

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**BİR BAĞ EVİNİN ISITMA SİSTEMİNİN ISI POMPASI
VE KONVANSİYONEL ISITMA SİSTEMİ İLE
KARŞILAŞTIRILMASI**
Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:
Ali Osman ÖZDEN

İstanbul, 2017

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**BİR BAĞ EVİNİN ISITMA SİSTEMİNİN ISI POMPASI
VE KONVANSİYONEL ISITMA SİSTEMİ İLE
KARŞILAŞTIRILMASI**
Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:
Ali Osman ÖZDEN

Öğrenci No:
140793007

Danışman:
Prof. Dr. Ahmet CİHAN

İstanbul, 2017

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Bir bağ evinin ısıtma sisteminin ısı pompası ve konvansiyonel ısıtma sistemi ile karşılaştırılması” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullandıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. 08/09/2017

Ali Osman ÖZDEN



T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAVI SONUÇ TUTANAĞI

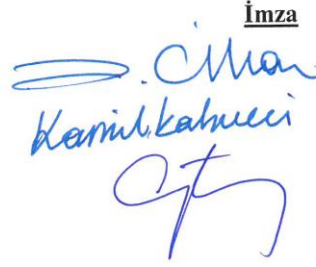
Beykent Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Aşağıda tez adı belirtilen yüksek lisans öğrencisi...140893007no'lu Ali Osman ÖZDEN'in ...08/09/2017 tarihinde yapılan tez savunma sınavı¹ sonucunda...60.... dakika süreyle sunduğu ve savunduğu tezi hakkında² oybirliğiyle, **KABUL** kararı verilmiştir.

Bilgilerinize saygılarımızla arz ederiz.

Anabilim Dalı : Makine Mühendisliği
Programı : Makine
Tez Başlığı³ : Bir bağı evinin ısıtma sisteminin ısı pompası ve konvansiyonel ısıtma sistemi ile karşılaştırılması

<u>Tez Sınav Jürisi</u>	<u>Öğretim Üyesi</u>
Danışman	: Prof.Dr.Ahmet CİHAN
Üye	: Prof.Dr.Kamil KAHVECİ
Üye	: Doç.Dr.Cüneyt EZGİ

İmza


¹ Jüri üyeleri söz konusu tezin kendilerine teslim edildiği tarihten itibaren en geç bir ay içinde toplanarak öğrenciyi tez savunma sınavına alır. Belirlenen günde yapılamayan jüri toplantısı, katılanların hazırladığı bir tutanakla enstitü yönetimine bildirilir. Bu durumda jüri en geç onbeş gün içinde toplanarak adayı tez savunma sınavına alır. Tez savunma sınav süresi en az 45 dakikadır. Yüksek lisans tez savunma sınavı, tez çalışmasının sunulması ve bunu izleyen soru-yanıt bölümlerinden oluşur ve dinleyiciye açıktır. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-3)

² Tez sınavının tamamlanmasından sonra jüri, tez hakkında “kabul”, “düzeltme” veya “red” kararı verir. Jüri başkanı, jüri üyelerince imzalanmış sınav tutanağını, tez sınavını izleyen üç gün içinde ilgili enstitü yönetimine teslim eder. Tezi başarısız bulunan öğrencinin Enstitü ile ilişkisi kesilir. Tezi hakkında düzeltme kararı verilen öğrenci en geç üç ay içinde gerekli düzeltmeleri yaparak ve yönetmelikte belirtilen usullere uygun olarak tezini aynı jüri önünde yeniden savunur. Bu savunma sınavında da tezi kabul edilmeyen öğrencinin enstitü ile ilişkisi kesilir. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-4)

³ İleride doğabilecek aksaklıkların engellenmesi için tezin başlığının yazılması gerekmektedir.

Adı ve Soyadı : Ali Osman ÖZDEN
Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet CİHAN
Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans,2017
Alanı : Makine Mühendisliği
Anahtar Kelimeler : Isı Pompası , Düşük Maliyet , Termodinamik

ÖZ

BİR BAĞ EVİNİN ISITMA SİSTEMİNİN ISI POMPASI VE KONVANSİYONEL ISITMA SİSTEMİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Isı pompası konvansiyonel sistemlerdeki yakıtların ülkemizde artması ve diğer yakıtlarla çalışan doğal kaynaklı ısıtma sistemlerinin çevreye verdikleri zararlardan dolayı önemi artmıştır. Isı pompası, artmakta olan insan nüfusundan dolayı buna bağlı olarak yükselen enerji tüketimi grafiği gibi nedenlerden dolayı daha fazla tercih edilmeye başlanan bir sistem olmuştur. Buradaki yegane amaç hem çevreye zararı minimize etmek hem de doğadaki kaynaklardan faydalanarak ekonomik açıdan elverişli ve kullanışlı bir sistemi yaygın hale getirmektir. Burada oluşacak avantaj ve dezavantajlar belirtilmiştir.

Name and Surname : Ali Osman ÖZDEN
Supervisor : Prof. Dr. Ahmet CİHAN
Degree and Date : Master, 2017
Major : Mechanical Engineering
Key Words : Heat Pump , Lowercosts , Thermodynamics

ABSTRACT

A COMPARISON OF THE CONVENTIONAL HEATING SYSTEM AND THE HEATING SYSTEM OF THE VINEYARD HOUSE'S PUMP

The heat pump has increased due to the increase in the fuels in conventional systems and the damage caused by the natural heating systems that work with other fuels. The heat pump has become a system that is being used more frequently due to reasons such as rising energy consumption chart due to the increasing human population. The unique purpose of this is to make both a favorable and useful system economically feasible by minimizing the damage to the environment and taking advantage of the natural resources. Here are the advantages and disadvantages to be created.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	vii
GRAFİKLER LİSTESİ	viii
GİRİŞ	1
1.ISI POMPASI NEDİR?	2
2.ISI POMPASI VE ELEMANLARI	5
2.1. Isı Pompası Elemanları	5
2.1.1.Kompresör	5
2.1.1.1.Pistonlu kompresörler	6
2.1.1.2.Rotatif (dönel) kompresörler	6
2.1.1.3.Turbo (santrifüj) kompresörler	6
2.1.1.4.Vidalı kompresörler	7
2.1.2.Buharlaştırıcılar (evaporatörler)	7
2.1.3.Yoğuşturucular (kondenserler).....	7
2.1.4.Expension (genleşme) valfi	8
3.ISI POMPASI ÖZELLİKLERİ	9
4.1. Isı Pompası Fonksiyon Şeması.....	10
4.2. Termodinamik Çevrim	11
4.2.1. Tek kademeli ideal soğutma çevrimi.....	12
5. ISI POMPASI ÇEŞİTLERİ	15
5.1. Toprak Kaynaklı Isı Pompası.....	15
5.1.1. Toprağa Yatay Serme Yöntemi	16
5.1.2. Toprağa Sondaj Uygulaması	16
5.2. Su Kaynaklı Isı Pompası	17
5.2.1. Uygulamada dikkat edilecek hususlar	17
5.3. Hava Kaynaklı Isı Pompası	17
5.3.1. Dış mekana yerleştirmeye ilgili uyarılar	19
6. ISI POMPASIYLA SOĞUTMA	21
6.1. Doğal Soğutma.....	21

