_d$				0,461
K				2,169

ISI YALITIM DETAYI

Tesisin Adı : SAN-BİR VİLLALARI / HADIMKÖY

MERDİVEN ÜSTÜ ÇATISI

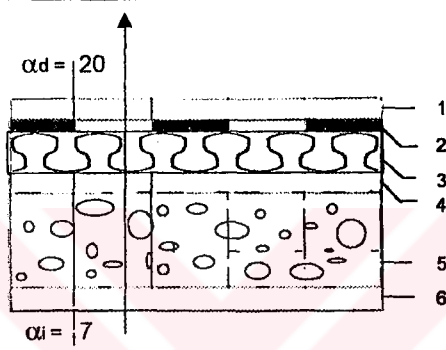


No	Yapı Bileşeni	d (m)	λ	$d/\lambda = 1/\Lambda$
1	Metal kaplama	ihmal		
2	Su Yalıtımı	ihmal		
3	Ahşap kaplama	0,020	0,180	0,111
4	Styrofoam	0,050	0,026	1,938
6	Kaplama malzemesi	ihmal		
Toplam(1/Λ)				2,049
$1/\alpha_i$				0,143
$1/\alpha_d$				0,050
$1/K = 1/\alpha_i + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + \dots + 1/\alpha_d$				2,242
K				0,446

ISI YALITIM DETAYI

Tesisin Adı : SAN-BİR VİLLALARI / HADIMKÖY

TERAS ÇATI

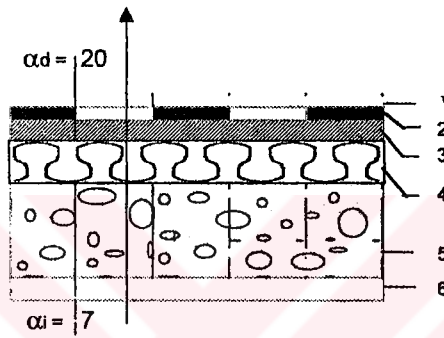


No	Yapı Bileşeni	d (m)	λ	d/λ = 1/Λ
1	Kaplama malzemesi	İhmal		
2	Su Yalıtımı	İhmal		
3	Styrofoam	0,050	0,026	1,938
4	Tesviye Betonu	0,030	1,800	0,017
5	Beton	0,200	1,800	0,111
6	Tavan Sıvası	0,020	0,750	0,027
Toplam(1/Λ)				2,092
1/αi				0,143
1/αd				0,050
1/ K = 1/αi + d1/λ.1 + d2/λ.2 + + 1/αd				2,285
K				0,438

ISI YALITIM DETAYI

Tesisin Adı : SAN-BİR VİLLALARI / HADIMKÖY

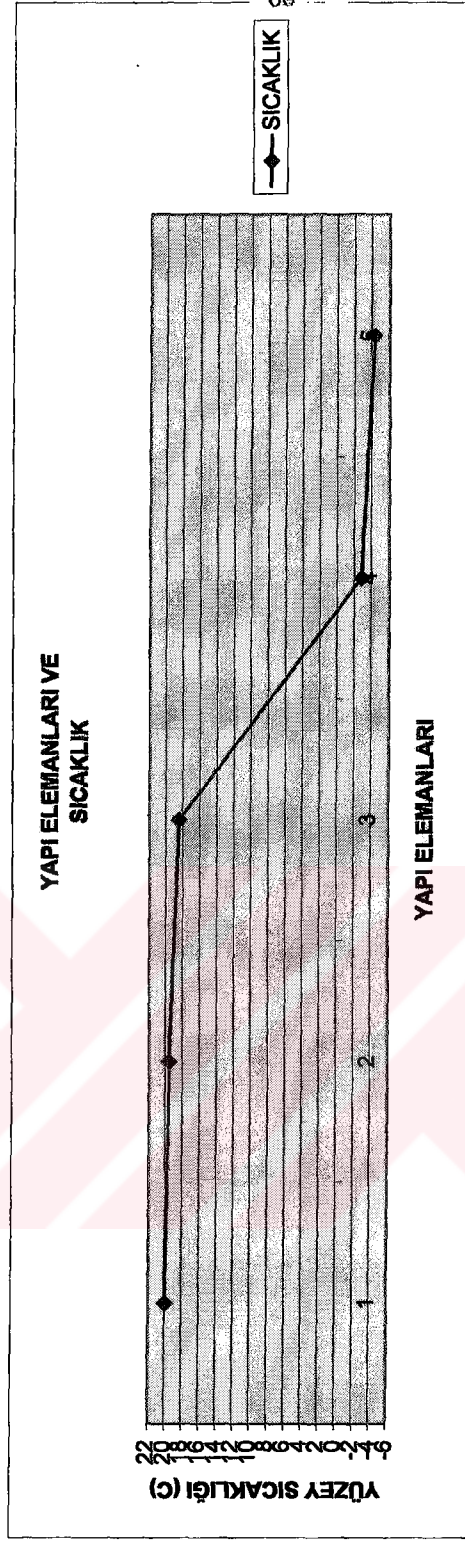
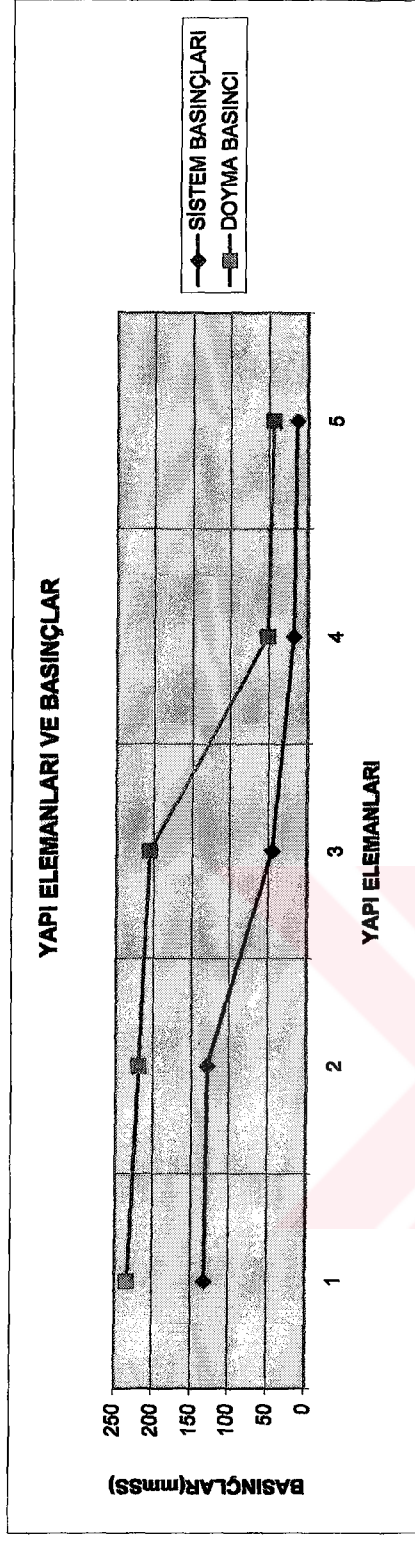
TONOZ ÇATI



No	Yapı Bileşeni	d (m)	λ	$d/\lambda = 1/\Lambda$
1	Metal kaplama	ihmal		
2	Su Yalıtımı	ihmal		
3	Ahşap kaplama	0,020	0,180	0,111
4	Isı Yalıtımı	0,040	0,026	1,550
5	Beton	0,150	1,800	0,083
6	Tavan Sıvası	0,020	0,750	0,027
Toplam($1/\Lambda$)				1,771
				$1/\alpha_i$
				0,143
				$1/\alpha_d$
				0,050
$1/K = 1/\alpha_i + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + \dots + 1/\alpha_d$				1,964
K				0,509

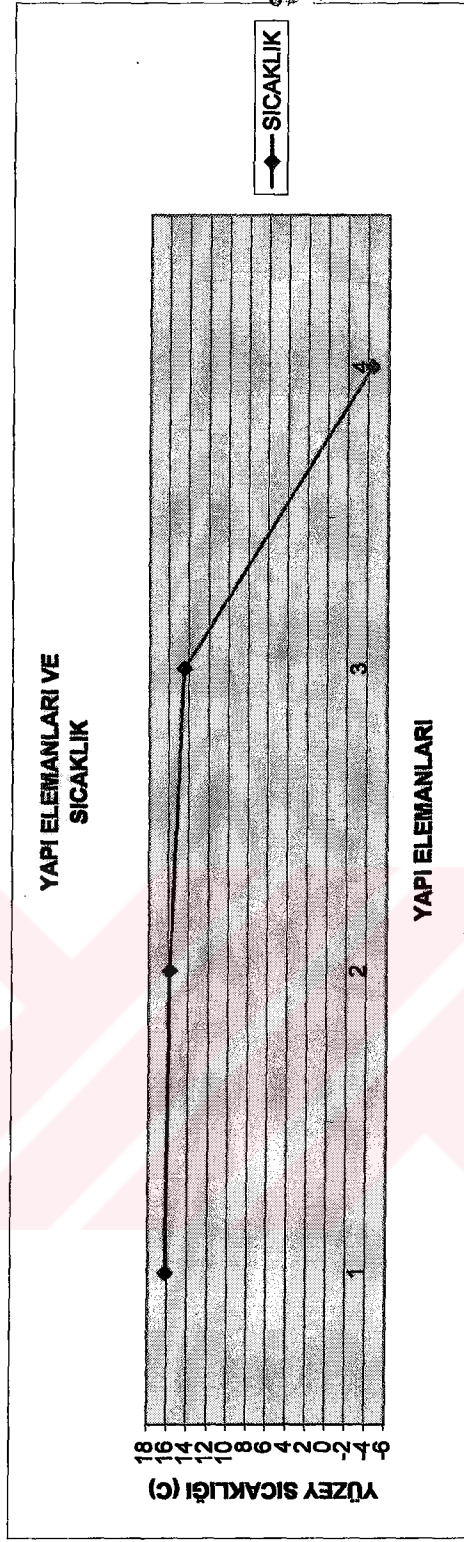
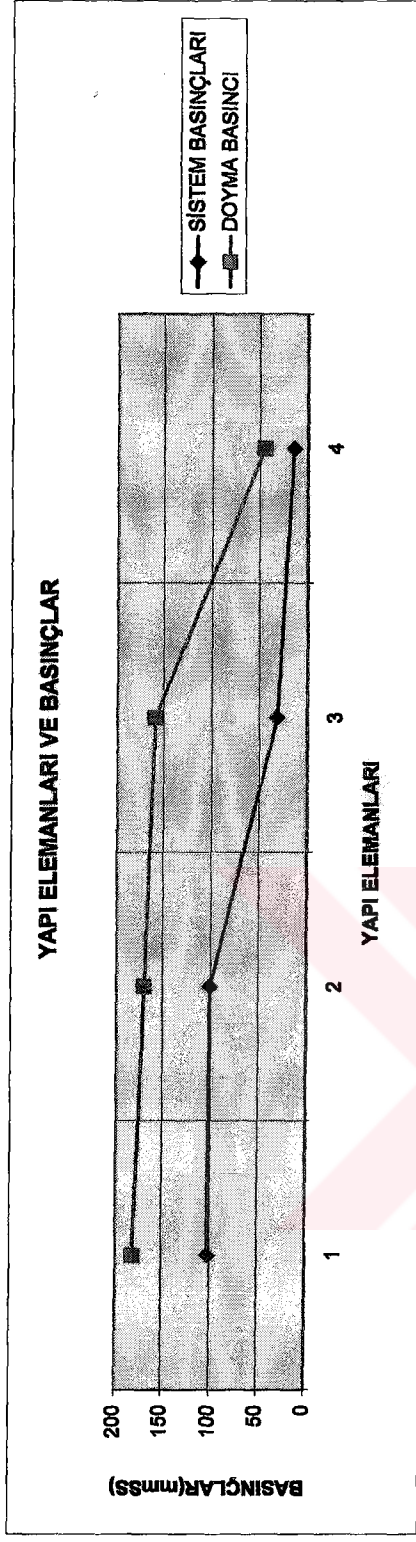
Ek 2 Yapı elemanlarında yoğuşma kontrolü için sistem ve doyma basıncı tabloları

MAHAL	Z07-Salon
DUVAR	Tonoz Çati
İÇ ORTAM SICAKLIĞI (C)	22
DIŞ ORTAM SICAKLIĞI (C)	-5
İÇ ORTAM VE DIŞ ORTAM ARASINDAKİ TOPLAM ISI TRANSFER MİKTARI(Kcal/m2h)	13,828
İÇ ORTAM BAGIL NEMİ(%)	50
DIŞ ORTAM BAGIL NEMİ(%)	35
İÇ ORTAM BASINCI(mmSS)	132,2
DIŞ ORTAM BASINCI(mmSS)	14,76
YAPI SİSTEMİNİN TOPLAM BUHAR GEÇİRGENLİĞİ KATSAYISI (kg / m2 h mmSS)	2,69x10 ⁻⁷
İÇ ORTAM İLE DIŞ ORTAM ARASINDAKİ TOPLAM BUHAR DİFÜZYONU MİKTARI (Kg / m2 h)	3,17x10 ⁻⁶



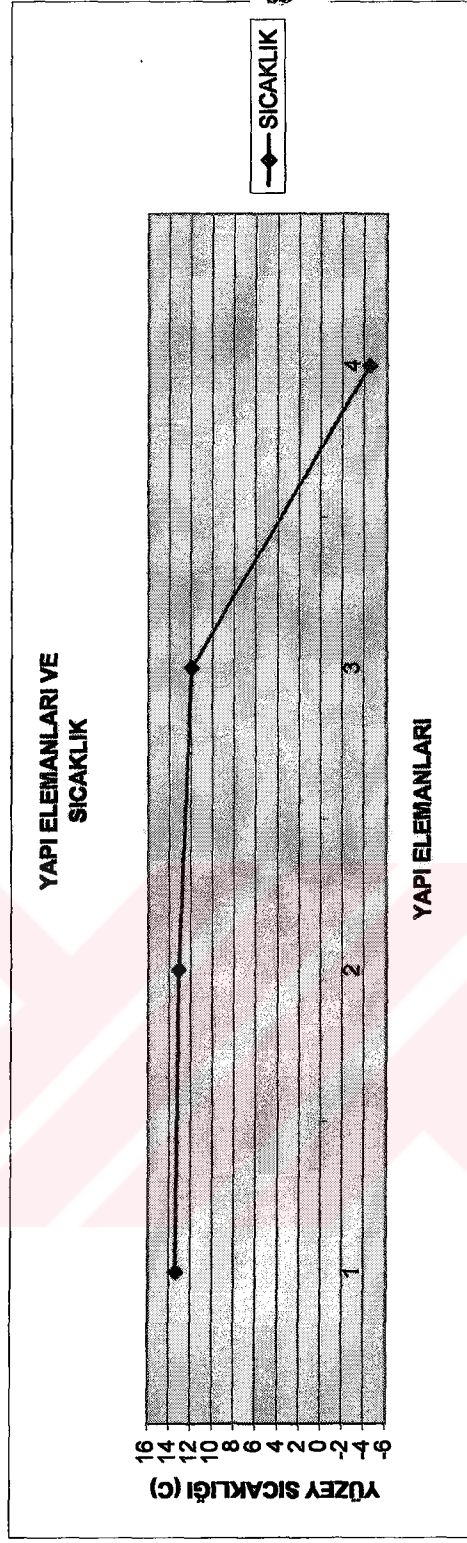
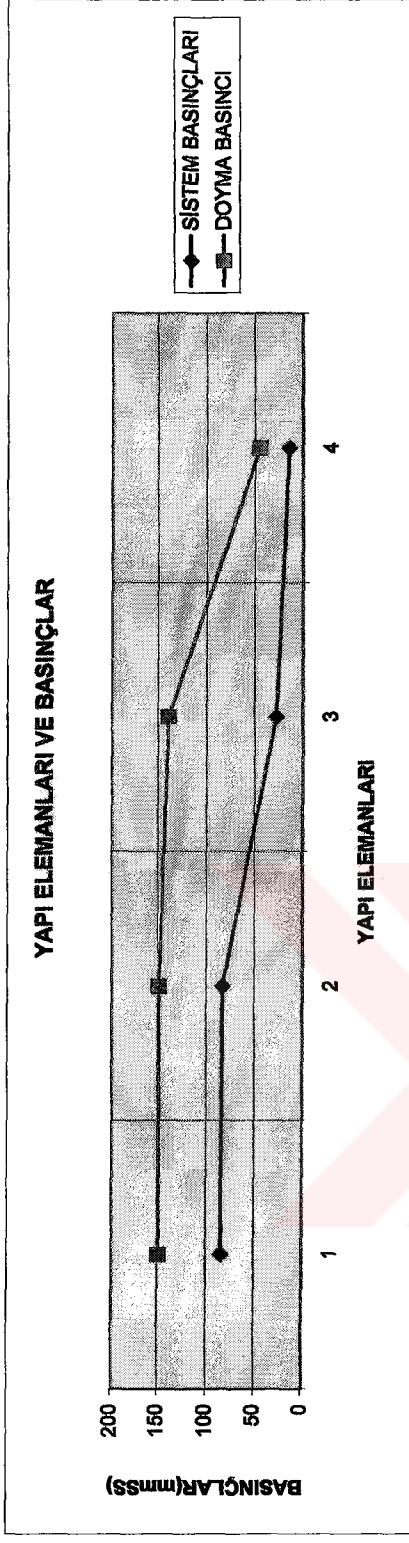
YAPI ELEMANLARI	KALINLIĞI(mm)	YÜZEY SICAKLIĞI (C)	BUHAR DİFÜZYON DİRENCİ (kg / m h mmSS)	SİSTEM BASINÇLARI (mmSS)	DOYMA BASINCI (mmSS)	MUTLAK NEM(Kg /Kg KH)
1 İç Yüze		20,02		132,22	233,88	0,014
2 Tavan Sivasi	20	19,66	2,5x10 ⁻⁷	129,6	219,7	0,014
3 Beton	150	18,5	5,6x10 ⁻⁸	45,77	206,43	0,012
4 Isı Yalıtımı	40	-2,77	4,62x10 ⁻⁸	18,31	52,79	0,003
5 Ahşap Kaplama	20	-4,31	1,56x10 ⁻⁷	14,24	45,49	0,002

MAHAL	Z02-Mutfak
DUVAR	Dış Duvar
İÇ ORTAM SICAKLIĞI (C)	18
DİŞ ORTAM SICAKLIĞI (C)	-5
İÇ ORTAM VE DİŞ ORTAM ARASINDAKİ TOPLAM ISI TRANSFER MİKTARI(Kcal/m2h)	12,305
İÇ ORTAM BAĞIL NEMİ(%)	50
DİŞ ORTAM BAĞIL NEMİ(%)	35
İÇ ORTAM BASINCI(mmSS)	103,2
DİŞ ORTAM BASINCI(mmSS)	14,76
YAPI SİSTEMİNİN TOPLAM BUHAR GEÇİRGENLİĞİ KATSAYISI (kg / m2 h mmSS)	$2,2 \times 10^{-7}$
İÇ ORTAM İLE DİŞ ORTAM ARASINDAKİ TOPLAM BUHAR DİFÜZYONU MİKTARI (Kg / m2 h)	$1,9 \times 10^{-5}$



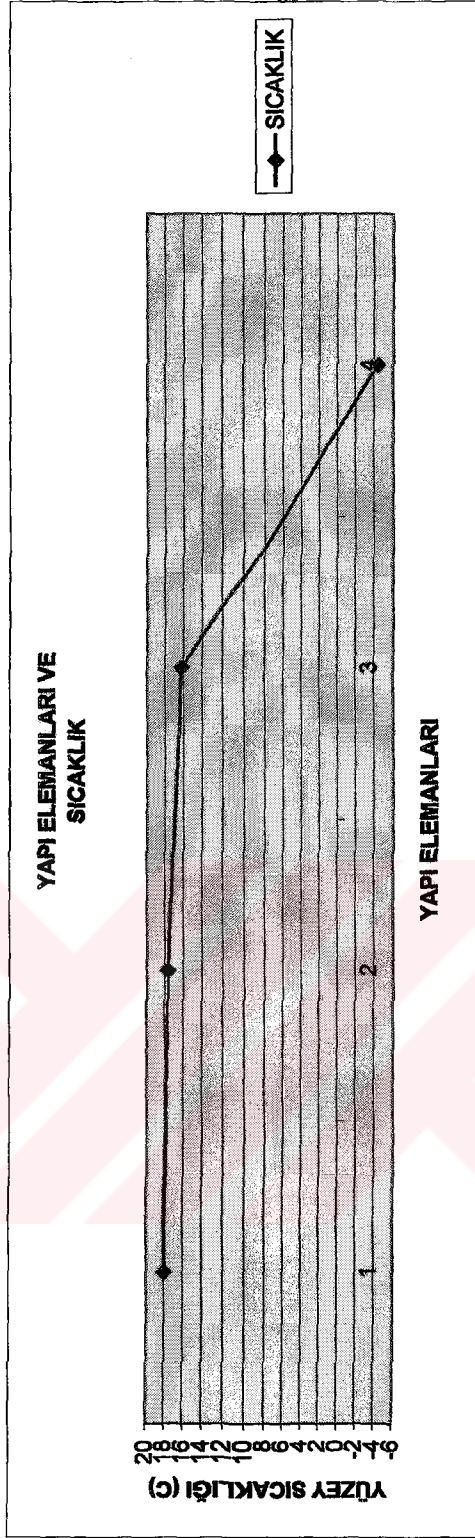
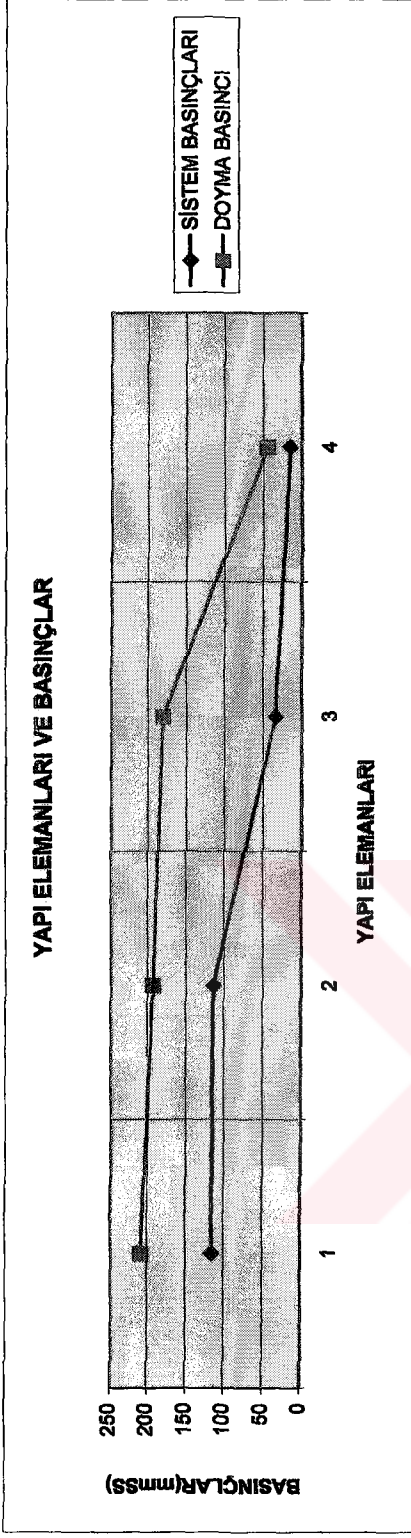
YAPI ELEMANLARI	KALINLIĞI(mm)	YÜZEY SICAKLIĞI (C)	BUHAR DİFÜZYON DİRENCİ (kg / m h mmSS)	SİSTEM BASINÇLARI (mmSS)	DOYMA BASINCI (mmSS)	MUTLAK NEM(Kg /Kg KH)
1	İç Yüzey	16,24		103,2	181,84	0,011
2	İç Siva	15,91	$2,5 \times 10^{-7}$	101,61	170,54	0,01
3	Betonarme	14,55	$5,6 \times 10^{-8}$	31,44	159,87	0,009
4	Polistren	-4,38	$4,6 \times 10^{-8}$	14,22	45,49	0,002
5						
6						
7						

MAHAL	Bod.-B05
DUVAR	Dış Duvar
İÇ ORTAM SICAKLIĞI (C)	15
DİŞ ORTAM SICAKLIĞI (C)	-5
İÇ ORTAM VE DİŞ ORTAM ARASINDAKİ TOPLAM ISI TRANSFER MİKTARI(Kcal/m2h)	10,7
İÇ ORTAM BAGIL NEMİ(%)	50
DİŞ ORTAM BAGIL NEMİ(%)	35
İÇ ORTAM BASINCI(mmSS)	85,27
DİŞ ORTAM BASINCI(mmSS)	14,76
YAPI SİSTEMİNİN TOPLAM BUHAR GEÇİRGENLİĞİ KATSAYISI (kg / m2 h mmSS)	2,2x10 ⁻⁷
İÇ ORTAM İLE DİŞ ORTAM ARASINDAKİ TOPLAM BUHAR DİFÜZYONU MİKTARI (Kg / m2 h)	1,59x10 ⁻⁵



YAPI ELEMANLARI	KALINLIĞI(mm)	YÜZEY SICAKLIĞI (C)	BUHAR DİFÜZYON DİRENCİ (kg / m h mmSS)	SİSTEM BASINÇLARI (mmSS)	DOYMA BASINCI (mmSS)	MUTLAK NEM(Kg /Kg KH)
1 İç Yüzev		13,47		85,26	149,78	0,009
2 İç Sıva	20	13,19	2,5x10 ⁻⁷	83,99	149,78	0,009
3 Betonarme	200	12	5,6x10 ⁻⁸	28,01	140,26	0,008
4 Polistren	40	-4,46	4,6x10 ⁻⁸	14,27	45,49	0,002
5						
6						
7						

MAHAL	Bod.-B03
DUVAR	Dış Duvar
İÇ ORTAM SICAKLIĞI (C)	20
DIŞ ORTAM SICAKLIĞI (C)	-5
İÇ ORTAM VE DIŞ ORTAM ARASINDAKİ TOPLAM ISI TRANSFER	
MİKTARI(Kcal/m ² h)	13,375
İÇ ORTAM BAĞIL NEMİ(%)	50
DIŞ ORTAM BAĞIL NEMİ(%)	35
İÇ ORTAM BASINCI(mmSS)	116,9
DIŞ ORTAM BASINCI(mmSS)	14,76
YAPI SİSTEMİNİN TOPLAM BUHAR GEÇİRGENLİĞİ	
KATSAYISI (kg / m ² h mmSS)	2,2x10 ⁻⁷
İÇ ORTAM İLE DIŞ ORTAM ARASINDAKİ TOPLAM BUHAR DİFÜZYONU MİKTARI (Kg / m ² h)	2,28x10 ⁻⁵



YAPI ELEMANLARI	KALINLIĞI(mm)	YÜZEY SICAKLIĞI (C)	BUHAR DİFÜZYON DİRENCİ (kg / m h mmSS)	SİSTEM BASINÇLARI (mmSS)	DOYMA BASINCI (mmSS)	MUTLAK NEM(Kg /Kg KH)
1 İç Yüzy		18,09		116,92	209,43	0,012
2 İç Sıva	20	17,73	2,5x10 ⁻⁷	115,1	193,79	0,012
3 Betonarme	200	16,25	5,6x10 ⁻⁸	34,68	181,84	0,011
4 Polistren	40	-4,33	4,6x10 ⁻⁸	14,94	45,49	0,002
5						
6						
7						

Ek 3 Isı kaybı hesabı tabloları

TOPLAM ISI KAYBI HESABI TABLOSU

MAHAL	SICAKLIK	KAYIP	
B02	22 C	635,4	
B03	20 C	1312,5	
B05	15 C	1356,1	
TASLIK	15 C	1136,1	
Z01	22 C	583,2	
Z02	18 C	2751,9	
Z03	22 C	1086,4	
Z05	22 C	1332,7	
Z06	22 C	2372,0	
Z07	22 C	6234,0	
Z08	22 C	2430,0	
101	22 C	829,7	
102	20 C	2632,5	
BANYO	26 C	1463,0	
104	20 C	778,7	
105	20 C	829,0	
BANYO2	26 C	305,2	
TOPLAM		28.068	kcal/h

32,64	kW
--------------	-----------

111.372	Btu/h
----------------	--------------

Ek 4 Güneş radyasyonu değerleri

Her Bir Derece Güneş İçin Ortalama Aylık Güneş Işınımı Şiddeti Değeri: (W / m²)

	OCAK	ŞUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMİZ	AGUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
1	10,18	33,34	51,84	80,26	91,15	94,78	92,23	93,43	85,90	80,70	67,20	65,60
Bölge	10,18	33,34	51,84	80,26	91,15	94,78	92,23	93,43	85,90	80,70	67,20	65,60
2	27,55	39,25	53,72	65,74	79,55	83,32	81,29	73,62	59,33	41,67	28,31	24,02
Bölge	27,55	39,25	53,72	65,74	79,55	83,32	81,29	73,62	59,33	41,67	28,31	24,02
3	44,32	57,39	73,21	90,21	115,05	122,45	118,45	105,12	81,68	53,35	42,92	38,74
Bölge	44,32	57,39	73,21	90,21	115,05	122,45	118,45	105,12	81,68	53,35	42,92	38,74
4	71,67	85,03	96,31	94,24	93,29	94,98	93,29	84,60	69,47	53,33	66,50	53,57
Bölge	71,67	85,03	96,31	94,24	93,29	94,98	93,29	84,60	69,47	53,33	66,50	53,57
5	54,55	65,40	51,30	65,33	79,12	83,44	81,17	72,58	55,29	39,02	25,59	21,22
Bölge	54,55	65,40	51,30	65,33	79,12	83,44	81,17	72,58	55,29	39,02	25,59	21,22
6	41,45	55,75	70,98	89,18	113,98	121,19	117,28	105,22	80,59	58,51	40,39	35,83
Bölge	41,45	55,75	70,98	89,18	113,98	121,19	117,28	105,22	80,59	58,51	40,39	35,83
7	73,12	83,49	92,13	90,51	91,25	94,73	92,26	90,68	85,93	80,91	67,23	65,49
Bölge	73,12	83,49	92,13	90,51	91,25	94,73	92,26	90,68	85,93	80,91	67,23	65,49
8	27,25	33,05	53,55	66,64	78,52	83,33	81,29	73,55	58,19	41,48	28,12	23,82
Bölge	27,25	33,05	53,55	66,64	78,52	83,33	81,29	73,55	58,19	41,48	28,12	23,82
9	44,13	57,73	78,11	90,13	114,96	122,35	118,35	106,05	81,60	60,26	42,66	38,54
Bölge	44,13	57,73	78,11	90,13	114,96	122,35	118,35	106,05	81,60	60,26	42,66	38,54
10	72,24	84,77	95,53	83,31	92,70	94,72	92,93	93,60	89,39	82,85	66,95	64,10
Bölge	72,24	84,77	95,53	83,31	92,70	94,72	92,93	93,60	89,39	82,85	66,95	64,10
11	25,18	36,03	51,83	65,64	79,23	83,42	81,21	72,82	56,74	39,59	26,17	21,82
Bölge	25,18	36,03	51,83	65,64	79,23	83,42	81,21	72,82	56,74	39,59	26,17	21,82
12	42,10	56,22	77,17	89,38	114,16	121,42	117,50	105,39	80,92	59,00	40,93	36,48
Bölge	42,10	56,22	77,17	89,38	114,16	121,42	117,50	105,39	80,92	59,00	40,93	36,48

A - En büyük ve en küçük A_{lok}/V_{lok} oranları için ısıtma enerjisi değerleri

	$A/V \leq 0.2$ için	$A/V \geq 1.05$ için	
$Q'_{1,lok} =$	27	66	kWh/m ³
	8,5	21	kWh/m ³
$Q'_{2,lok} =$	48	104	kWh/m ³
	14,7	33	kWh/m ³
$Q'_{3,lok} =$	64	121	kWh/m ³
	20,4	39	kWh/m ³
$Q'_{4,lok} =$	104	175	kWh/m ³
	33,4	56	kWh/m ³