6.2. Aktif Soğutma	21
7. SİSTEM ELEMANLARININ SEÇİMİ.....	23
7.1. Kullanılacak Isı Pompasının Seçimi	23
7.2. Isı Pompası Dezavantajları.....	23
7.3. Isı Pompası Çalışma Sıcaklıkları	24
8. BALIKESİR İLİNDE BULUNAN BİR BAĞ EVİNİN ISITMA SİSTEMİNİN ISI POMPASI VE KONVANSİYONEL ISITMA SİSTEMİ İLE KARŞILAŞTIRIMASI	25
8.1. Mahal Sıcaklıklarının Bulunması (Tablo 18).....	25
8.2. Toplam ısı geçiş katsayılarının bulunması	26
8.2.1. Oda döşemesinin k katsayısının hesaplanması.....	26
8.2.2. Wc-banyo döşemesinin k katsayısının hesaplanması.....	27
8.2.3. Dış duvarın k katsayısının hesaplanması.....	27
8.2.4. İç duvarın k katsayısının hesaplanması	27
8.2.5. Çatı kaplamasının k katsayısının hesaplanması	27
8.3. Enfiltrasyon Hesaplarının Yapılması	28
8.3.1. Z01 mutfak için enfiltrasyon hesabının yapılması	29
8.3.2. Z03 yatak odası için enfiltrasyon hesabının yapılması.....	30
8.3.3. Z04 salon için enfiltrasyon hesabının yapılması	30
8.3.4. Z05 oturma odası için enfiltrasyon hesabının yapılması.....	31
8.3.5. 101 yatak odası için enfiltrasyon hesabının yapılması	32
8.3.6. 102 banyo için enfiltrasyon hesabının yapılması	32
8.3.7. 103 yatak odası için enfiltrasyon hesabının yapılması	33
8.3.8. 104 yatak odası için enfiltrasyon hesabının yapılması	33
8.3.9. 105 çocuk odası için enfiltrasyon hesabının yapılması	34
8.3.10. 106 oturma odası için enfiltrasyon hesabının yapılması	35
8.3.11. 201 çocuk oyun alanı için enfiltrasyon hesabının yapılması.....	35
8.4. Isı kaybı hesabı cetvellerinin doldurulması.....	36
8.5. Radyatör Hesaplarının Yapılması	42
8.5.1. Z01 mutfak için radyatör hesabının yapılması	42
8.5.2. Z03 yatak odası için radyatör hesabının yapılması	42
8.5.3. Z04 salon için radyatör hesabının yapılması	42
8.5.4. Z05 oturma odası için radyatör hesabının yapılması.....	42

8.5.5. 101 yatak odası için radyatör hesabının yapılması.....	42
8.5.6. 102 banyo için radyatör hesabının yapılması	43
8.5.7. 103 yatak odası için radyatör hesabının yapılması.....	43
8.5.8. 104 yatak odası için radyatör hesabının yapılması.....	43
8.5.9. 105 çocuk odası için radyatör hesabının yapılması.....	43
8.5.10. 106 oturma odası için radyatör hesabının yapılması	43
8.5.11. 201 çocuk oyun alanı için radyatör hesabının yapılması.....	43
8.6. Konvansiyonel Isıtma Sistemi İçin Yıllık Yakıt Miktarı	44
8.7. Isı Pompası Hesabı.....	45
8.7.1. Isı pompası elemanlarının değerlerinin hesaplanması.....	45
8.7.2. Soğutucu akışkanın kütleli debisinin hesaplanması	47
8.7.3. Kompresör kapasitesinin hesaplanması.....	48
8.7.4. Evaporatör kapasitesinin hesaplanması.....	48
8.7.5. Tesir katsayısının hesaplanması	48
8.8. Isı Pompası Yıllık Enerji Miktarı	48
8.9. Isı pompası ve Konvansiyonel Isıtma Sistemi Maliyet Karşılaştırması.....	49
SONUÇ	50
KAYNAKÇA	59

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil 1: Isı pompası genel prensibi(KINCAY)	2
Şekil 2: Isı pompasının çalışması, soğutma düzeni	3
Şekil 3: Isı pompasının çalışması, ısıtma düzeni.....	4
Şekil 4: Örnek ısı pompası elemanları	5
Şekil 5: Isı pompasının çalışma prensibi	10
Şekil 6: Isı pompası fonksiyon şeması	10
Şekil 7: Isı Pompası Akış Diyagramı ve Basit Rankine Çevrimi.....	11
Şekil 8: Tek kademeli ideal soğutma çevriminin P-h ve T-S diyagramları üzerinde gösterilmesi.....	12
Şekil 9: Toprak kaynaklı ısı pompasında yüzey sıcaklığıyla derinlik grafiği	15
Şekil 10: Toprağa yatay serme görsel görünümü	16
Şekil 11: İç mekanda hava kaynaklı ısı pompası.....	18
Şekil 12: Hava kaynaklı ısı pompası şematik gösterimi.....	19
Şekil 13: Dış mekanda hava kaynaklı ısı pompası	20
Şekil 14: Dış mekanda hava kaynaklı ısı pompası uyarıları.....	20
Şekil 15: Isı pompasıyla soğutma çevrimi.....	22
Şekil 16: Isı pompası akış diyagramı.....	47

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa No.
Tablo1 : Zemin kat ısı kaybı hesabı cetveli	36
Tablo 2 : Zemin kat ısı kaybı hesabı cetveli	37
Tablo 3 : 1. kat ısı kaybı hesabı cetveli.....	38
Tablo 4 : 1. kat ısı kaybı hesabı cetveli	39
Tablo 5 : 1. kat ısı kaybı hesabı cetveli.....	40
Tablo 6 : 2. kat ısı kaybı hesabı cetveli.....	41
Tablo 7 :Binanın toplam ısı ihtiyacı.....	44
Tablo 8 : R-134a soğutucu akışkanına ait termodinamiksel özellikler	47
Tablo 9 : Isı pompasıyla kurulan sistemde maliyet analizi.....	49
Tablo 10 : Konvansiyonel sistemle kurulan sistemde maliyet analizi.....	49
Tablo 11 : Radyatör kataloğu(20 °C de radyatör ısı kapasitesi).....	52
Tablo 12 : R134a soğutucu akışkan özellikleri	54
Tablo 13 : Şehirlere ait dış ortam kış sıcaklığı tablosu (ALARKO).....	55
Tablo 14 :Birleştirilmiş artırım katsayısı , (ZD)	56
Tablo 15 :Bina durum katsayısı , (H).....	56
Tablo 16 : Kat yükseklik artırım katsayısı , (ZW)	56
Tablo 17 : ısı taşınım katsayısı , (h)	57
Tablo 18 : Mahal sıcaklıkları	57
Tablo 19 : Oda durum katsayısı , (R).....	58
Tablo 20 : Kapı ve pencereler için Sızdırmazlık katsayısı , (a)	58
Tablo 21 : Yön artırım çizelgesi, (ZH)	58

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1: Sisteme ait P-h ve T-s diyagramları.....	46
Grafik 2 : R134a soğutucu akışkana ait P-h diyagramı	53

GİRİŞ

Isı pompası konvansiyonel sistemlerdeki yakıtların ülkemizde artması ve diğer yakıtlarla çalışan doğal kaynaklı ısıtma sistemlerinin çevreye verdikleri zararlardan dolayı önemi artmıştır. Isı pompası, artmakta olan insan nüfusundan dolayı buna bağlı olarak yükselen enerji tüketimi grafiği gibi nedenlerden dolayı daha fazla tercih edilmeye başlanan bir sistem olmuştur. Buradaki yegane amaç hem çevreye zararı minimize etmek hem de doğadaki kaynaklardan faydalanarak ekonomik açıdan elverişli ve kullanışlı bir sistemi yaygın hale getirmektir. Burada oluşacak avantaj ve dezavantajlar belirtilmiştir.

Buradaki en etkin durum ise 20. asrın ortasından itibaren elektriksel enerjinin gün geçtikçe artıp nükleer santraller yardımıyla üretilmek istenmiştir. Nükleer enerji kullandıkça çevresel problemler ve radyasyon tehlikesi daha fazla görülmüştür. Ayrıca, sistem gelişmiş teknoloji gerektirmekteydi ve farklı kaynaklardan yararlanma düşüncesini önemsemiştir.

Günümüzde hızla artmakta olan ve önem kazanan enerji kaynağına dayalı çalışmalar, enerji problemini ortadan kaldırmak adına pozitif şekilde artış göstermektedir. Isı pompaları elektrikli ısıtma ile karşılaştırıldığında 3 – 6 kat aralığında ki oranda daha avantajlı olduğu görülmektedir. Sanayide de kullanılabilirliği artırabilmek adına ve çevre kirliliğini önlemek amacı ile sistem yararlılığı tespit edilmiştir. Bunun üzerine birçok çalışma yapılmakta ve bu çalışmalar devam etmektedir (Yamankaradeniz, 1982).

Enerjiyi düşük maliyetle elde edebilmek adına ve fosil yakıt rezervlerinin azalma göstermesi sebebiyle tesir katsayısı yüksek olan ısı pompalı sistemlere eğilim artmıştır.

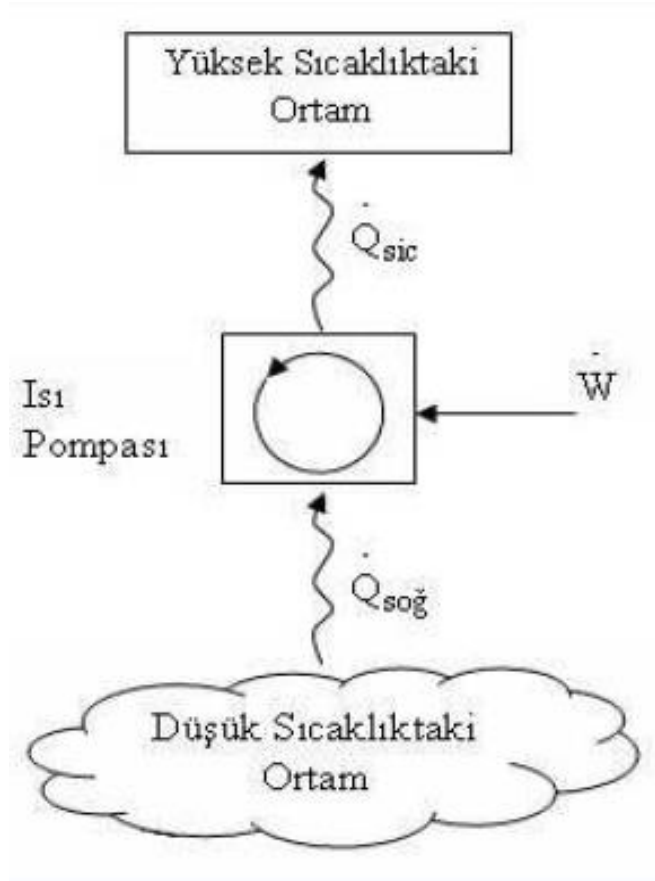
Bununla birlikte Dünyada çevresel sorunların daha ön plana çıkması ve doğal enerjiye daha çok ihtiyaç duyulmasından dolayı enerji politikaları bu yöne doğru girmektedir.

Yapmış olduğumuz çalışmada ısı pompasının doğal kaynak olan hava ile çalışmasının, konvansiyonel sistemle çalışan ısıtma sistemine göre daha verimli ve daha az çevreye zarar veren faktörlerin azaldığının amaçlandığı görülmektedir.

Kendi çalışma hayatımda uyguladığım projemde de gördüğüm detayları burada deneysel verileriyle yazarak belirteceğim.

1.ISI POMPASI NEDİR?

Konutlarda konforlu ısınmayı ve düşük işletme maliyetiyle mahali ısıtabilmek için ısı pompalarıyla ısıtma sistemi konvansiyonel ısıtma sistemine göre daha adı duyulur ve yaygın hale gelmeye başlamıştır. Mahalleri soğutabilmek için kullanılan klima, chillerlar ile evlerde yiyecekleri yeterince soğuk ortamda tutabilmek adına kullanılan buzdolapları da ısı pompalarına örnek verilebilir. Isı pompası terimi, Carnot Çevrimi'nin ters yönüne uygulanması ile ısının çevreden alınıp sıcaklığı yüksek olan alanlara yöneltilme düşüncesi ile meydana gelmiştir. Isı pompası sistemindeki ana çalışma prensibi sıcak mevsimlerde soğutulması amaçlanan mahallerden ısı alınarak kaynağı olan çevre havaya, su veya toprağa ısı transferi gerçekleştirilir. Soğuk mevsimlerde ise ısıtılması amaçlanan mahallere dış ortamdan ısı verilerek ısı transferi gerçekleştirilir.



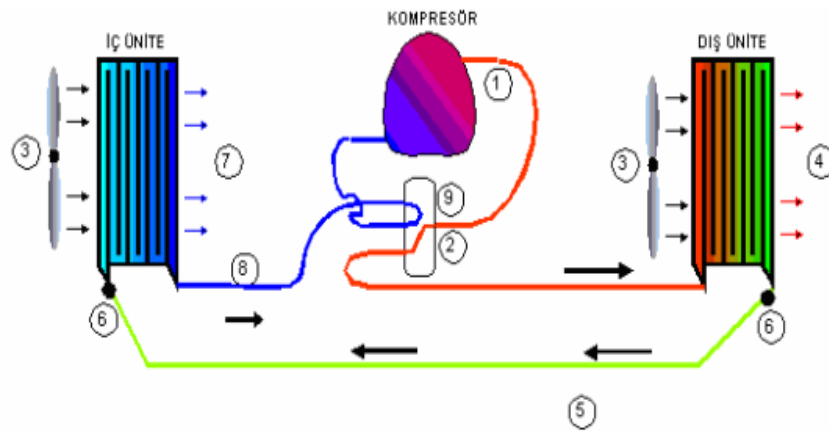
Şekil 1: Isı pompası genel prensibi(KINCA Y)

Isı pompalı sistemlerde, genel olarak soğutma çevrimlerinde çevrimi tamamlayan elemanlardan kompresör, evaporatör, kondenser, genişleme vanası ve soğutucu akışkan kullanılır.

Termodinamiğin II. Yasası, ısının yüksek sıcaklık seviyesine düşük sıcaklık seviyesinden yükselmesi için, ısıtma ve soğutma sistemine dışarıdan gerekli enerjinin verilmesi zorunludur. Isı pompalarında bu enerji mekanik, elektrik veya termal olarak karşılanmaktadır.

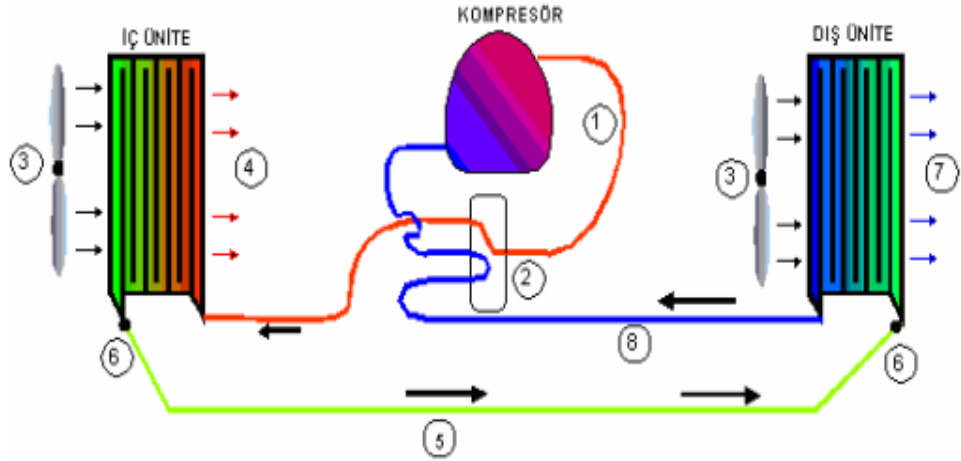
Isı pompaları genelde yaşamın olduğu konut ve çalışmanın olduğu işyerleri gibi mahallerin ihtiyaca göre ısıtılmasında ve soğutulmasında kullanılır. Aynı sistem sıcak su ihtiyacımızı boylerle karşılanabilmesi ve havuzlarında ısıtılması için kullanılabilir. Herhangi bir emisyon açığı vermeden çalışan fosil yakıtları aynı zamanda tamamen bağımsız olarak işlem görür. Böylece tüm ısı ihtiyaçlarımızı tek bir cihaz ile kombi ve klima kullanmadan karşılayabiliriz. Bu sistem ile çevreye ciddi katkı sağlanır ve %78 civarında enerji maliyetinde düşüş görülür.

Klima sistemlerinin ve aynı zamanda ısı pompalarının mekanik parçaları aynıdır. Bu sebepten dolayı bir mahalın ısıtılmasını ve soğutulmasını farklı sistemlerle yapmak ekonomik olarak uygun değildir. Bu uygulama soğuk mevsimlerde mahalın ısıtılması amacıyla, sıcak mevsimlerde ise mahalın soğutulması amacı ile kullanılabilir. Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi (2 ya da 9 numarada görünen) 3 yollu dönüştürme vanası montaj edilir. İçerisinde bulunan kondenseri, sıcak mevsimlerde soğutma sisteminin evaporatörü olarak işlem görür. Benzer şekilde, ısı pompasının dış ortamına yerleştirilen evaporatörü de sıcak mevsimlerde soğutma sisteminin kondenseri olarak işlem görür.