B - Bölgelere göre A_{lok}/V_{lok} oranlarına bağlı olarak gereken Q'nun hesaplanması

A_N ile ilişkili $Q'_{1,lok} =$	46,62	A/V	+ 17,38	[kWh/m ³]
V_{lok} ile ilişkili $Q'_{1,lok} =$	14,92	A/V	+ 5,56	[kWh/m ³]
A_N ile ilişkili $Q'_{2,lok} =$	68,59	A/V	+ 32,30	[kWh/m ³]
V_{lok} ile ilişkili $Q'_{2,lok} =$	21,95	A/V	+ 10,34	[kWh/m ³]
A_N ile ilişkili $Q'_{3,lok} =$	67,29	A/V	+ 50,18	[kWh/m ³]
V_{lok} ile ilişkili $Q'_{3,lok} =$	21,74	A/V	+ 16,05	[kWh/m ³]
A_N ile ilişkili $Q'_{4,lok} =$	82,81	A/V	+ 87,70	[kWh/m ³]
V_{lok} ile ilişkili $Q'_{4,lok} =$	28,5	A/V	+ 28,08	[kWh/m ³]

C - Bölgelere göre tavsiye edilen U değerleri

	U_L (W/m ² K)	U_I (W/m ² K)	U_i (W/m ² K)	U_p^* (W/m ² K)
1. Bölge	0,80	0,50	0,80	2,80
2. Bölge	0,60	0,40	0,60	2,80
3. Bölge	0,50	0,30	0,45	2,80
4. Bölge	0,40	0,25	0,40	2,80

Bütün Derece Gün Bölgeleri İçin Hesaplamalarda Kullanılacak Olan Ortalama Aylık Güneş Işınımı Şiddeti Değerleri [W/m²]

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
I güney =	72	84	95	83	92	95	93	93	89	82	67	64
I kuzey =	26	37	52	66	79	83	81	73	57	40	27	22
I batı/doğu =	43	57	77	90	114	122	118	106	81	59	41	37

HAZIRAN

Yön	Saat	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
K	A(m2)	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64
KKD	R(W/m2)	101	63	37	41	44	44	44	44	44	41	37	63	101
KD	TOP (W)	3296,64	2056,32	1207,68	1338,24	1436,16	1436,16	1436,16	1436,16	1436,16	1338,24	1207,68	2056,32	3296,64
DKD														
D	A(m2)	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6
DGD	R(W/m2)	397	507	511	448	299	138	44	44	44	41	37	31	19
GD	TOP (W)	19691,2	25147,2	25345,6	22220,8	14830,4	6844,8	2182,4	2182,4	2182,4	2033,6	1835,2	1537,6	942,4
GGD														
G	A(m2)	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3
GGB	R(W/m2)	19	31	37	59	109	138	170	138	109	59	37	31	19
GB	TOP (W)	860,7	1404,3	1676,1	2672,7	4937,7	6251,4	7701	6251,4	4937,7	2672,7	1676,1	1404,3	860,7
BGB														
B	A(m2)	0												
BKB	R(W/m2)													
KB	TOP (W)													
KKB														
TAVAN														
TOPLAM		23848,5	28607,8	28229,4	26231,7	21204,3	14532,4	11319,6	9869,96	8556,26	6044,54	4718,98	4998,22	5099,74

TEMMUZ

Yön	Saat	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
K	A(m2)	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64
KKD	R(W/m2)	76	44	37	41	44	44	44	44	44	41	37	44	76
KD	TOP (W)	2480,64	1436,16	1207,68	1338,24	1436,16	1436,16	1436,16	1436,16	1436,16	1338,24	1207,68	1436,16	2480,64
DKD														
D	A(m2)	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6
DGD	R(W/m2)	372	507	516	454	308	135	44	44	44	41	37	31	15
GD	TOP (W)	18451,2	25147,2	25593,6	22518,4	15276,8	6696	2182,4	2182,4	2182,4	2033,6	1835,2	1537,6	744
GGD														
G	A(m2)	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3
GGB	R(W/m2)	15	31	41	81	138	198	218	198	138	81	41	31	15
GB	TOP (W)	679,5	1404,3	1857,3	3669,3	6251,4	8969,4	9875,4	8969,4	6251,4	3669,3	1857,3	1404,3	679,5
BGB														
B	A(m2)	0												
BKB	R(W/m2)													
KB	TOP (W)													
KKB														
TAVAN														
TOPLAM		21611,3	27987,7	28658,6	27525,9	22964,4	17101,6	13494	12588	9869,96	7041,14	4900,18	4378,06	3904,14

AĞUSTOS

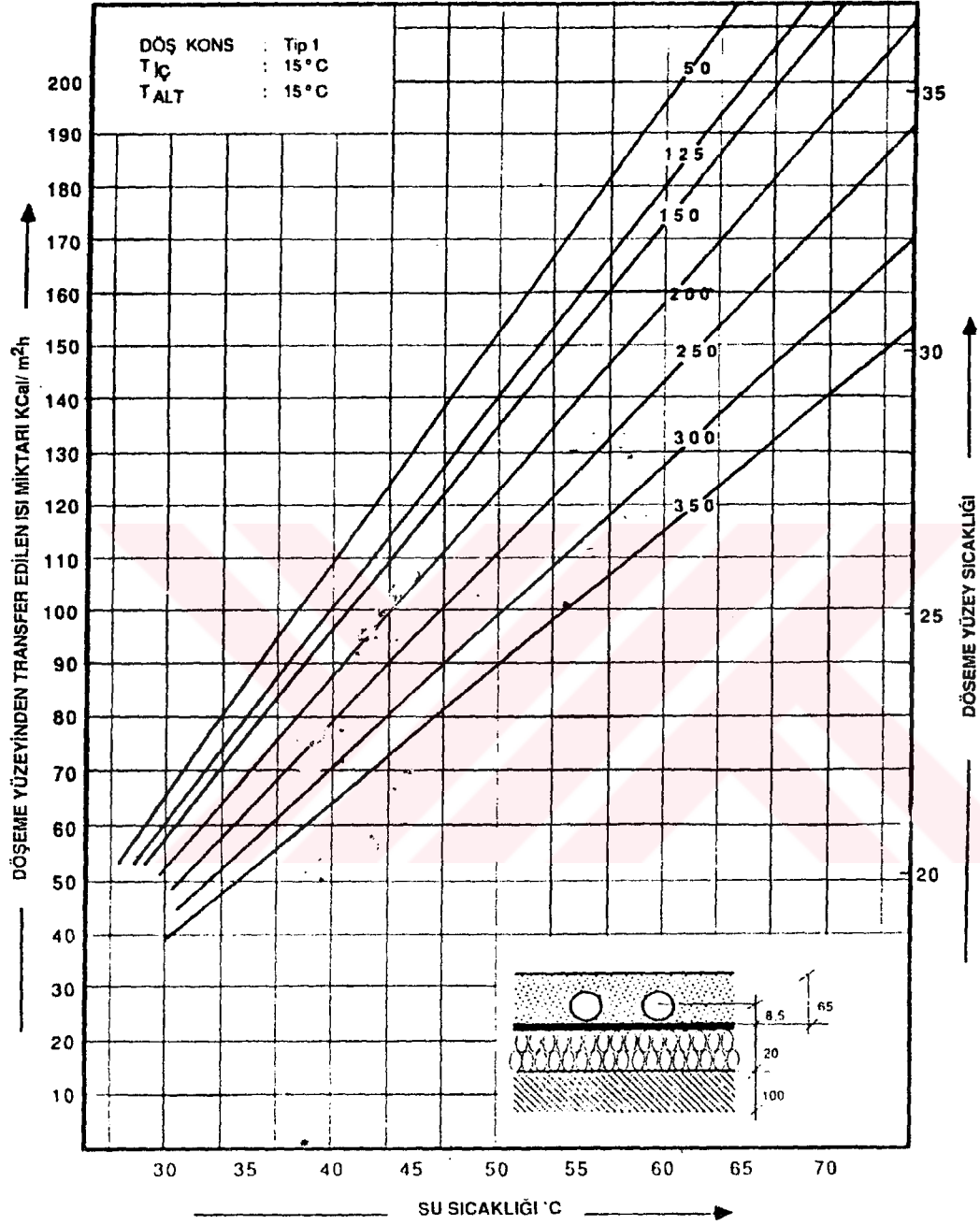
Yön	Saat	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
K	A(m2)	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64
KKD	R(W/m2)	22	24	34	41	44	44	44	44	44	41	34	24	22
KD	TOP (W)	718,08	783,36	1109,76	1338,24	1436,16	1436,16	1436,16	1436,16	1436,16	1338,24	1109,76	783,36	718,08
DKD														
D	A(m2)	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6
DGD	R(W/m2)	264	463	511	457	318	142	44	44	44	41	34	24	24
GD	TOP (W)	13094,4	22964,8	25345,6	22667,2	15772,8	7043,2	2182,4	2182,4	2182,4	2033,6	1686,4	1190,4	1190,4
GGD														
G	A(m2)	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3
GGB	R(W/m2)	9	24	76	160	280	306	320	306	280	161	76	24	24
GB	TOP (W)	407,7	1087,2	3442,8	7248	12684	13861,8	14496	13861,8	12684	7293,3	3442,8	1087,2	1087,2
BGB														
B	A(m2)	0												
BKB	R(W/m2)													
KB	TOP (W)													
KKB														
TAVAN														
TOPLAM		14220,2	24835,4	29898,2	31253,4	29893	22341,2	18114,6	17480,4	16302,6	10665,1	6238,96	3060,96	2995,68

EYLÜL

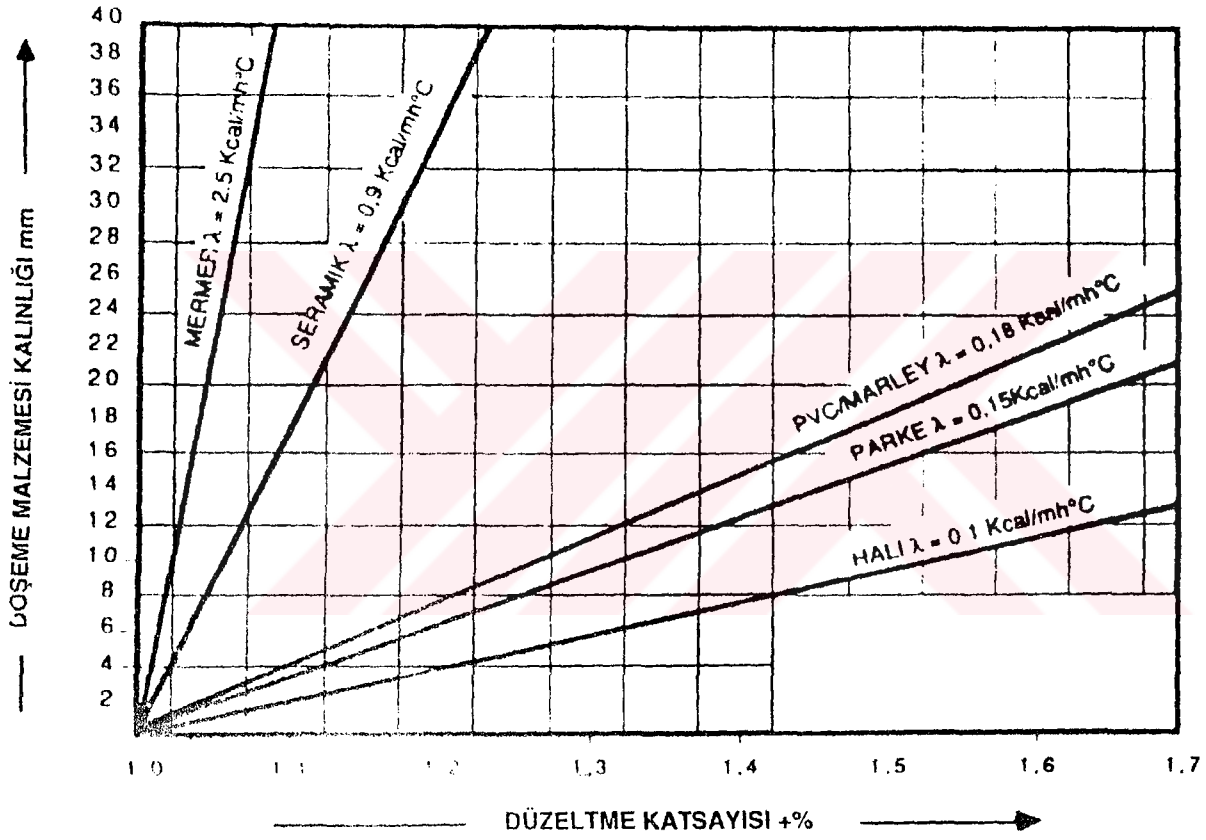
Yön	Saat	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
K	A(m2)	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64	32,64
KKD	R(W/m2)	0	15	28	37	41	41	44	41	41	37	28	15	0
KD	TOP (W)	0	489,6	913,92	1207,68	1338,24	1338,24	1436,16	1338,24	1338,24	1207,68	913,92	489,6	0
DKD														
D	A(m2)	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6
DGD	R(W/m2)	0	365	470	439	312	142	44	41	41	37	28	15	0
GD	TOP (W)	0	18104	23312	21774,4	15475,2	7043,2	2182,4	2033,6	2033,6	1835,2	1388,8	744	0
GGD														
G	A(m2)	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3
GGB	R(W/m2)	0	37	138	255	347	384	441	384	347	255	138	37	0
GB	TOP (W)	0	1676,1	6251,4	11551,5	15719,1	17395,2	19977,3	17395,2	15719,1	11551,5	6251,4	1676,1	0
BGB														
B	A(m2)	0												
BKB	R(W/m2)													
KB	TOP (W)													
KKB														
TAVAN														
TOPLAM		0	18593,6	24225,9	22982,1	16813,4	8381,44	3618,56	3371,84	3371,84	3042,88	2302,72	1233,6	0