Şekil 2: Isı pompasının çalışması, soğutma düzeni

Şekil 2’de kompresör soğutucu akışkanı dönüştürme vanasına yüksek basınçlı buhar halinde pompalar (1) . Burada soğutucu akışkan ısısını vermek üzere dış üniteye yollanır (2) . Burada hava bir fan yardımıyla soğutucu akışkan üzerinden akıtılarak içerden alınan ısı ve kompresör gücünü dışarı atar (3-4) . (6) durumunda soğutucu akışkan yüksek basınçlı sıvı haldedir. Burada kısılma vanasına girerek (5) düşük basınçlı sıvı-buhar karışımı halinde çıkar. Daha sonra soğutucu akışkan (6-8) arasında içerinin ısısını, (3-7) arasında üflenen hava ile yoğuşturucudan dışarı atmak üzere alır. Dönüştürme vanasına gelen soğutucu akışkan (9) düşük basınçlı buhar durumundadır. Soğutucu akışkan dönüştürme vanasından, kompresöre yollanır ve çevrim tekrarlanır.

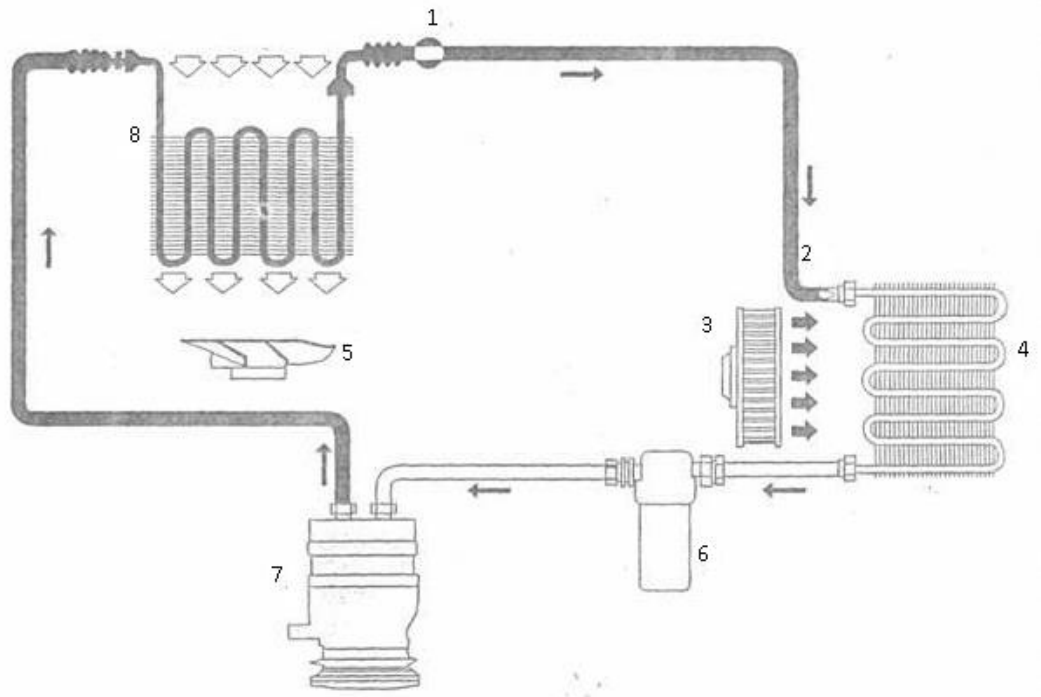


Şekil 3: Isı pompasının çalışması, ısıtma düzeni

Şekil 3’te kompresör soğutucu akışkanı dönüştürme vanasına yüksek basınçlı buhar halinde pompalar (1) . Burada soğutucu akışkan ısısını vermek üzere iç üniteye yollanır (2). Burada hava bir fan yardımıyla soğutucu akışkan üzerinden akıtılarak dışardan alınan ısı ve kompresör gücünü içeri atar (3-4) . (6) durumunda soğutucu akışkan yüksek basınçlı sıvı haldedir. Burada kısılma vanasına girerek (5) düşük basınçlı sıvı-buhar karışımı halinde çıkar. Daha sonra soğutucu akışkan (6-8) arasında dışarının ısısını, (3-7) arasında üflenen hava ile yoğuşturucudan içeri atmak üzere alır. Dönüştürme vanasına gelen soğutucu akışkan düşük basınçlı buhar durumundadır. Soğutucu akışkan dönüştürme vanasından, kompresöre yollanır ve çevrim tekrarlanır.

2.ISI POMPASI VE ELEMENLARI

Isıyı düşük sıcaklıktaki ısı kaynağından yüksek sıcaklıktaki ısı kaynağına aktaran cihazlar ısı pompalarıdır. Isı pompaları doğal kaynaklardan olan toprak, hava ve su gibi kaynaklardan faydalanırlar. Böylece bir örnekle beraber yüksek katlı konut veya sosyal tesiste bunları elde etmemizi sağlamamız için gerekli olan ısınma için kazan sistemi , soğutma için chiller sistemi ve sıcak su kullanımı için gerekli boyler sistemi yerine bunların hepsinin tek sistemde toplayan ısı pompası seçilerek maliyet ve yer hacminden tasarruf sağlanmış olur.



Şekil 4: Örnek ısı pompası elemanları

1.evaporatör fanı , 2.prosestat , 3.genleşme valfi , 4.kondenser , 5.kondenser fanı , 6.nem tutucu , 7.evaporatör , 8.kompresör

2.1.Isı Pompası Elemanları

2.1.1.Kompresör

Kompresörler düşük basınçta ve buhar fazında kompresörlerden çıkan havayı kondenser sıcaklığına daha kolay erişebilmesi için sıkıştırma sistem parçasıdır. Dört tip kompresör bulunmaktadır:

Pistonlu kompresörler

Rotatif (dönel) kompresörler

Turbo (santrifüj) kompresörler

Vidalı kompresörler

Kompresörler genellikle elektrik motoru yardımıyla tahrik edilmektedir.

2.1.1.1.Pistonlu kompresörler

Bu kompresör sisteminde yer alan piston desteği ile sıkıştırılarak işlem gerçekleşir. İşlemin gerçekleşebilmesi için elektrik motorundan kompresöre güç desteği sağlanır. Yatay ve düşey kompresör olmak üzere kullanılma ihtiyaçlarına göre farklılık göstermektedir. En fazla kullanılan çeşidi düşey tipli kompresördür. Daha az hacim aldığı için daha çok tercih edilen tiptir. Kayış kasnak devir sayılarının daha yüksek olması verimlerini arttırması ve daha düşük maliyetli olması gibi özellikleri vardır.

2.1.1.2.Rotatif (dönel) kompresörler

Rotatif kompresörlerin, pistonlu kompresörlere göre daha yüksek devirli olmalarının sebebi diğer hareketlere nazaran dönel harekette yapmalarıdır. Daha fazla hacim kaplamalarına rağmen daha hafif ve daha az titreşimle çalışırlar.

2.1.1.3.Turbo (santrifüj) kompresörler

Bu kompresör tipi diğer kompresör tiplerine göre dönel ve pistonlu sıkıştırma hareketleri yerine santrifüjlü sıkıştırma hareketi yaparak çalışırlar.

Basınç farkını sağlamak için, emme ve basma tarafı arasındaki farklılığı gözetmek adına ilk olarak soğutucu akışkan kondenserine hareketli bir enerji verilir. Daha sonra bu hareketli enerji potansiyel enerjiye dönüşür. Bu işlem sonucu basınç kayıpları meydana gelir ve bu basınç yükseldikçe kayıplar daha da artar. Bu sebepten dolayı bu kompresör tipinde kondenser basıncının yeterince emmeden küçük bir nüansla meydana gelmesi sağlanmak istenir..

2.1.1.4.Vidalı kompresörler

Vidalı kompresörler üretimde yaygın olarak kullanılan fazla kondenser basınçlı soğutucu akışkanlara uygunluk gösterir. Kompresörün bu özelliklerinden dolayı fazla arıza vermesi ve yerel kayıpların yok edilmesi diğer tip kompresörler ile karşılaştırıldığında faydalı olduğu tespit edilmiştir. (Patlar, 2006).