Ek 5 Döşmeden ısıtma abakları

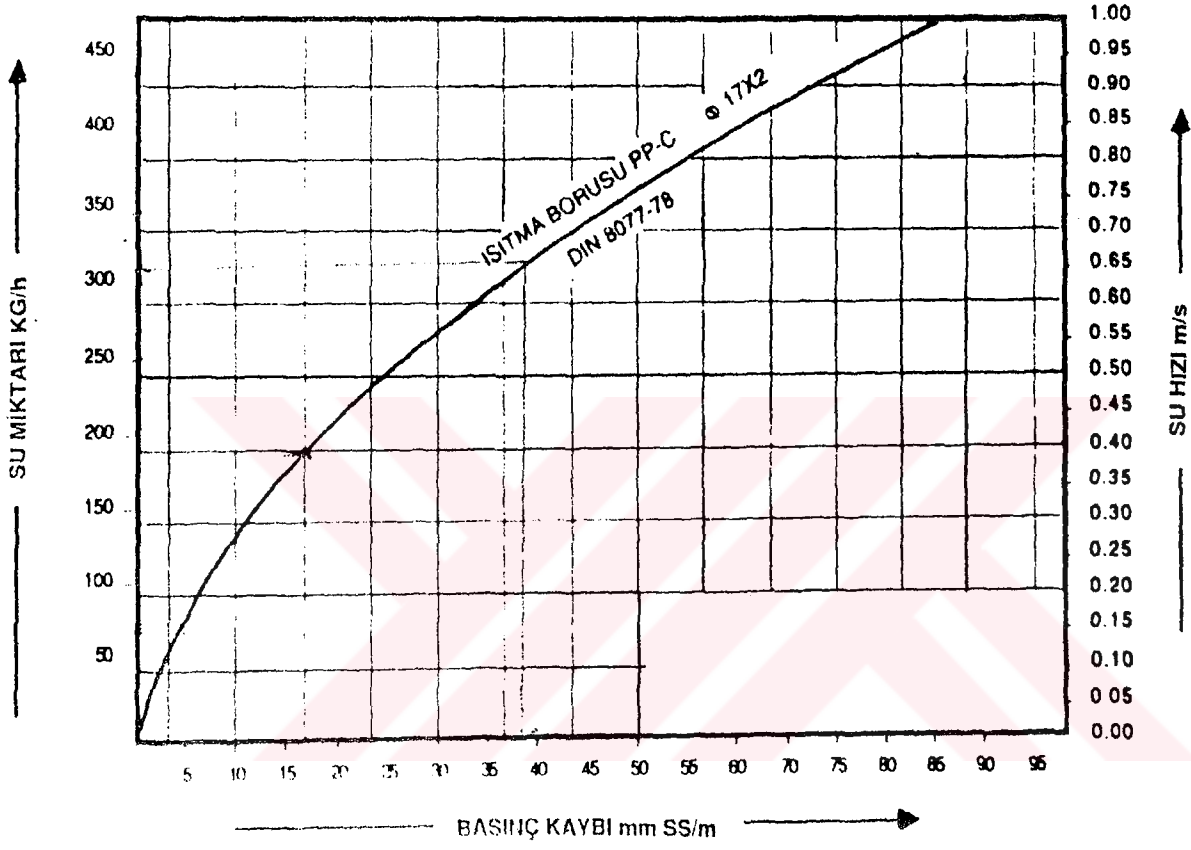
Döşmeden Isıtma Abağı



Döşeme Malzemesi Düzeltme Katsayısı Abağı



Basınç Kaybı Abağı



Ek 6 Yer kaloriferi hesap formu



YER KALORİFERİ HESAP FORMU													BINASI				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ODA NO	SICAKLIK	NET DÖŞEME ALANI	İSİ İHTİYACI	BİRİM İSİ İHTİYACI	DÖŞEME MALZEMESİ KALINLIĞI	DÜZELTME KATSAYISI	REFERANS ISI-GR	MODÜLASYON ALANLARI	TAKBİKİ VERİMİ	ORTA LAMA SU SICAKLIĞI	MODÜLASYON	DÜZELTİLMİŞ VERİM	MODÜLASYON VERİMİ	BORU BOYU	TOPLAM VERİM	TOPLAM BORU UZUNLUĞU	SU DEBİSİ
	C°	m²	Kcal/h	Kcal/m²h	mm	1+%	Kcal/m²h	m²	Kcal/m²h	C°	m	Kcal/m²h	Kcal/h	m	Kcal/m²h	m	Lt/h
B02	22	12	635.4	53.0	5	1.02	54.01	1.5	91.82	43.9	0.15	102	137.723	10.0	54.0	40.0	79.4
								10.5	48.61	38.9	0.35	45	510.3851	30.0			
B13	20	36	1312.5	36.5	5	1.02	37.19	4	66.94	44.0	0.30	68	267.75	13.3	37.2	104.8	164.1
								32	33.47	39.0	0.35	47	1071	91.4			
B15	15	35	1356.1	38.7	5	1.02	39.52	2	104.73	44.2	0.05	107	209.4593	40.0	39.5	134.3	169.5
								33	35.57	39.2	0.35	50	1173.763	94.3			
TASLİK	15	6	1136.1	189.4	5	1.02	193.14	2	231.76	43.0	0.05	102	463.5288	40.0	193.1	66.7	142.0
								4	173.82	38.0	0.15	68	695.2932	26.7			
B01	22	14.4	583.2	40.5	15	1.04	42.12	4.4	51.69	43.1	0.35	60	227.448	12.6	42.1	41.1	72.9
								10	37.91	38.1	0.35	47	379.08	28.6			
B02	16	29	2751.9	94.9	15	1.04	98.69	12	112.67	42.6	0.05	95	1352.037	240.0	98.7	580.0	344.0
								17	88.82	37.6	0.05	75	1509.939	340.0			
B02	22	4.4	1086.4	246.9	15	1.04	256.79	2	287.60	42.5	0.05	95	575.1994	40.0	256.8	88.0	135.8
								2.4	231.11	37.5	0.05	75	554.6566	48.0			
B05	22	19	1332.7	70.1	15	1.04	72.95	6	88.75	43.1	0.15	100	532.5189	40.0	72.9	126.7	166.6
								13	65.65	38.1	0.15	68	853.4891	86.7			
B06	22	34	2372	69.8	15	1.04	72.56	34	72.56	40.0	0.15	77	2466.88	226.7	72.6	226.7	296.5
										35.0			0	0			
B07	22	60	6234	103.9	15	1.04	108.06	20	129.67	43.0	0.05	102	2593.344	400.0	108.1	1200.0	779.3
								40	97.25	38.0	0.05	75	3890.016	800.0			
B06	22	22.5	2430	108.0	15	1.04	112.32	5	151.63	43.5	0.05	103	758.16	100.0	112.3	450.0	303.8
								17.5	101.09	38.5	0.05	78	1769.04	350.0			
B01	22	20	829.7	41.5	10	1.33	55.18	3	86.44	43.8	0.15	102	259.3227	20.0	55.2	76.7	103.7
								17	49.66	38.8	0.30	55	844.1783	56.7			
B02	21	22	2632.5	119.7	10	1.33	159.15	6	201.59	43.3	0.05	102	1209.514	120.0	159.1	440.0	329.1
								16	143.23	38.3	0.05	78	2291.711	320.0			
BANKİCİ	20	9	1463	162.6	15	1.04	169.06	4	190.19	42.5	0.05	95	760.76	80.0	169.1	180.0	182.9
								5	152.15	37.5	0.05	73	760.76	100.0			
B04	20	9.8	778.7	79.5	15	1.04	82.64	3.8	95.69	42.8	0.05	94	363.6052	76.0	82.6	196.0	97.3
								6	74.37	37.8	0.05	75	446.2428	120.0			
B02	22	13.2	829	62.8	10	1.33	83.53	4.2	101.43	43.1	0.05	102	425.993	84.0	83.5	156.0	103.6
								9	75.18	38.1	0.13	74	676.577	72.0			
BANKİCİ	20	4.5	305.2	67.8	15	1.04	70.54	4.5	70.54	40.0	0.20	70	317.408	22.5	70.5	22.5	38.2
										35.0			0	0			

Ek 7 Yeşil çizgi firması hesapları



Thermia Värme

ARVIKA Tel 0570-813 00

YESIL CIZGI

Att: Raziye Yaglica

Dellalzade Sok, No:15/A ORTAKOY

217 65 Malmö

Phone: 212 274 93 92

Fax: 212 272 76 05

104

DIMENSION OF ENERGY SOURCE

2001-06-01

Ver. 3.00

Customer:

BULENT SUZER

SAN-1 HADIMKOY

ISTANBUL

Source of energy: Rock energy**Heat pump: ROBUST 38U**

35°/-5°C (at dim. outd. temp. 45°/-10°)

PREREQUISITES

Power required (net)	kW	32,5
Of which for ventilator	kW	0
Net energy needs	kWh/a	73190
Hot water needs	kWh/a	4500
Indoor temperature	°C	21
Mean annual temperature	°C	12
Dimensioning outdoor temp	°C	-5

CALCULATION RESULTS

From heat pump	kWh/a	72340
To heat pump	kWh/a	24470
Additional energy from	°C	0,8
Energy covering degree	%	98,8
Annual COP (total 2,89)		2,96
Savings (gross)	kWh/a	51720
Additi. energy (100 %)	kWh/a	850
Power required additional	kW	6,6
Power required maximal	kW	33,0

Dimension data

Lambda rock	W/m K	3,2
Diameter of bore hole	mm	180
Depth to rock	m	5
Delta brine	°C	3
Number of bore holes		2
Distance between boreholes	m	5
Constant C		20
Depth of borehole (from stable groundwater level)	m	144

Thermia Värme

105

ENERGY SAVINGS

ARVIKA Tel 0570-813 00

2001-06-01

Ver. 3.00

YESIL CIZGI
 Att: Raziye Yaglica
 Dellaizade Sok, No:15/A ORTAKOY
 217 65 Malmö

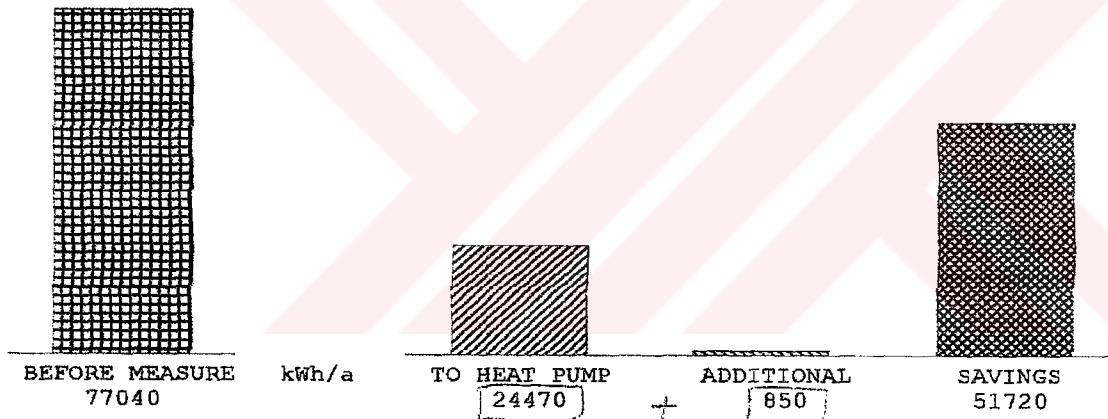
Customer:
 BULENT SUZER
 SAN-1 HADIMKOY
 ISTANBUL

Phone: 212 274 93 92
 Fax: 212 272 76 05

Source of energy: Rock energy
Heat pump: ROBUST 38U 35°/-5°C (at dim. outd. temp. 45°/-10°)

PREREQUISITES			CALCULATION RESULTS		
Power required (net)	kW	32,5	From heat pump	kWh/a	72340
Of which for ventilator	kW	0	To heat pump	kWh/a	24470
Net energy needs	kWh/a	73190	Additional energy from	°C	0,8
Hot water needs	kWh/a	4500	Energy covering degree	%	98,8
			Annual COP (total 2,89)		2,96
			Savings (gross)	kWh/a	51720
Indoor temperature	°C	21	Additi. energy (100 %) kWh/a		850
Mean annual temperature	°C	12	Power required additional kW		6,6
Dimensioning outdoor temp	°C	-5	Power required maximal kW		33,0

PILE CHART



The diagram above shows how much energy is saved.

The energy figures under the piles bear upon gross energy.

Ek 8 Isı pompası kataloğu

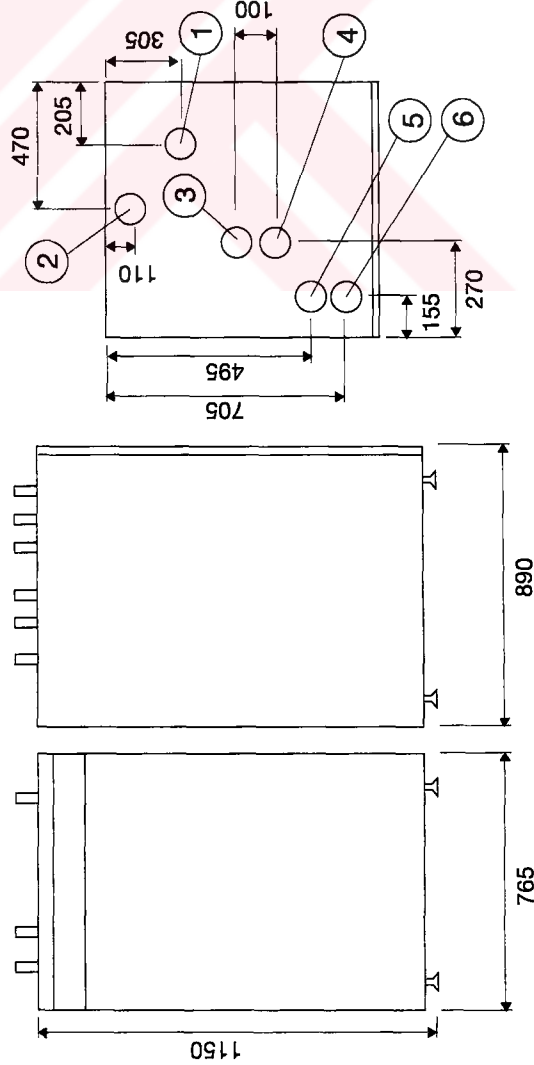


Thermia Robust	25	28U	35	38U	42	45U
Soğutucu gaz. R404A	3.4	4.4	3.5	4.6	6	6.7
Electric bağlantısı			400V 3-N			
Güç	10.1	10.1	14	14	16.2	16.2
Ağırlık	290	295	315	320	340	345
Üretilen enerji*	27.2-25.7	29.1-27.1	36.3-32.5	38.5-35.2	44.7-41.2	46.1-42.0
Isıl verim	3.9-2.7	4.2-2.8	3.8-2.6	4.0-2.7	3.8-2.6	4.2-2.8
Başlangıç gücü	A 120	120	135	135	175	175
Sigorta	A 25	25	35	35	35	35
Nominal debi						
>soğutma	lit/sec 1.63	1.67	2.03	2.03	2.20	2.22
>ısıtma	lit/sec 0.65	0.67	1.00	1.00	1.20	1.20
Dış basınç						
>soğutma	kPa 140	140	100	100	55	55
Basınç kaybı						
>ısı taşıyımı	kPa 10	40	16	40	10	35

*En 255'e göre 0/35 °C'deki soğuk içeri/sıcak dışarı taşıdığımda Soğutma yükü antifiriz içeren -15/-20 °C'deki su ile taşınır. Soğutma yükü taşıyan akışkanın max/min sıcaklığı 20/-10 °C'dir.

Bağlantılar

1. Radyatör gidiş borusu
 2. Radyatör dönüş borusu
 3. Sıcak gaz gidiş
 4. Sıcak gaz dönüş
 5. Toprakaltı dönüş borusu
 6. Toprakaltı gidiş borusu
- Tüm bağlantılar 35 Cu

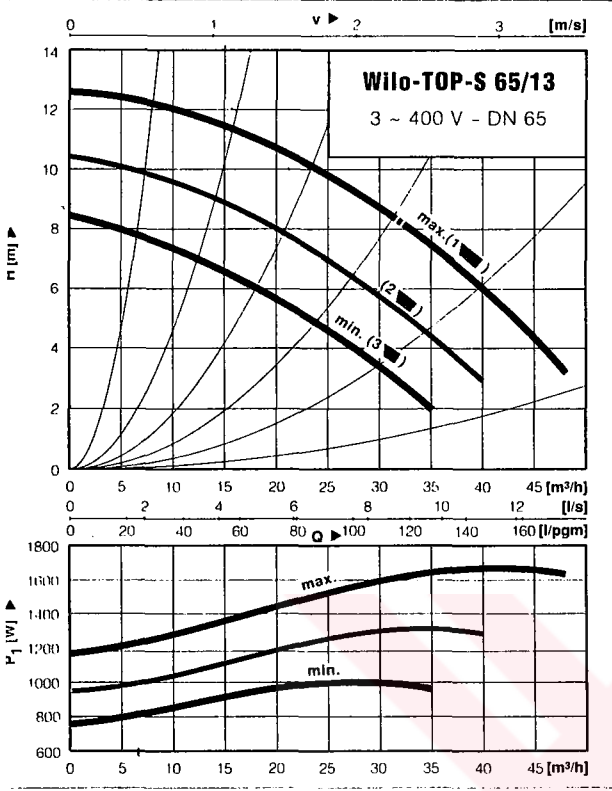


Ek 9 Sirkülasyon pompaları kataloğu

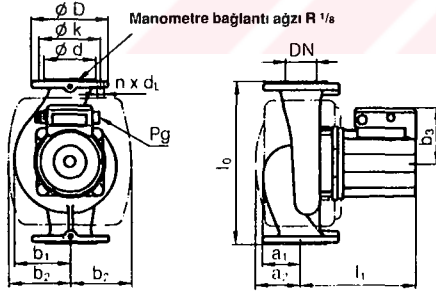


ilo-TOP-S 65/13

İfaze pompa abağı



Boyutlar



display modüllü boyutlar $l_1 + \max. 52 \text{ mm}$, $b_3 + \max. 45 \text{ mm}$

Boyutlar-Ağırlıklar

ilo-TOP-S	DN	G	l_0	a_1	a_2	l_1	b_1	b_2	b_3	Flanş PN	Ağırlık Kg
DP-S 65/13	65		340	79	109	247	119	134	120	X X	25/27

Elektrik motoru

İfaze (DM), 2 kutuplu 3 ~ 400 V/3 ~ 230 V/50 Hz

ilo-TOP-S	Motor	Motor	Motor	Motor	Motor	Motor	Motor	Motor	Motor
DP-S 65/13	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100

Her değerdeleme dikkat ederiz.
Her Hava: termik koruma ayar.
3 ~ 230 V çevrimi soketivi



Flanş boyutları

Flanş PN 6 – DIN 2531				
DN	D	d	k	n x d _L
	mm			Adet x mm
65	160	110	130	4 x 14
Flanş PN 16 – DIN 2533				
65	185	122	145	4 x 18

n : Delik sayısı

Klemens planı

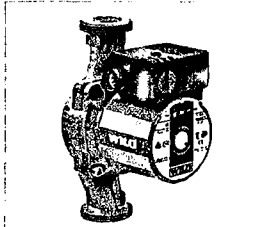
Trifaze motor 3 ~ 400 V, 50 Hz
3 ~ 230 V, 50 Hz ¹⁾

Elektronik devreden çıkmalı, her devir kademesinde koruma yapan motor koruması vardır.