2.1.2.Buharlaştırıcılar (evaporatörler)

Buharlaştırıcılar soğutulması ya da ısıtılması istenilen mahalden ısıyı alarak mahalın optimum(uygun) sıcaklığa ulaşmasını sağlayan ısı pompası elemanıdır. Bu devrede soğutucu akışkan ortamdaki ısı çekerek buharlaştırıcıda buharlaşmaya başlar. Soğutucu akışkanın tipine göre genellikle çelik boru, galvanizli boru ya da bakır boru kullanılmalıdır. Buharlaştırıcı tipine göre;

Gövde borulu evaporatör

Koaksiyal evaporatör

Kanatlı evaporatör çeşitleri olarak ayrılırlar.

2.1.3.Yoğuşturucular (kondenserler)

Yoğuşturucular, kompresörden doymuş kızgın buhar halinde çıkan soğutucu akışkanın üzerine basınç uygular. Bunun sonucunda ortaya çıkan soğutucu akışkan buharlarının yoğun duruma getirildiği yerdir. Bu elemanda soğutma görevini doğal hava ve su yaptığından dolayı yoğunlaştıran soğutucu akışkanlarını su soğutmalı soğutucu akışkan ve hava soğutmalı soğutucu akışkan olarak 2'ye ayrılır.

Doğal hava soğutmalı soğutucu akışkan, kanatlı (kondenser) boru sistemine uygun yapılır. Dışarıda havaya temas eden borular ise içinde soğutucu akışkan barındırmaktadır. Isı taşınımı, kurulan bu sistem üzerinden gerçekleşir.

Bu tip sistemlerde genel olarak daha az hacimli alanlarda ve daha düşük soğutma yüklerinde kullanılması, havadaki ısı taşınım katsayısının düşük olmasından kaynaklanır. Tam tersi bir durumda daha büyük hacimli alanların kullanılması

mevzubahistir. Ev tipi buzdolapları bu sisteme verilebilecek en yakın örnek olabilir. Buzdolabın arkasında yer alan kılcal boruların içindeki soğutucu akışkanın, hava ile teması sonucu meydana gelen ısı transferidir.

Su soğutmalı sistemlerde, elektrik enerjisinden tasarruf etmek için kullanılabilir su mevcut ise sistem en faydalı kullanım hali sağlanır. Bu soğutma sisteminde, su soğutma kuleleri yardımı ile suyun sürekli olarak sistemde döndürülmesi sağlanır.

2.1.4.Expension (genleşme) valfi

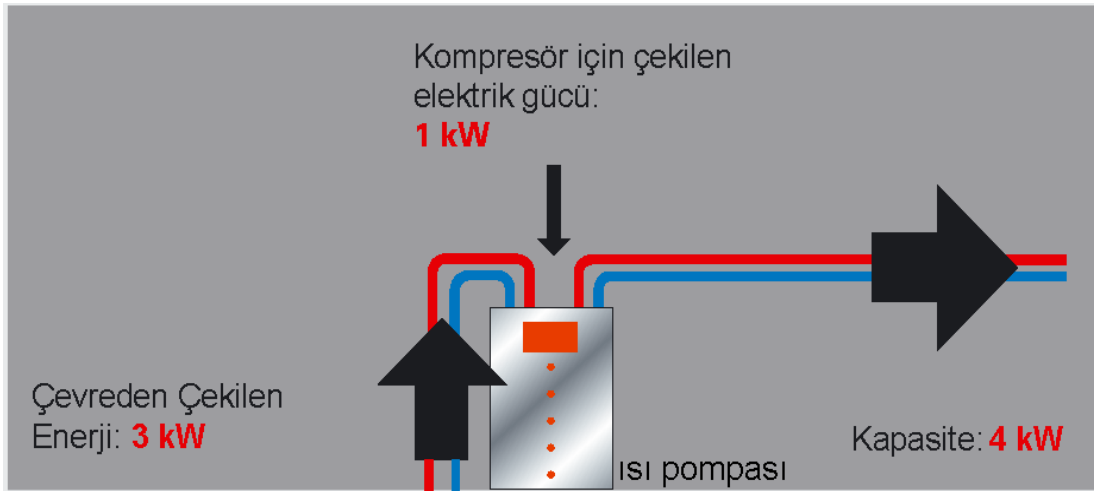
Genleşme valfinde ki soğutucu akışkanın basıncının kondensere girmeden ya da çevre sıcaklığından buharlaştırıcı sıcaklığına geçmesinden istenilen basınç değerine düşüren ısı pompası parçasıdır. Soğutucu akışkanın miktarını belirlemek için ve basıncı optimum seviyede tutmak borular yardımı ile sağlanır.

3.İSİ POMPASI ÖZELLİKLERİ

- Enerji yenilenebilirdir.
- Zararlı madde emisyonlarının oluşumunu kaynakları koruyarak önler.
- Yer kaplamaz ve böylece daha kullanılabilir bir mahal ortaya çıkar.
- Yakıt depolama gerekmez. (LPG / motorin tankı)
- Atık ısı için bacaya ihtiyaç yoktur.
- Çevreye zarar vermedikleri için kullanıcılar teşvik edilmektedir.
- Düşük sistem ve düşük ısı ihtiyacı uygulamalarına uygundur.
- Başka ısıtma-soğutma sistemlerine nazaran yarı yarıya daha az işletme maliyetindedir.
- Ses seviyeleri düşüktür.
- Doğal kaynaklı soğutma özelliği ile çok düşük maliyetli soğutma imkanı sağlar.

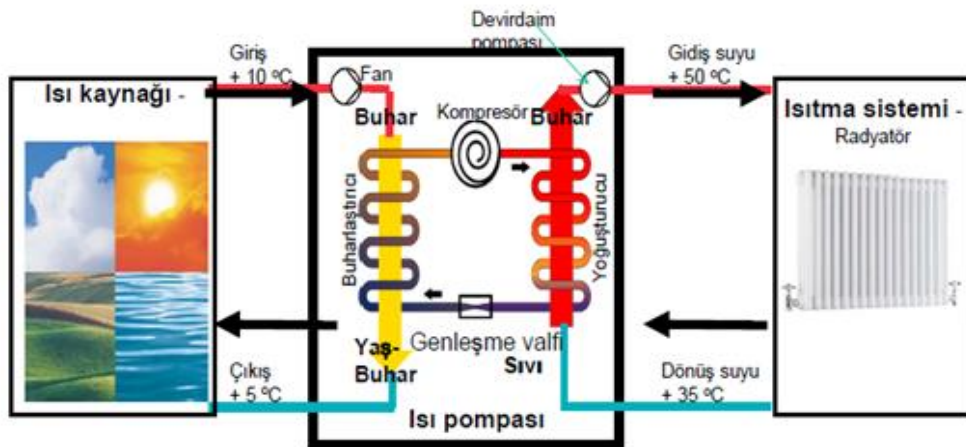
4.ISI POMPASININ PRENSİBİ

Isı pompalı sistemlerde gerekli enerjinin 3/4 'ünü doğadaki ısı kaynaklarından (toprak,hava ve su) 1/4 'ü ise elektrik enerjisinden karşılanır. Isı pompasının çalışabilmesi için elektrik ile çalışan kompresörün devreye girmesi gerekiyor. Burada enerjiyi çeken kompresör olacağı için kompresör üzerinden maliyet hesabı yapılır. Ancak kompresörün çalışmasını belirleyen de soğutucu akışkanın kondenser ve evaporatörden geçerken ki durumudur. Isı pompası, ısı kaynağı ve çeşitli değerler ile değişerek elde edilen ısı miktarını belirler.



Şekil 5: Isı pompasının çalışma prensibi

4.1.Isı Pompası Fonksiyon Şeması



Şekil 6: Isı pompası fonksiyon şeması

Devre 1. (Primer çevrim) : Dış ortamdaki hava bir fan yardımıyla evaporatörden geçirilmektedir.

Devre 2. Evaporatör , kondenser, kompresör ve genişleme valfinden soğutucu bir akışkan ile kapalı devrede çevrim oluşturularak soğutma çevrimi tamamlanır.