SSM: Harici anıza bildiri için gerilimsiz kontak çıkışı 1A, 250 V~

Genel Fiyat Listesi 2000/1

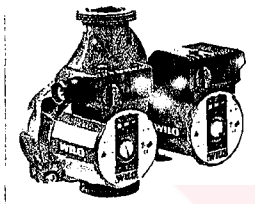
Islak Rotorlu Sirkülasyon Pompaları



RS

Marka Model	Flanşlı tip tekli pompalar (TOP-S)	Fiyat (DMxKür)
A5005	TOP-S 40/4-M-PN 6	371
A5006	TOP-S 40/4-M-PN 10	371
A5008	TOP-S 40/4-T-PN 6	421
A5009	TOP-S 40/4-T-PN 10	421
A5011	TOP-S 40/7-M-PN 6 *	525
A5012	TOP-S 40/7-M-PN 10 *	525
A5014	TOP-S 40/7-T-PN 6	590
A5015	TOP-S 40/7-T-PN 10	590
A5020	TOP-S 40/10-T-PN 6	610
A5022	TOP-S 40/10-T-PN 10	610

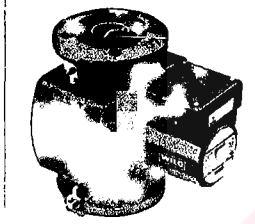
Marka Model	Rakorlu tip tekli pompalar (RS)	Fiyat (DMxKür)
A1066	RS 25/4-M-PN 10	109
A1078	RS 25/6-M-PN 10	130
A1073	RS 25/7-M-PN 10	145
A1110	RSL 25/6-M-PN 10	160



RSD

Marka Model	Flanşlı tip tekli pompalar (TOP-S)	Fiyat (DMxKür)
A5023	TOP-S 50/4-M-PN 6 *	525
A50231	TOP-S 50/4-M-PN 10 *	525
A5024	TOP-S 50/4-T-PN 6	598
A50241	TOP-S 50/4-T-PN 10	598
A5025	TOP-S 50/7-T-PN 6	609
A5027	TOP-S 50/7-T-PN 10	609
A5029	TOP-S 50/10-T-PN 6	724
A5031	TOP-S 50/10-T-PN 10	724
A5034	TOP-S 65/7-T-PN 6	681
A5036	TOP-S 65/7-T-PN 10	681
A5038	TOP-S 65/10-T-PN 6	781
A5040	TOP-S 65/10-T-PN 10	781
A5042	TOP-S 65/13-T-PN 6	811
A5044	TOP-S 65/13-T-PN 10	811
A5047	TOP-S 80/7-T-PN 6	973
A5049	TOP-S 80/7-T-PN 10	973
A5051	TOP-S 80/10-T-PN 6	984
A5053	TOP-S 80/10-T-PN 10	984
A5055	TOP-S 100/10-T-PN 6	1143
A5057	TOP-S 100/10-T-PN 10	1143

Marka Model	Rakorlu tip ikiz pompalar (RSD)	Fiyat (DMxKür)
A1365	RSD 30/4-M-PN 10	290
A1370	RSD 30/6-M-PN 10	298

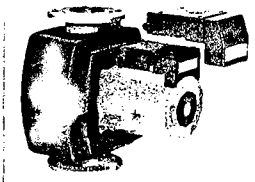


TOP-SV

Marka Model	Flanşlı tip ikiz pompalar (TOP-SD)	Fiyat (DMxKür)
A5410	TOP-SD 32/7-M-PN 6	636
A5411	TOP-SD 32/7-M-PN 10	636
A5413	TOP-SD 32/7-T-PN 6	666
A5414	TOP-SD 32/7-T-PN 10	666
A5420	TOP-SD 40/7-M-PN 6 *	854
A5421	TOP-SD 40/7-M-PN 10 *	854
A5423	TOP-SD 40/7-T-PN 6	1017
A5424	TOP-SD 40/7-T-PN 10	1017
A5430	TOP-SD 40/10-T-PN 6	1207
A5432	TOP-SD 40/10-T-PN 10	1207
A5435	TOP-SD 50/7-T-PN 6	1218
A5437	TOP-SD 50/7-T-PN 10	1218
A5439	TOP-SD 50/10-T-PN 6	1313
A5441	TOP-SD 50/10-T-PN 10	1313
A5444	TOP-SD 65/10-T-PN 6	1464
A5446	TOP-SD 65/10-T-PN 10	1464
A5448	TOP-SD 65/13-T-PN 6	1539
A5450	TOP-SD 65/13-T-PN 10	1539
A5453	TOP-SD 80/10-T-PN 6	1569
A5455	TOP-SD 80/10-T-PN 10	1569

Marka Model	Rakorlu tip tekli pompalar (TOP-S)	Fiyat (DMxKür)
A1550	TOP-S 25/7-M-PN 10	250
A1556	TOP-S 30/10-M-PN 10 *	310
A1557	TOP-S 30/10-T-PN 10	400

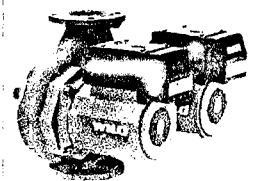
Marka Model	Kelâbek Vanalı pompalar (TOP-SV)	Fiyat (DMxKür)
A5110	TOP-SV 25/7-M-PN 10	265
A5112	TOP-SV 30/7-M-PN 10	280
A5114	TOP-SV 40/4-M-PN 6/10	710
A5116	TOP-SV 40/4-T-PN 6/10	760
A5118	TOP-SV 50/6-M-PN 6/10 *	890
A5120	TOP-SV 50/6-T-PN 6/10	970
A5122	TOP-SV 65/10-T-PN 6/10	1210



TOP-S

Marka Model	Flanşlı tip ikiz pompalar için bağlantı elemanları	Fiyat (DMxKür)
A9100	RS 25 için rakor seti	7
A9103	RS 30 için rakor seti	11
K3614	RS 25 için ROBEX	47
K3617	RS 30 için ROBEX	76
K1236	RS 25 için rakorlu vana	25
K1238	RS 30 için rakorlu vana	34

Marka Model	Rakorlu pompalar için bağlantı elemanları	Fiyat (DMxKür)
A9100	RS 25 için rakor seti	7
A9103	RS 30 için rakor seti	11
K3614	RS 25 için ROBEX	47
K3617	RS 30 için ROBEX	76
K1236	RS 25 için rakorlu vana	25
K1238	RS 30 için rakorlu vana	34



TOP-SD

Marka Model	Flanşlı tip ikiz pompalar için bağlantı elemanları	Fiyat (DMxKür)
V1206	SK 602 koruma cihazı *	142
V1212	SK 622 koruma cihazı *	178

Marka Model	Bislay modülleri TOP-S/SD/Z/SV için	Fiyat (DMxKür)
A5475	Tip 22 (002025018) (25/7,30/7,40/4,Z30) için	595
A5476	Tip 32 (002025019) (30/10,40/7,50/4,Z40) için	620
A5478	Tip 42 (002025020) (40/10,50/7-100/10, Z50-80) için	650

Marka Model	Flanşlı pompalar için kör flanşlar	Fiyat (DMxKür)
A9046	TOP-SD 32 için	81
A9048	TOP-S/SD 40/7 için	49
A9050	TOP-S/SD 40/10 için	74
A9050	TOP-S/SD 50-65/7 için	74
A9054	TOP-SD 65/10-13 için	86
A9054	TOP-SD 80/10 için	86

Ek 10 Kapalı genişme deposu kataloğu

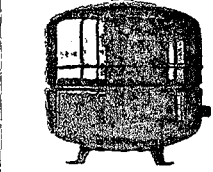


Genel Fiyat Listesi 2000/1

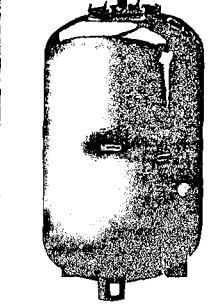
Kapalı Genleşme Depoları



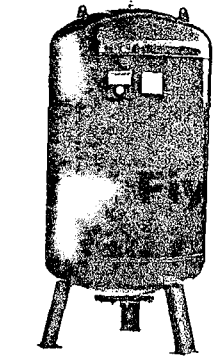
Marka Model	Yassı tip depolar p=4 bar T=100°C	Fiyat (DMxkur)
N3385	C1-012 231 ¾"	39
N3387	C1-018 231 ¾"	45



Marka Model	SBH membranlı depolar p=6 bar T=100°C	Fiyat (DMxkur)
N3110	LR 025/5 ¾"	41
N3112	LR -040/5 ¾"	61
N3252	LR 060/6 ¾"	86
N3254	LR 080/6 ¾"	119
N3256	LR 100/6 1"	167
N3258	LR 150/6 1"	212
N3260	LR 200/6 1½"	262
N3262	LR 250/6 1½"	340
N3264	LR 300/6 1½"	390
N3266	LR 500/6 1½"	630
N3268	LR 700/6 1½"	880

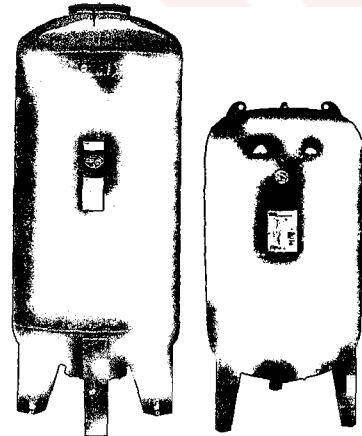


Marka Model	Bütyl membranlı depolar p=10/16 bar T=100°C	Fiyat (DMxkur)
N4660	Z008V/16 ¾"	41
N5000	D008V/25 ¾"	188
N1202	LS 060V/8 1"	127
N1204	LS 080V/8 1"	188
N1206	LS 100V/8 1"	223
N1207	LS 100V/10 1"	263
N1456	LS 100V/16 1"	400
N1208	LS 200V/10 1½"	391
N1460	LS 200V/16 1½"	646
N1210	LS 300V/10 1½"	500
N1462	LS 300V/16 1½"	740
N1212	LS 500V/10 1½"	826
N1464	LS 500V/16 1½"	1246
N1214	LS 750V/10 1½"	1384
N1466	LS 750V/16 1½"	1751
N1216	LS 1000V/10 2"	2233
N1468	LS 1000V/16 2"	3102



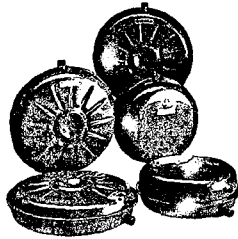
Marka Model	EPDM membranlı depolar p=10/16 bar T=100°C (INOX)	Fiyat (DMxkur)
N2304	INOX-LS 050H/8 1"	357
N2284	INOX-LS 050V/8 1"	379
N2286	INOX-LS 100V/8 1"	683
N2288	INOX-LS 200V/8 1½"	1175
N2289	INOX-LS 300V/8 1½"	1750
N2290	INOX-LS 500V/8 1½"	3500

Marka Model	EPDM membranlı depolar p=10/16/25 bar T=100°C	Fiyat (DMxkur)
N1302	LRS 100/6 1¼"	150
N1310	LRS 100/10 1¼"	160
N1320	LRS 100/16 1¼"	300
N1340	LRS 100/25 1¼"	O/R
N1303	LRS 200/6 1¼"	265
N1312	LRS 200/10 1¼"	275
N1321	LRS 200/16 1¼"	500
N1304	LRS 300/6 1¼"	340
N1314	LRS 300/10 1¼"	350
N1322	LRS 300/16 1¼"	600
N1305	LRS 500/6 1¼"	530
N1316	LRS 500/10 1¼"	570
N1330	LRS 500/16 1¼"	830
N1343	LRS 500/25 1¼"	O/R
N1306	LRS 750/6 2"	850
N1317	LRS 750/10 2"	860
N1331	LRS 750/16 2"	1010
N1307	LRS 1000/6 2½"	1200
N1318	LRS 1000/10 2½"	1310
N1332	LRS 1000/16 2½"	1500
N13471	LRS 1500/10 2½"	2080
N13472	LRS 1500/16 2½"	3850
N13481	LRS 2000/10 DN 65	3950
N13482	LRS 2000/16 DN 65	5260
N13491	LRS 3000/10 DN 65	5295
N13492	LRS 3000/16 DN 65	6390
N13501	LRS 4000/10 DN 65	6750
N13502	LRS 4000/16 DN 65	7700
N13511	LRS 5000/10 DN 65	7300
N13512	LRS 5000/16 DN 65	O/R



LR/LS

LRS



C1

Ek 11 Vrv cihaz katalogu



RSX(Y)8K

[50Hz]

Cooling capacity

Combination (%) Capacity (index)	Outdoor air temp. °CDB	Indoor air temp. : °CWB													
		14.0		16.0		18.0		19.0		20.0		22.0		24.0	
		TC	PI	TC	PI	TC	PI	TC	PI	TC	PI	TC	PI	TC	PI
		kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
110% (220)	10.0	17.0	3.21	20.1	4.01	23.1	4.86	24.6	5.30	26.2	5.74	29.2	6.63	32.3	7.49
	12.0	17.0	3.41	20.1	4.26	23.1	5.17	24.6	5.64	26.2	6.11	29.2	7.04	32.3	7.94
	14.0	17.0	3.62	20.1	4.53	23.1	5.50	24.6	5.99	26.2	6.49	29.2	7.47	32.3	8.90
	16.0	17.0	3.84	20.1	4.81	23.1	5.84	24.6	6.37	26.2	6.89	29.2	7.93	32.3	9.12
	18.0	17.0	4.08	20.1	5.12	23.1	6.21	24.6	6.77	26.2	7.32	29.2	8.40	32.3	9.35
	20.0	17.0	4.34	20.1	5.44	23.1	6.60	24.6	7.19	26.2	7.77	29.2	9.31	31.9	9.57
	21.0	17.0	4.47	20.1	5.61	23.1	6.80	24.6	7.40	26.2	8.00	29.2	9.12	31.6	9.68
	23.0	17.0	4.75	20.1	5.97	23.1	7.23	24.6	7.86	26.2	8.49	29.2	9.61	31.1	9.91
	25.0	17.0	5.05	20.1	6.34	23.1	7.67	24.6	8.34	26.2	9.00	28.9	9.86	30.6	10.1
	27.0	17.0	5.37	20.1	6.74	23.1	8.15	24.6	8.84	26.2	9.80	28.5	10.1	30.2	10.4
	29.0	17.0	5.71	20.1	7.16	23.1	8.64	24.6	9.87	26.2	10.0	28.0	10.3	29.7	10.6
	31.0	17.0	6.07	20.1	7.61	23.1	9.16	24.6	10.1	25.9	10.2	27.5	10.5	29.2	10.8
	33.0	17.0	6.46	20.1	8.08	23.1	10.1	24.6	10.3	25.5	10.4	27.1	10.7	28.7	11.0
	35.0	17.0	6.87	20.1	8.57	23.1	10.3	24.3	10.5	25.0	10.6	26.6	11.0	28.2	11.3
	37.0	17.0	7.30	20.1	9.10	23.1	10.6	23.8	10.7	24.6	10.9	26.2	11.2	27.7	11.5
	39.0	17.0	7.75	20.1	9.65	22.7	10.8	23.4	10.9	24.2	11.1	25.7	11.4	27.2	11.7
100% (200)	10.0	15.5	2.76	18.2	3.38	21.0	4.07	22.4	4.42	23.8	4.78	26.6	5.52	29.3	6.26
	12.0	15.5	2.92	18.2	3.59	21.0	4.32	22.4	4.70	23.8	5.09	26.6	5.87	29.3	6.65
	14.0	15.5	3.09	18.2	3.81	21.0	4.59	22.4	5.00	23.8	5.41	26.6	6.24	29.3	7.06
	16.0	15.5	3.28	18.2	4.05	21.0	4.89	22.4	5.32	23.8	5.75	26.6	6.63	29.3	7.50
	18.0	15.5	3.48	18.2	4.31	21.0	5.20	22.4	5.65	23.8	6.12	26.6	7.04	29.3	7.96
	20.0	15.5	3.69	18.2	4.58	21.0	5.52	22.4	6.01	23.8	6.50	26.6	7.48	29.3	8.44
	21.0	15.5	3.80	18.2	4.72	21.0	5.70	22.4	6.20	23.8	6.70	26.6	7.71	29.3	8.69
	23.0	15.5	4.04	18.2	5.02	21.0	6.06	22.4	6.59	23.8	7.12	26.6	8.18	29.3	9.06
	25.0	15.5	4.29	18.2	5.34	21.0	6.44	22.4	7.00	23.8	7.56	26.6	8.68	28.8	9.27
	27.0	15.5	4.56	18.2	5.67	21.0	6.84	22.4	7.44	23.8	8.03	26.6	9.20	28.3	9.48
	29.0	15.5	4.85	18.2	6.03	21.0	7.27	22.4	7.90	23.8	8.52	26.3	9.42	27.8	9.68
	31.0	15.5	5.15	18.2	6.41	21.0	7.72	22.4	8.38	23.8	9.04	25.8	9.62	27.4	9.89
	33.0	15.5	5.48	18.2	6.82	21.0	8.20	22.4	8.89	23.8	9.58	25.4	9.82	26.9	10.1
	35.0	15.5	5.83	18.2	7.25	21.0	8.70	22.4	9.43	23.5	9.74	24.9	10.0	26.4	10.3
	37.0	15.5	6.20	18.2	7.70	21.0	9.23	22.3	9.79	23.0	9.94	24.5	10.2	25.9	10.5
	39.0	15.5	6.59	18.2	8.18	21.0	9.79	21.9	9.99	22.6	10.1	24.0	10.4	25.5	10.7
90% (180)	10.0	13.9	2.36	16.4	2.84	18.9	3.37	20.2	3.64	21.4	3.92	23.9	4.50	26.4	5.10
	12.0	13.9	2.49	16.4	3.01	18.9	3.57	20.2	3.87	21.4	4.17	23.9	4.79	26.4	5.42
	14.0	13.9	2.64	16.4	3.19	18.9	3.79	20.2	4.11	21.4	4.43	23.9	5.09	26.4	5.76
	16.0	13.9	2.79	16.4	3.38	18.9	4.03	20.2	4.37	21.4	4.71	23.9	5.41	26.4	6.13
	18.0	13.9	2.95	16.4	3.59	18.9	4.28	20.2	4.64	21.4	5.01	23.9	5.76	26.4	6.51
	20.0	13.9	3.13	16.4	3.81	18.9	4.55	20.2	4.94	21.4	5.33	23.9	6.12	26.4	6.92
	21.0	13.9	3.22	16.4	3.93	18.9	4.69	20.2	5.09	21.4	5.49	23.9	6.31	26.4	7.13
	23.0	13.9	3.41	16.4	4.17	18.9	4.99	20.2	5.41	21.4	5.84	23.9	6.71	26.4	7.58
	25.0	13.9	3.62	16.4	4.43	18.9	5.31	20.2	5.76	21.4	6.21	23.9	7.13	26.4	8.04
	27.0	13.9	3.84	16.4	4.71	18.9	5.64	20.2	6.12	21.4	6.60	23.9	7.57	26.4	8.54
	29.0	13.9	4.07	16.4	5.01	18.9	6.00	20.2	6.51	21.4	7.02	23.9	8.04	26.4	9.06
	31.0	13.9	4.33	16.4	5.33	18.9	6.38	20.2	6.92	21.4	7.46	23.9	8.54	26.4	9.60
	33.0	13.9	4.60	16.4	5.66	18.9	6.78	20.2	7.35	21.4	7.92	23.9	9.06	26.2	9.89
	35.0	13.9	4.89	16.4	6.02	18.9	7.21	20.2	7.81	21.4	8.41	23.9	9.61	25.7	10.1
	37.0	13.9	5.20	16.4	6.40	18.9	7.66	20.2	8.29	21.4	8.92	23.9	10.0	25.3	10.3
	39.0	13.9	5.53	16.4	6.81	18.9	8.13	20.2	8.80	21.4	9.47	23.4	10.2	24.8	10.5
80% (160)	10.0	12.4	2.00	14.6	2.38	16.8	2.77	17.9	2.98	19.0	3.19	21.2	3.62	23.5	4.07
	12.0	12.4	2.11	14.6	2.52	16.8	2.94	17.9	3.16	19.0	3.38	21.2	3.84	23.5	4.32
	14.0	12.4	2.23	14.6	2.66	16.8	3.11	17.9	3.34	19.0	3.59	21.2	4.08	23.5	4.59
	16.0	12.4	2.36	14.6	2.81	16.8	3.30	17.9	3.55	19.0	3.81	21.2	4.34	23.5	4.88
	18.0	12.4	2.49	14.6	2.98	16.8	3.49	17.9	3.76	19.0	4.04	21.2	4.61	23.5	5.19
	20.0	12.4	2.64	14.6	3.15	16.8	3.71	17.9	4.00	19.0	4.29	21.2	4.90	23.5	5.52
	21.0	12.4	2.71	14.6	3.25	16.8	3.82	17.9	4.12	19.0	4.43	21.2	5.05	23.5	5.69
	23.0	12.4	2.87	14.6	3.44	16.8	4.06	17.9	4.38	19.0	4.70	21.2	5.37	23.5	6.05
	25.0	12.4	3.03	14.6	3.65	16.8	4.31	17.9	4.65	19.0	5.00	21.2	5.71	23.5	6.43
	27.0	12.4	3.21	14.6	3.87	16.8	4.58	17.9	4.94	19.0	5.32	21.2	6.07	23.5	6.84
	29.0	12.4	3.40	14.6	4.11	16.8	4.87	17.9	5.26	19.0	5.65	21.2	6.46	23.5	7.27
	31.0	12.4	3.61	14.6	4.37	16.8	5.17	17.9	5.59	19.0	6.01	21.2	6.87	23.5	7.72
	33.0	12.4	3.83	14.6	4.64	16.8	5.50	17.9	5.94	19.0	6.39	21.2	7.30	23.5	8.20
	35.0	12.4	4.06	14.6	4.93	16.8	5.85	17.9	6.32	19.0	6.80	21.2	7.75	23.5	8.71
	37.0	12.4	4.32	14.6	5.24	16.8	6.22	17.9	6.72	19.0	7.22	21.2	8.24	23.5	9.25
	39.0	12.4	4.59	14.6	5.58	16.8	6.61	17.9	7.14	19.0	7.68	21.2	8.75	23.5	9.81

3

Total capacity :kW
Power input :kW (Comp. + Outdoor fan motor)

■ Wall mounted type

Model		FXYA25KVE	FXYA32KVE	FXYA40KVE	
★1 Cooling capacity (19.5°CWB)	kcal/h	2,500	3,150	4,000	
	Btu/h	9,900	12,500	15,900	
	kW	2.9	3.7	4.7	
★2 Cooling capacity (19.0°CWB)	kW	2.8	3.6	4.5	
★3 Heating capacity	kcal/h	2,800	3,400	4,300	
	Btu/h	11,100	13,600	17,000	
	kW	3.2	4.0	5.0	
Casing color		White (10Y9/0.5)	White (10Y9/0.5)	White (10Y9/0.5)	
Dimensions: (H×W×D)		mm 360×1,050×200	360×1,050×200	360×1,050×200	
Coil (cross fin coil)	Rows×Stages×Fin pitch	mm 2×12×1.4	2×12×1.4	2×12×1.4	
	Face area	m ² 0.169	0.169	0.169	
Fan	Model		QCL1165M	QCL1165M	QCL1165M
	Type		Cross flow fan	Cross flow fan	Cross flow fan
	Motor output × number of units	W	23	23	23
	Air flow rate (H/L)	m ³ /min	7/6	8/6.5	10/8
		cfm	247/212	282/229	353/282
Drive		Direct drive	Direct drive	Direct drive	
Temperature control		Microprocessor thermostat for cooling and heating	Microprocessor thermostat for cooling and heating	Microprocessor thermostat for cooling and heating	
Sound absorbing thermal insulation material		Foamed polystyrene/ Foamed polyethylene	Foamed polystyrene/ Foamed polyethylene	Foamed polystyrene/ Foamed polyethylene	
Air filter		Resin net (washable)	Resin net (washable)	Resin net (washable)	
Piping connections	Liquid pipes		6.4mm (flare connection)	6.4mm (flare connection)	6.4mm (flare connection)
	Gas pipes		12.7mm (flare connection)	12.7mm (flare connection)	12.7mm (flare connection)
	Drain pipe	(mm)	VP20 (External dia. 26 Internal dia. 20)	VP20 (External dia. 26 Internal dia. 20)	VP20 (External dia. 26 Internal dia. 20)
Weight	kg	21	21	21	
★5 Sound level (H/L)	dBA	34/31	35/32	40/33	
Safety devices		—	—	—	
Refrigerant control		Electronic expansion valve	Electronic expansion valve	Electronic expansion valve	
Standard accessories		Operation manual, installation manual, paper pattern for installation, insulation for fitting, screws, washers, insulation tape, installation panel fixed parts.	Operation manual, installation manual, paper pattern for installation, insulation for fitting, screws, washers, insulation tape, installation panel fixed parts.	Operation manual, installation manual, paper pattern for installation, insulation for fitting, screws, washers, insulation tape, installation panel fixed parts.	

Notes: ★1 Indoor temp.: 27°CDB or 19.5°CWB / outdoor temp.: 35°CDB / Equivalent piping length: 5m, level difference: 0m.

★2 Indoor temp.: 27°CDB or 19.0°CWB / outdoor temp.: 35°CDB / Equivalent piping length: 5m, level difference: 0m.

★3 Indoor temp.: 20°CDB / outdoor temp.: 7°CDB or 6°CWB / Equivalent piping length: 5m, level difference: 0m. (Heat pump only)

4 Capacities are net, including a deduction for cooling (an addition for heating) for indoor fan motor heat.

★5 Anechoic chamber conversion value, measured under JISB8616 conditions. During actual operation, these values are normally somewhat higher as a result of ambient conditions.

Conversion formulae

$$\text{kcal/h} = \text{kW} \times 860$$

$$\text{Btu/h} = \text{kW} \times 3414$$

$$\text{cfm} = \text{m}^3/\text{min} \times 35.3$$

VRV SİSTEM TAVSİYE EDİLEN TÜKETİCİ FİYAT LİSTESİ	
---	--

DIŞ ÜNİTELER	20.11.2000
---------------------	-------------------

ÜNİTE TANITIMI	MODEL	JAPON YENİ
-----------------------	--------------	-------------------

İNVERTER "K" SERİSİ	RSXY 10 KY 1	995.000
	RSXY 8 KY 1	955.000
	RSXY 5 KY 1	643.000

HEAT RECOVERY "K" SERİSİ	RSEY 10 KLY1	1.228.000
	RSEY 8 KLY1	1.194.000

VRV PLUS "K" SERİSİ	RXY 16 KY1	1.887.000
	RXY 18 KY1	1.938.000
	RXY 20 KY1	1.983.000
	RXY 24 KY1	2.779.000
	RXY 26 KY1	2.830.000
	RXY 28 KY1	2.875.000
	RXY 30 KY1	2.921.000

VRV PLUS HEAT RECOVERY "K" SERİSİ	REY 16 KY1	2.194.000
	REY 18 KY1	2.245.000
	REY 20 KY1	2.290.000
	REY 24 KY1	3.239.000
	REY 26 KY1	3.290.000
	REY 28 KY1	3.336.000
	REY 30 KY1	3.381.000

VRV SİSTEM TAVSİYE EDİLEN TÜKETİCİ FİYAT LİSTESİ

İÇ ÜNİTELER

20.11.2000

ÜNİTE TANITIMI

MODEL

JAPON YENİ

Döşeme tipi

FXYL 20 KJVE	146.000
FXYL 25 KJVE	152.000
FXYL 32 KJVE	157.000
FXYL 40 KJVE	162.000
FXYL 50 KJVE	174.000
FXYL 63 KJVE	180.000

Gizli döşeme tipi

FXYML 20 KJVE	123.000
FXYML 25 KJVE	125.000
FXYML 32 KJVE	129.000
FXYML 40 KJVE	132.000
FXYLM 50 KJVE	144.000
FXYLM 63 KJVE	147.000

Duvar tipi

FXYA 25 KVE	136.000
FXYA 32 KVE	138.000
FXYA 40 KVE	141.000
FXYA 50 KVE	150.000
FXYA 63 KVE	158.000

HEAT RECOVERY SERİSİ İÇİN BS ÜNİTELERİ

BS üniteleri

BSV 100 KLV1	122.000
BSV 160 KLV1	134.000
BSV 250 KLV1	237.000

VRV SİSTEM TAVSİYE EDİLEN TÜKETİCİ FİYAT LİSTESİ

BAĞLANTI ELEMANLARI

20.11.2000

ÜNİTE TANITIMI

MODEL

JAPON YENİ

Refnet Header (inverter serisi için)	KHRJ 26 K 11 H	21.000
	KHRJ 26 K 17 H	32.000
	KHRJ 26 K 18 H	33.000
	KHRJ 26 K 37 H	36.000
	KHRJ 26 K 40 H	53.000
	KHRJ 26 K 40 HP	6.000