Çevrim 3 (Sekonder devre) : Isıtma sistemi içinde dolaşan suyu kapalı bir devrede sirkülasyon pompaları yardımıyla mahal içindeki ısıtıcı olan radyatör ya da yerden ısıtma sistemi ile sistemde dolaşarak ve mahali ısıtıyor.

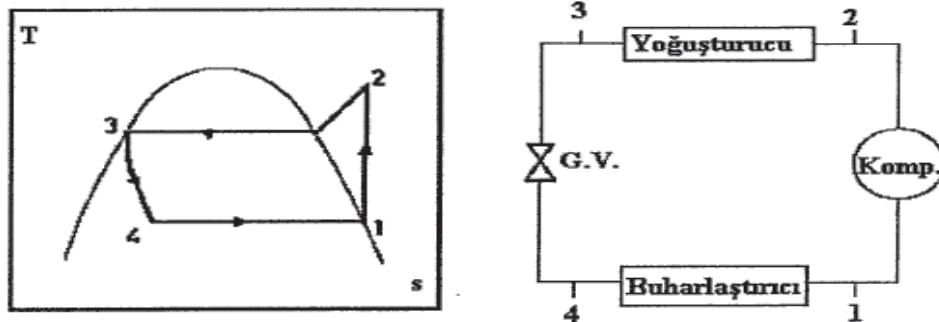
Isı kaynağından ısı alınması : Buharlaştırıcıda bulunan akışkanın sıcaklığı ve basıncı düşüktür. Isı kaynağından alınan ısı enerjisi ile oluşan sıcaklık farkı , soğutucu akışkanın sıcaklığının artırılmasını sağlar. Soğutucu akışkan kaynar ve buharlaşır.

Kompresör : Buhar fazındaki akışkanı sıkıştırarak sıcaklığını ve basıncını artırır.

Isı sistemine ısı aktarımı: Buhar fazındaki soğutucu akışkan yoğuşturucuya (kondenser) ulaşır.Yoğuşturucudaki ısıtma suyunun(mahal ve sıcak su için) sıcaklığı buhar fazındaki akışkanın yoğuşma sıcaklığından daha düşük olduğundan ,akışkanın ısını ısıtma suyuna aktararak tekrar sıvı faza geçer.

Genleşme valfinden kısma : Soğutucu akışkanın kompresörden aldığı yüksek basınç,genleşme valfinden düşürülür.Akışkan buharlaştırıcıya tekrar düşük sıcaklık ve basınçta ulaşır ve kapalı çevrim tamamlanır.

4.2.Termodinamik Çevrim



Şekil 7: Isı Pompası Akış Diyagramı ve Basit Rankine Çevrimi.

1_2 = İzentropik sıkıştırma, kompresörde gerçekleşir.

2_3 = Sabit basınç altında yoğuşturucuda ısının verilmesi.

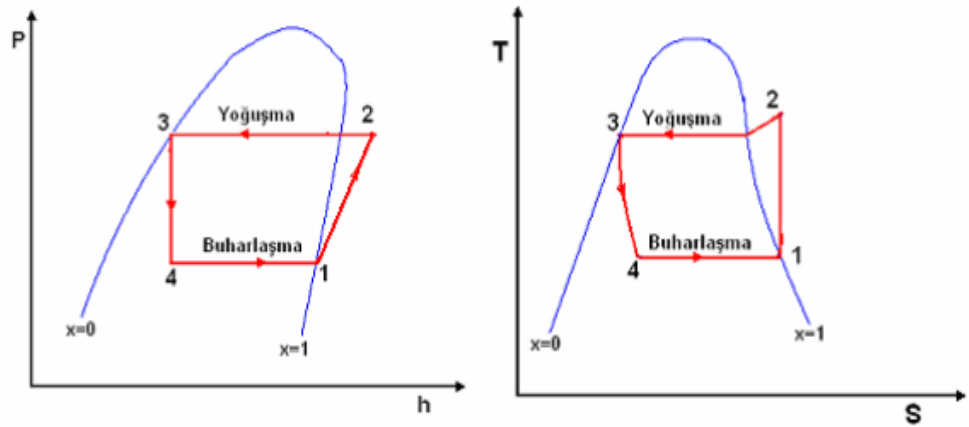
3_4 = Kısılma vanasında, sabit entalpide kısılmanın olması

4_1 = Sabit basınç altında evaporatörde ısının alınması

Şekil 7’de görüldüğü üzere, soğutma çevriminin soğutucu akışkanı alçak basınç ve sıcaklıkta ısı kaynağından ısıyı alarak kompresör yardımı ile basıncını yükseltir. Soğutucu akışkan kondensere gelirken, kompresörden yüksek sıcaklık ve basınçta çıkar. Sonrasında, basıncını eşitlemek için genişleme valfinden geriye evaporatöre gelerek çevrimi tamamlar.

4.2.1. Tek kademeli ideal soğutma çevrimi

İdeal bir soğutma çevriminde, buharlaştırıcıda ve yoğuşturucuda meydana gelen ısı aktarmalarında basınç kayıplarının olmadığı, kompresörün tersinir adyabatik (izentropik) olduğu, genişleme valfindeki kısılmanın adyabatik olduğu ve bu ısı pompası elemanları arasındaki borulamalarda herhangi bir basınç kaybının olmadığı ve boru donanımı ile çevre arasında bir ısı geçişinin olmadığı kabul edilir.



Şekil 8: Tek kademeli ideal soğutma çevriminin P-h ve T-S diyagramları üzerinde gösterilmesi

Buhar sıkıştırırmalı ideal soğutma çevriminde soğutucu akışkan kompresöre doymuş buhar olarak girer (1). Kompresörde tersinir ve adyabatik (izentropik) olarak yoğunlaştırıcı basıncına kadar sıkıştırılır. Sıkıştırma sonunda soğutucu akışkanın sıcaklığı çevre sıcaklığının üzerine çıkar ve soğutucu akışkan yüksek sıcaklıkta, yüksek basınçta ve kızgın buhar olarak kondensere girer (2). Kondenserde kızgın buhar halindeki soğutucu akışkan sabit basınç ve sabit sıcaklık altında çevreye ısı vererek hal değiştirir ve doymuş sıvı olarak 3 noktasından çıkar.

Doymuş sıvı halindeki soğutucu akışkanın basıncı, genişleme vanası yardımıyla buharlaşma basıncına kadar düşürülür (3-4). Gerçekleşen bu durumun sonunda soğutucu akışkanın sıcaklığı soğutulacak ortamın sıcaklığının altına düşer. Soğutucu akışkan buharlaştırıcıya sıvı ve buhar karışımı olarak girer ve soğutulacak ortamdan sabit basınç ve sabit sıcaklıkta ısı çekerek buharlaşır (4-1). Soğutucu akışkan teorik olarak buharlaştırıcıdan doymuş buhar olarak çıkar ve tekrar kompresöre girerek çevrim bu şekilde tamamlanmış olur.

Soğutma sisteminde soğutulan ortamdan(evaporatörle) birim zamanda çekilen ısı enerjisi

$$Q_L = \dot{m}(h_1 - h_4) \quad (1)$$

Şeklinde ifade edilir.

Burada;

Q_L . = Buharlaştırıcı (Evaporatör) tarafından çekilen ısı miktarı

h_1 = Buharlaştırıcıdan çıkan soğutucu akışkanın entalpisi (kJ/kg)

h_4 = Buharlaştırıcıya giren soğutucu akışkanın entalpisi (kJ/kg)

\dot{m}_{gaz} = Sistemde dolaştırılması gereken soğutucu akışkanın debisi (kg/s)

Kompresörün işi:

$$\dot{W}_k = \dot{m}(h_2-h_1) / \eta_{kiz}. \quad (2)$$

Şeklinde ifade edilir.