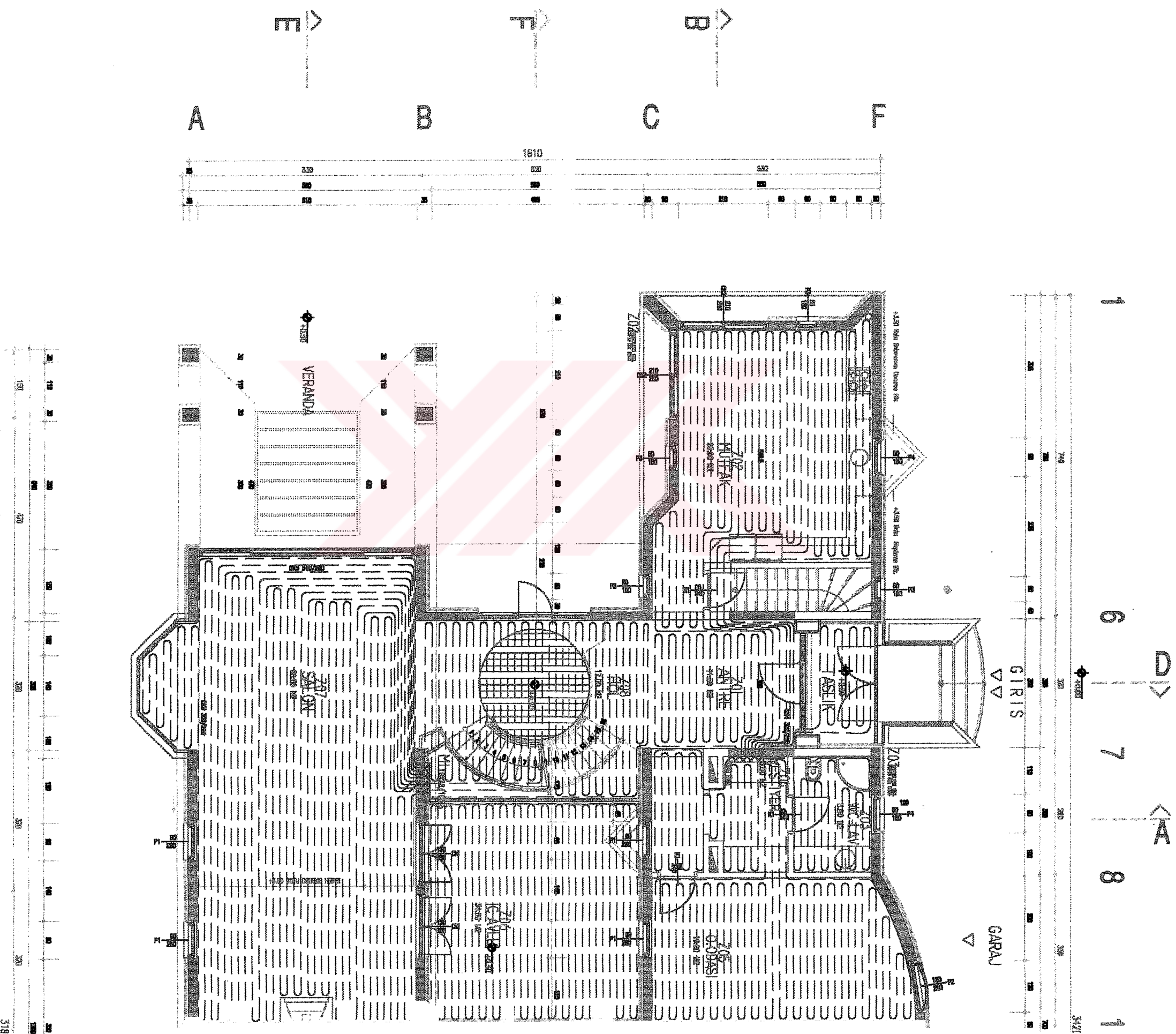
Refnet Joint (inverter serisi için)	KHRJ 26 K 11 T	12.000
	KHRJ 26 K 17 T	13.000
	KHRJ 26 K 18 T	14.000
	KHRJ 26 K 37 T	15.000
	KHRJ 26 K 40 T	22.000
	KHRJ 26 K 75 T	31.000
	KHRJ 26 K 40 TP	6.000
	KHRJ 26 K 75 TP	6.000

Refnet Header (Header Recorvery serisi için)	KHRJ 25 K 18 H	33.000
	KHRJ 26 K 37 H	44.000
	KHRJ 26 K 38 H	48.000
	KHRJ 26 K 40 H	69.000

Refnet Joint (Header Recorvery serisi için)	KHRJ 25 K 18 T	15.000
	KHRJ 25 K 20 T	18.000
	KHRJ 25 K 37 T	19.000
	KHRJ 25 K 40 T	24.000
	KHRJ 25 K 75 T	35.000

Ek 12 Projeler

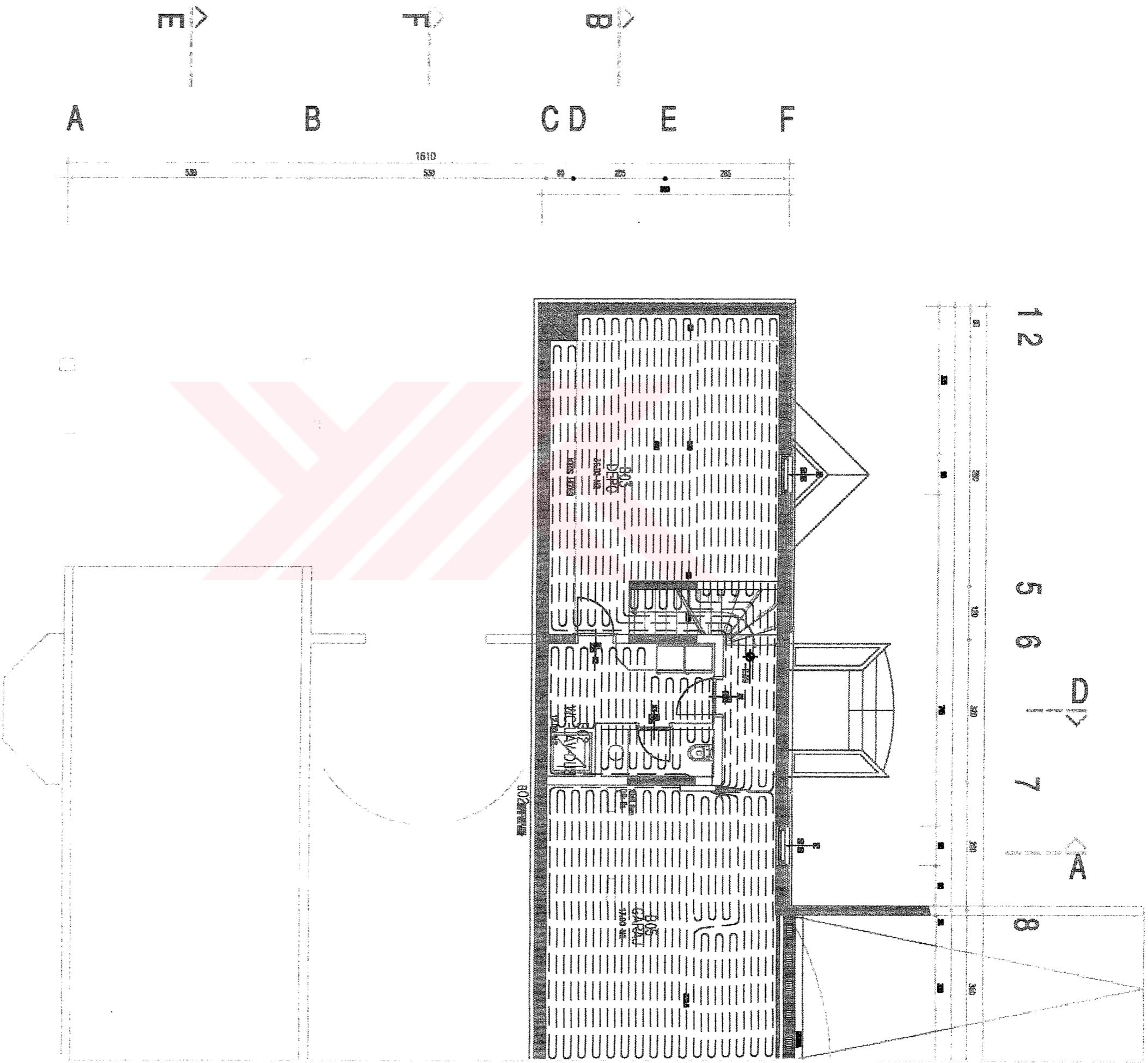




S.S. SANAYICILER KOOPERATIFI KONUTLARI			
ISTANBUL	BUYUKCEKIRCI	ADA	116 PARSELI-2
+0.50 kotu ZEMIN KAT PLANI		1/50	
PAFER BOZKURT HASAN SEKER		01.09.1972	01.09.1972