Burada;

$$\dot{W}_k = \text{Gerçek kompresör işi (kW)}$$

h_1 = kompresöre giren soğutucu akışkanın entalpisi (kJ/kg) (doymuş buhar olarak girdiği varsayılan)

h_2 = izentropik sıkıştırma sonucunda kompresörden çıkan soğutucu akışkanın entalpisi (kJ/kg)

η = Kompresör izentropik verimi

Yoğuşturucudan atılan ısı (Q_H):

$$Q_H = Q_L + W_k \quad (3)$$

Soğutma tesir katsayısı : $(COP)_{SM}$

$$(COP)_{SM} = Q_L / W_k \quad (4)$$

Isıtma tesir katsayısı : $(COP)_{IP}$

$$(COP)_{IP} = Q_H / W_k \quad (5)$$

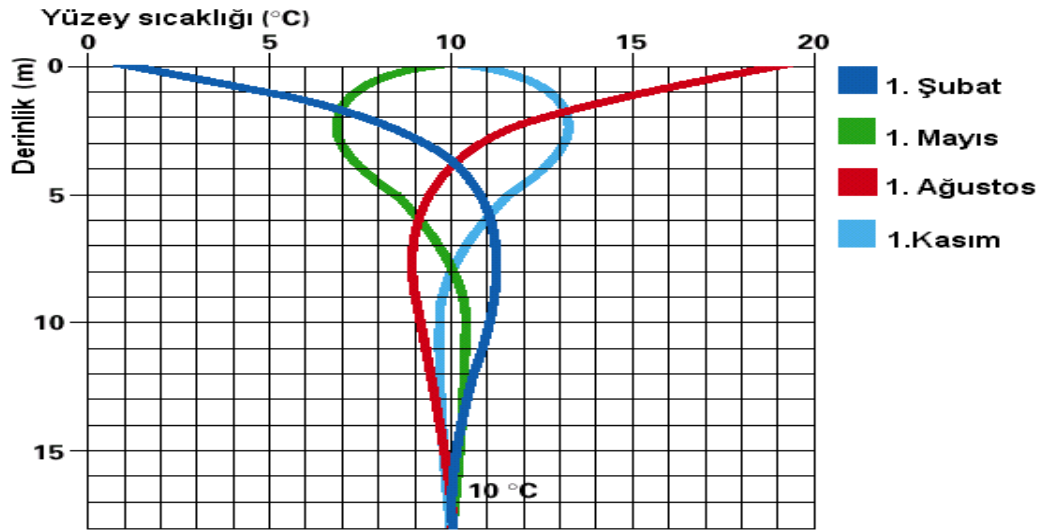
5. ISI POMPASI ÇEŞİTLERİ

5.1. Toprak Kaynaklı Isı Pompası

Toprak kaynaklı ısı pompası uygulaması iki şekilde mümkündür.

- 1- Toprağın yaklaşık 1-2 metre derinine plastik polietilen boruları yatay sermek.
- 2- Toprağa sondaj uygulaması.

Yatay toprak kolektörleri veya dikey sondajlar toprakta depolanan enerjiyi glikol-su (antifriz) karışımı ile ısı pompasının buharlaştırıcısına getirirler. Buharlaştırıcıda ısıyı çeken antifriz tekrar toprağa geri gönderilir ve toprak tarafından ısıtılır. Böylece toprak soğur ve topraktan ısı çekilmiş olur. Toprak kütlesi çok büyük olduğundan çok fazla miktarda ısı depolar. Yağmur suyu ve güneş ışınımı da toprağa yeniden ısı enerjisi kazandırır.



Şekil 9: Toprak kaynaklı ısı pompasında yüzey sıcaklığıyla derinlik grafiği

Bu bölgede 15 m derinlikten sonra toprak sıcaklığı tüm mevsimlerde 10 derecede sabit kalmaktadır.

2 metrelik bir derinlikte toprak tüm yıl boyunca dış hava sıcaklığından daha yüksek bir sıcaklık seviyesine sahiptir.

Yaklaşık 15 metre derinlikten sonra toprak sıcaklığı daha da artar ve tüm mevsimlerde sabit kalmaktadır.

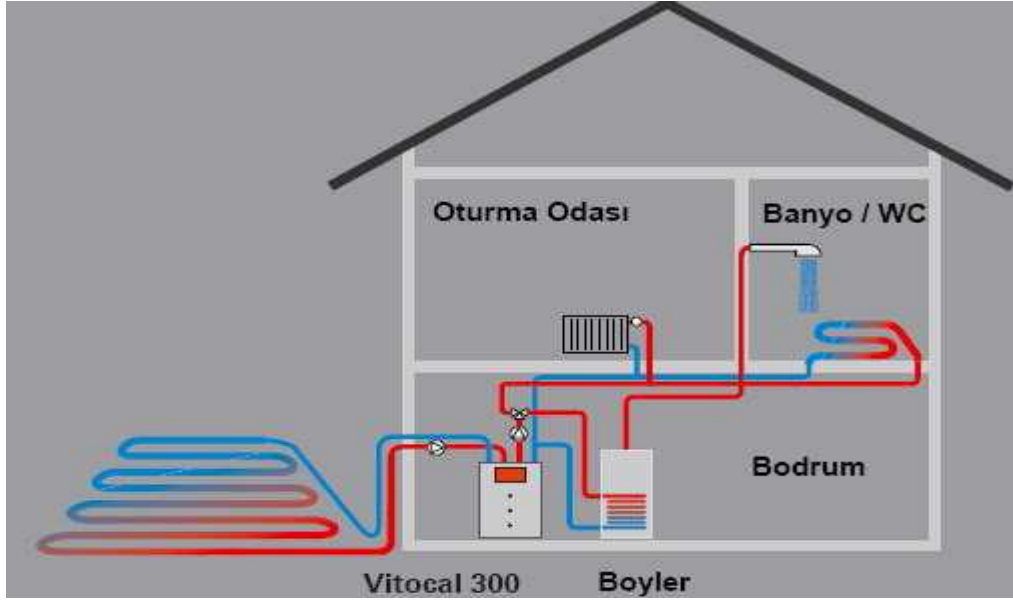
Sıcaklık değerleri bölge ve toprak özelliklerine göre değişmektedir.

5.1.1.Toprağa Yatay Serme Yöntemi

Boru uzunluğu 100 metrede kalmalıdır. Aksi takdirde karşı kuvvet ve statik sürtünmeden kaynaklı kayıplar artacağı için daha kapasiteli ısı pompasına ihtiyaç duyulur.

Aynı direnci ve aynı debiyi elde edebilmek için boruların tamamının boru aralığı aynı yapılmalıdır. Böylece dış kaynaktan (toprak) aynı miktarda ısı çekilmesi sağlanır.

Yeni yapılan konutlarda ısı pompasının kurulması için gerekli toprak kazma ve taşıma işlemleri için ilk kurulum maliyeti düşüktür. Mevcut konutlar için aynı işlemlerin maliyeti daha yüksektir.



Şekil 10: Toprağa yatay serme görsel görünümü

5.1.2.Toprağa Sondaj Uygulaması

Kuyuların sondaj derinliklerinin hesaplanması bu yöntem için en önemli durumdur. Isı enerjisinin hangi miktarda belirleneceğini bulmamız için toprağın ısisının hassasiyeti test edilmelidir. Bilir kişilerin (sondaj firmalarının veya Jeologların), görüşleri ve hesapları dikkate alınmalıdır. Oturumun fazla olduğu yüksek yapılarda bu sistemi kullanmak daha elverişlidir.

5.2.Su Kaynaklı Isı Pompası

Yer altı sularının sıcaklıkları sene süresince neredeyse sabit kalmaktadır. Bu sebepten dolayı ısıtılacak olan mahalın sıcaklığını ayarlamak için diğer ısı sistemlerine nazaran daha düşük oranda artırmak yeterlidir. Isı pompasının kaynağı yer altı suyu seçildiği için, ısı pompası çalıştığında belli miktarda yer altı suyu soğutulur. Yeraltındaki suyu sistem evaporatörüne ulaştırmak için, ısı pompası tarafından emiş yapılır. Ardından ısı pompası tarafından çekilen ısı enerjisi ısıyı çekildiği için ısı pompası kaynağına geri gelir. Bununla birlikte, sistemin verimli çalışabilmesi için fizibilite çalışmaları önceden yapılması gerekir. Bunun sisteme faydası ilk yatırım maliyetini etkileyen ara eşanjör kullanılmasının gerekli bulunup bulunmayacağıdır. Çünkü ara eşanjör kullanılması sistem maliyetini artırmaktadır.