M3

KAT ALANI: 390



12

5 6

7

8

D

A

F

E

CD

B

A

120

120

300

300

300

315

1 3 4

6

7

9

KIZ VILLA

S.S. SANAYICILER KOOPERATIFI KONUTLARI

ISTANBUL BUYUKCEKIRCI T. No: 116 ADA 116 PARSEL: 2

-2.50 KAT BODRUM KAT PLANI

1/50

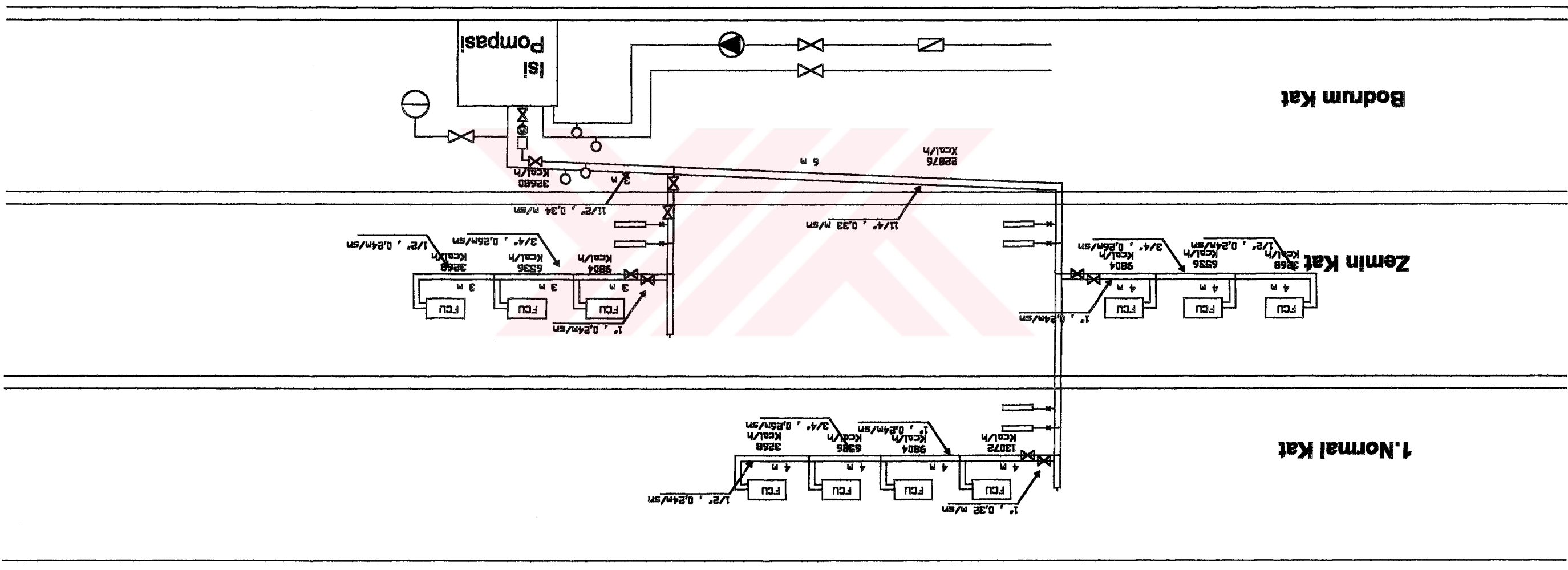
CATER BOZKURT
Prol. HASAN SENE
Mühürler

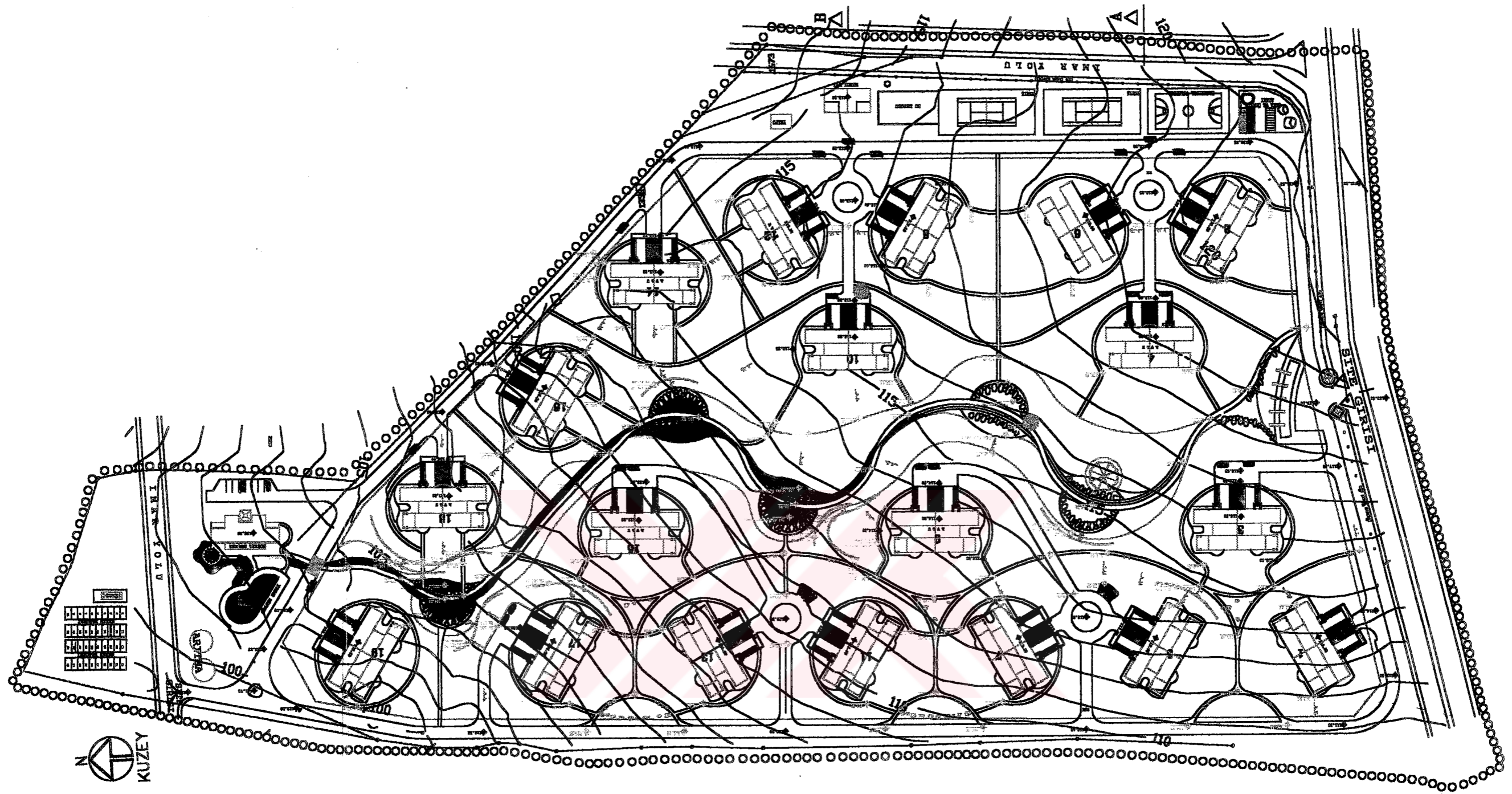
0150 4187
0212 2111 1111

M2

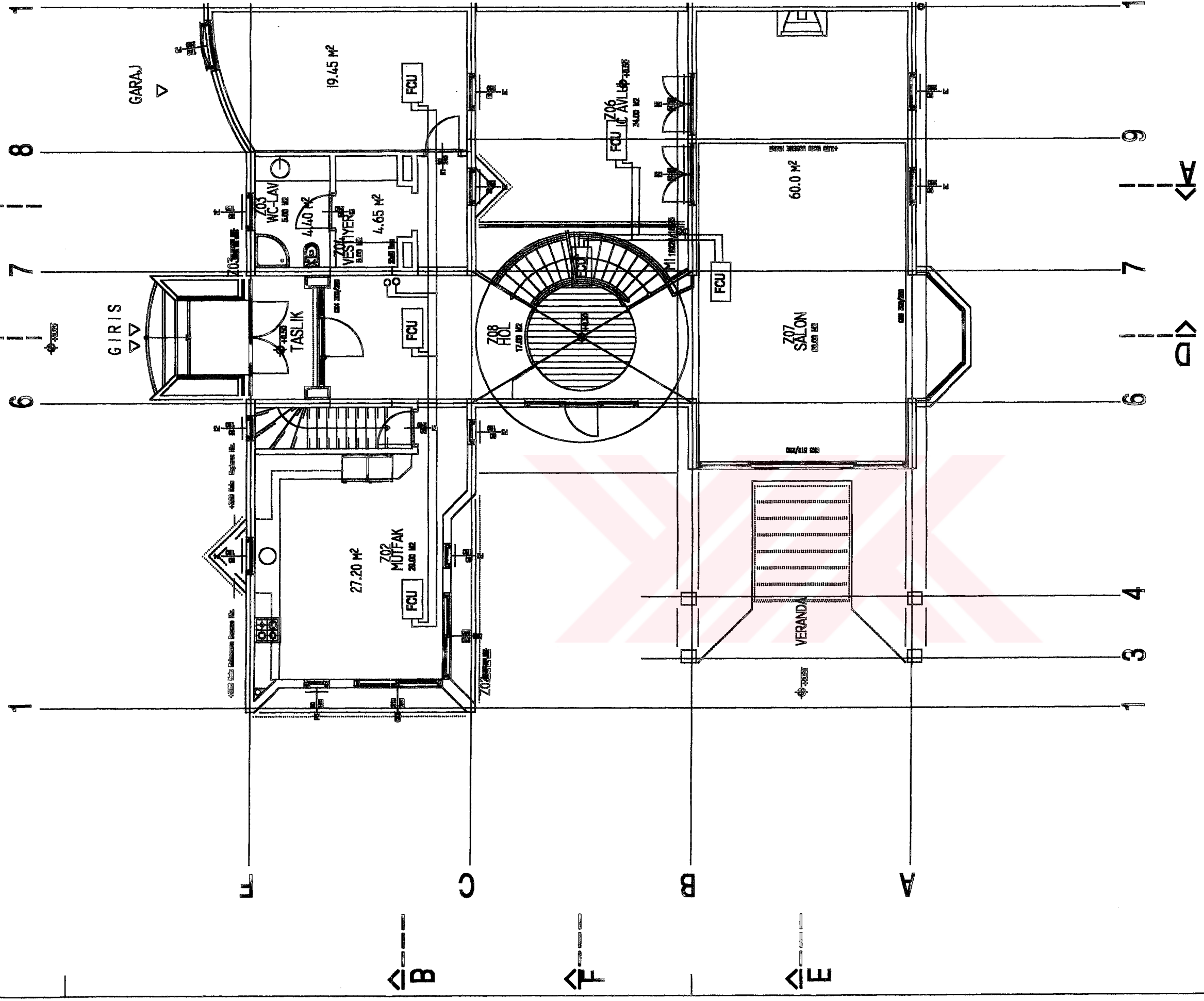
KAT ALANI: 190

KOLON SEMASI

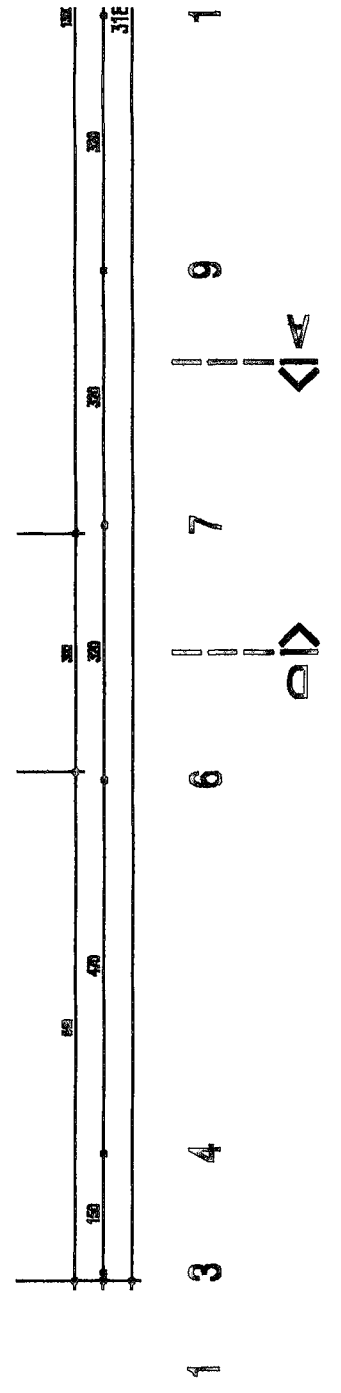
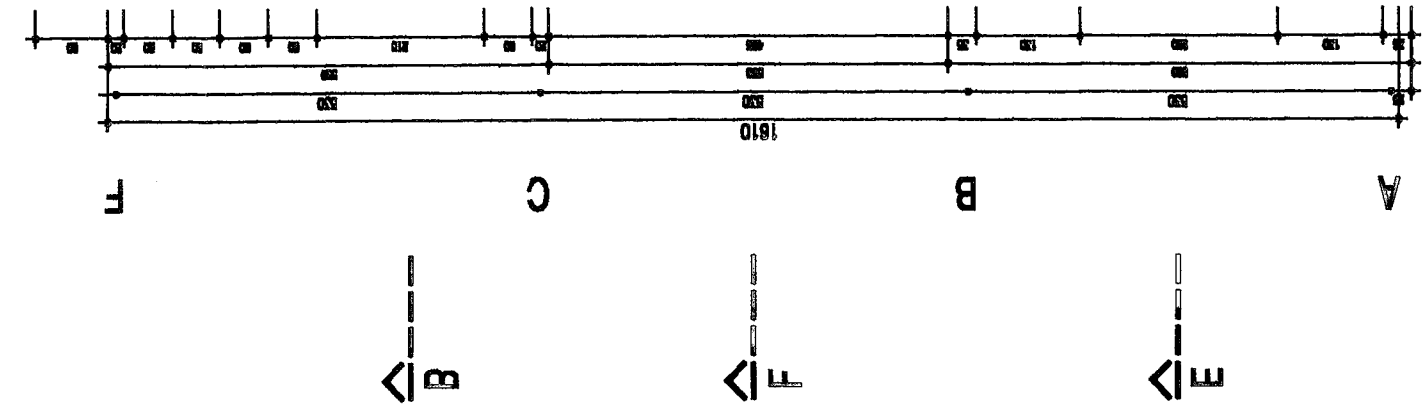
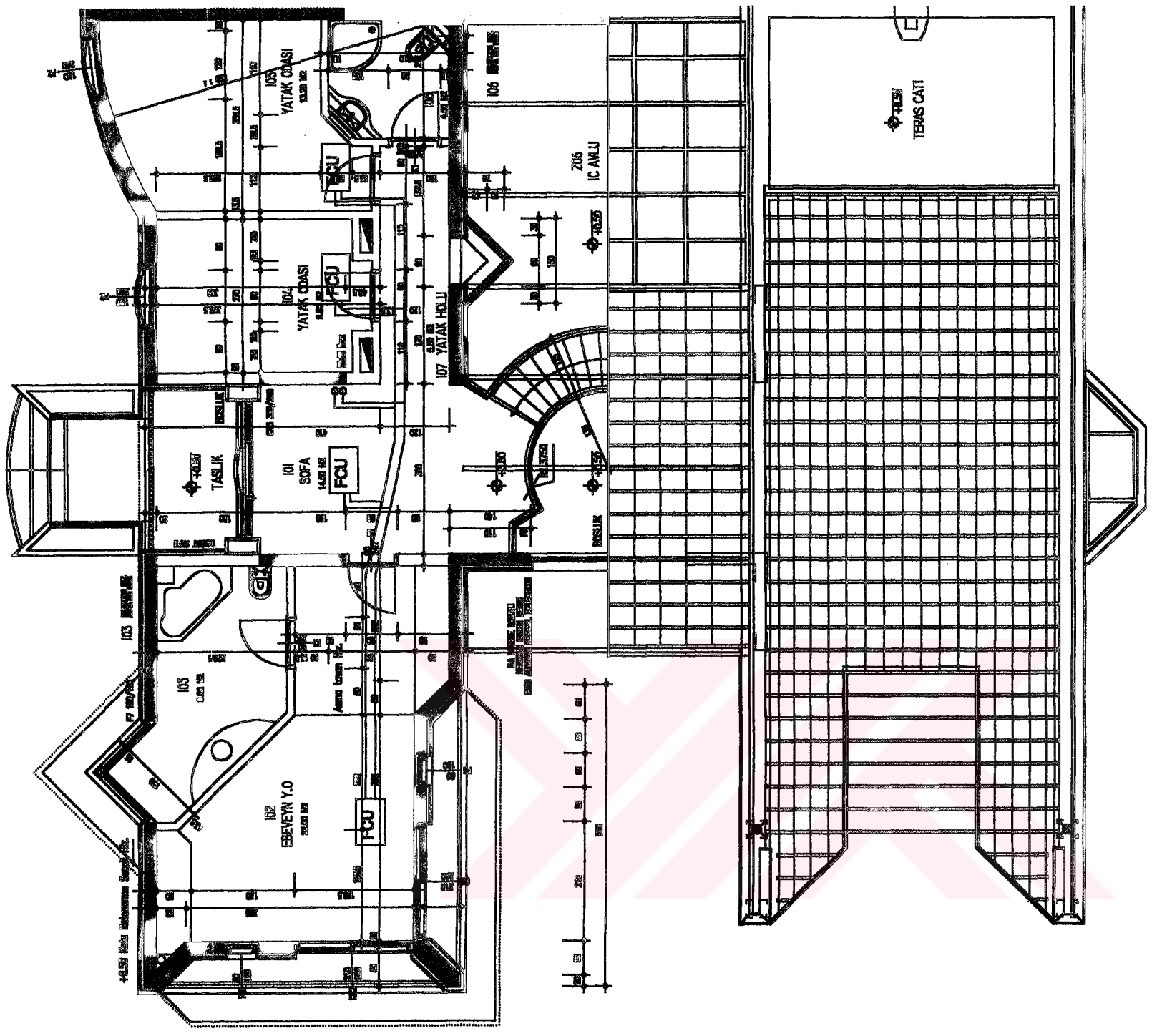
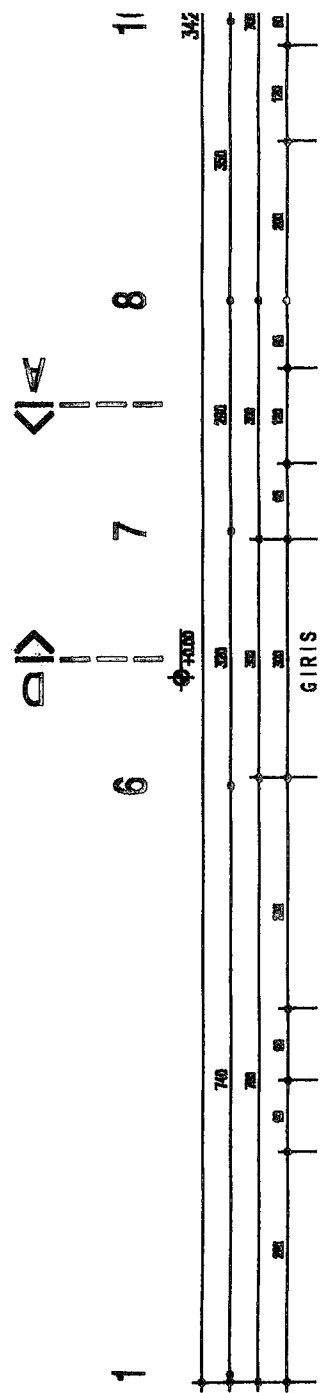




KUZEY



KAT ALANI: 390

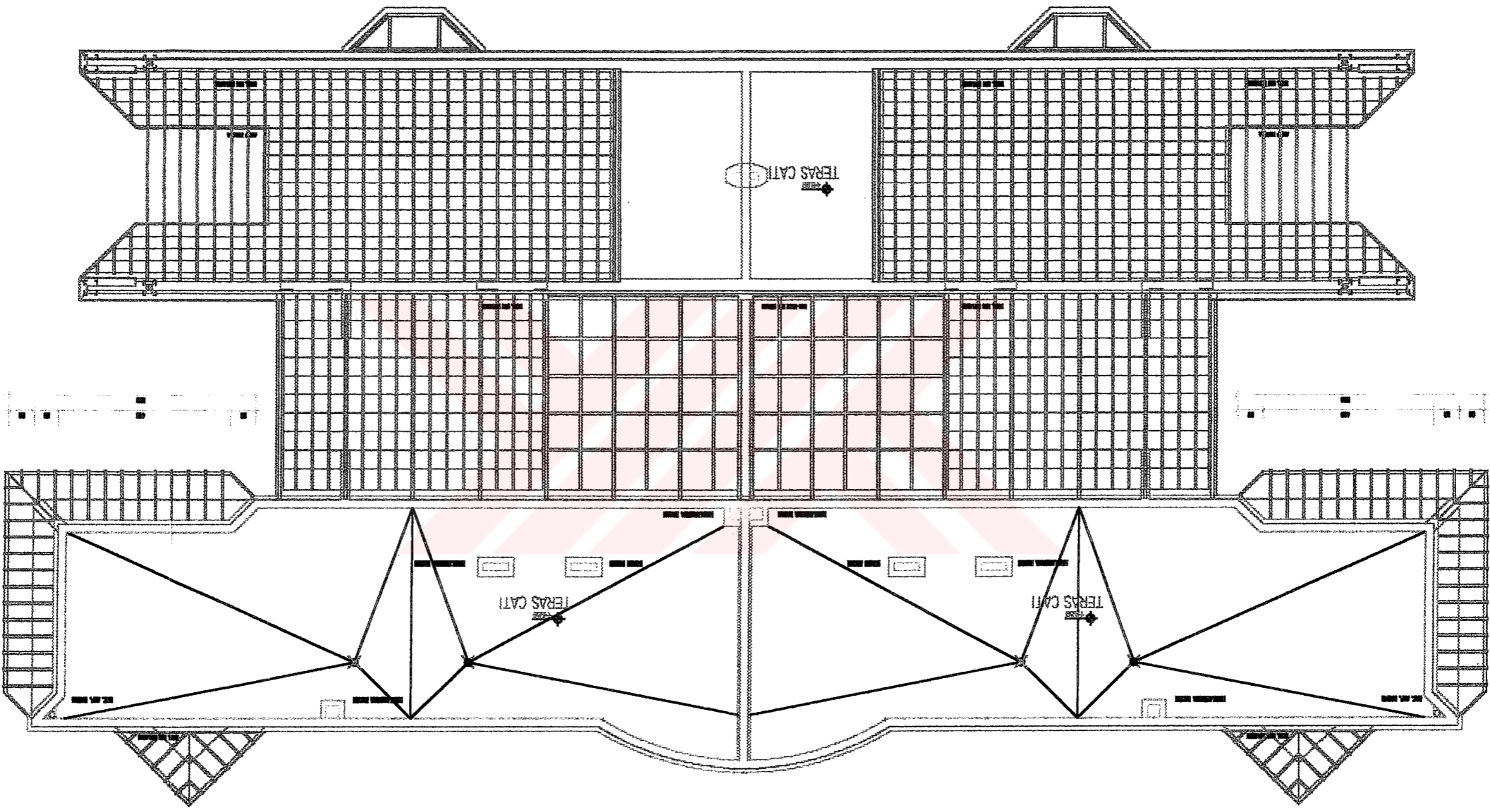


KAT ALANI: 180

M5
 İSTANBUL | BÜYÜKÇEKİRÇEN T. ADA 116 PARSEL-2
 +3.50 - +8.50 KOTU CATI PLANI
 HASAN SENEM
 ÇAĞRAN BOZKURT
 İZMİR YATIRIM MENKUL DEĞERLER A.Ş.

S.S. SANAYİCİLER KOOPERATİFİ KONUTLARI

1 3 4 6 7 9 10 11 13 14 16 17 19
 1 3 4 6 7 9 10 11 13 14 16 17 19
 1 3 4 6 7 9 10 11 13 14 16 17 19



1 3 4 6 7 9 10 11 13 14 16 17 19
 1 3 4 6 7 9 10 11 13 14 16 17 19
 1 3 4 6 7 9 10 11 13 14 16 17 19

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 18.07.1976

Doğum yeri Tokat

Lise 1991-1994 Ankara Atatürk Anadolu Lisesi

Lisans 1994-1999 Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fak.
Makine Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 1999-2001 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Müh. Anabilim Dalı, Isı Proses Programı

Çalıştığı kurum(lar)

1999-Devam ediyor Maya İnş. Ltd .Şti.