5.2.1.Uygulamada dikkat edilecek hususlar

- Basma kuyusuyla emme kuyusu aralarındaki olması gereken fark 5 mt'dir. Kısa devreyi önlemek adına tekrar geri verme ve su çekme, yeraltında ki suyun seviyesinin altına gelecek şekilde ayarlanması gerekir.
- Pompalama tesisinin maliyetinden dolayı, bir veya iki ailelik bağımsız evler için, yeraltı suyunun yaklaşık 15 metreden daha derinden ısı pompasıyla pompalanması önerilmez .Ticari yerlerde veya daha büyük sistemlerde daha derinlerden su çekilmesi uygun olabilmektedir.
- Yeraltı suyunun ısı pompasına giriş ve çıkış hatları donmaya yönelik korunmalı ve kuyuya doğru eğimli olarak montajlanmalıdır.
- Su kuyusunun kapasitesi ısı pompasının akışkan debisine uygun olmalıdır. Su debisi cihazın çalışması için gerekli minimum değerde olmalıdır.

5.3.Hava Kaynaklı Isı Pompası

Hava kaynaklı ısı pompası uygulaması iki şekilde mümkündür.

- 1- Dış mekan
- 2- İç mekan

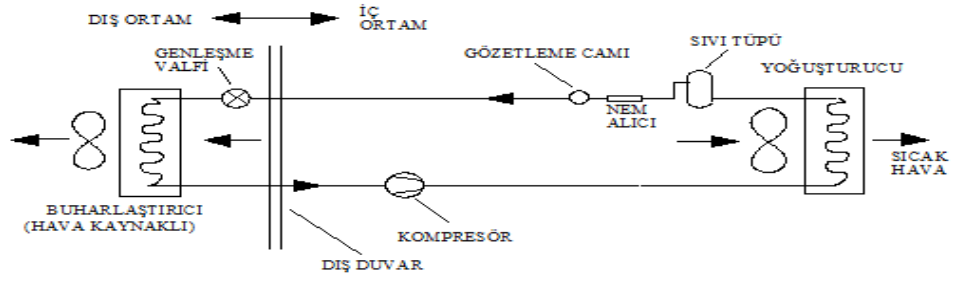
Enerji kaynağı hava olan ısı pompasında, enerji kaynağının ısı pompasına bağlanması montaj açısından kolay olduğu için, işletme maliyetlerinin yanında ilk yatırım maliyetleride konvansiyonel ısıtma sistemine nazaran daha düşüktür. Kış sıcaklığının düşük olduğu şehirlerde hava kaynaklı ısı pompasını verimli kullanabilmek için elektrikli ısıtıcı ihtiyacı ortaya çıkabilir. Ortamın havasından ısının çekilmesi ısı pompasının hacmine ve ısı pompasının elemanlarının yapısına bağlı olarak değişim gösterebilir. Evaporatöre gelen hava miktarı, ısı pompası düzeneğinin içinde bulunan fan yardımı ile havalandırma spiro kanalları aracılığı ile getirilir. Havada bulunan ısı enerjisini, ısı pompasının devresine getiren evaporatördür.

Hava kaynaklı ısı pompası büyük hacimlerin ısıtılmasında ya da soğutulmasında dış hava ile çalışmaktadır. (3000 – 4000 m³/h). Bir fan yardımıyla cihazın içinde hava emilir. Fanın ses seviyesi mahalın ısıtılmasında önemlidir ve bu yüzden dikkate alınmalıdır.

Mahalin dış duvarlarına havalandırma kanalları montajı yapılarak dış ortamın havasından gerekli ısı enerjisi iç mekana getirilmesi sağlanır. Havalandırma kanalından ısı pompası içinde bulunan fanın desteği ile hava emişi yapılmaktadır. Dış ortamın havasının emişinin olabilmesi için, hava ısı pompasında bulunan evaporatörden geçirilir. Buharlaştırıcı emişi gerçekleşen dış ortam havasının ısı sıcaklığı zamanla düşer ve dış ortama havalandırma kanalından atılır. Evaporatör tarafından emişig gerçekleşen ısı enerjisi kondenserde mahalın ısıtılmasını sağlayan ısıtma sistemini besleyen ısıtma tesisatı hattına aktarılır.



Şekil 11: İç mekanda hava kaynaklı ısı pompası



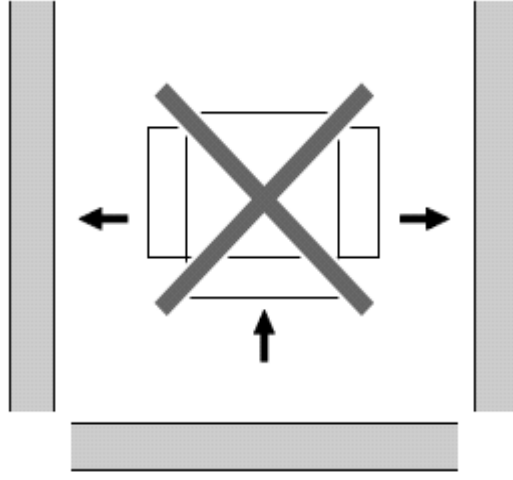
Şekil 12: Hava kaynaklı ısı pompası şematik gösterimi

Basit şekilde sistemin çeşitli noktalarına yerleştirilen T tipi (Cu-Co) ısıl çiftler yardımıyla her 30'ar dakikalık zaman aralıklarıyla sıcaklıklar ölçülür. Sistemde dolaşan soğutucu akışkan, sıcak su sıcaklıkları ile birlikte dış ortam ve iç ortam sıcaklıkları da ölçülür. Isıl çiftler, korozyon nedeniyle hatalı ölçüm yapma ihtimaline karşı vernik ile izole edilmesi gerekir.

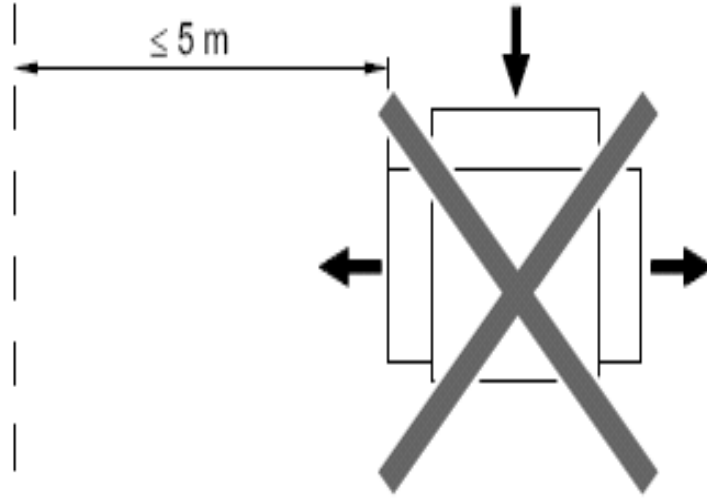
Dış ortam hava sıcaklığını ölçmek amacıyla bir ısıl çift, laboratuvar binasının dış duvarından 1.5 m uzaklıkta güneş ışınımını direkt görmeyecek şekilde yerleştirilmiş ve dış ortam hava sıcaklığındaki değişimler yarımşar saatlik aralıklarla ölçülür. Laboratuvar binasının iç ortam sıcaklıkları, dış pencereden 1.5 m içeride ve yoğuşturucudan çıkan ısıtılmış hava akımının direk temas etmediği bir noktaya yerleştirilmiş olan ısıl çift yardımıyla ölçülür. Yoğuşturucudan ve hava kaynaklı buharlaştırıcıdan geçen hava debisi ölçülür. En optimum değeri bulmak için tüm sıcaklık değerleri göz önüne alınır. Hava sıcaklığının değişken olduğu aylar baz alındığı için yapıların dış ortam yalıtımının iyi derecede yapılmış olması gerekir.

5.3.1. Dış mekana yerleştirmeye ilgili uyarılar

Hava kaynaklı ısı pompası yapı girişine ya da yapının bileşen duvar yüzeylerine montaj edilmemelidir. Ses oluşmasını engellemek için hareket alanlarını azaltmak gerekir. Yapı bileşen duvarlarının yüzey alanı artması sesin şiddetinde diğer küçük yüzey alanlarına göre daha artış gösterir. Hava kaynaklı ısı pompasının yapı bileşen duvarlarına ya da yapı girişine montaj edilmesi, bu sistemde hiç istenmeyen hava devresi oluşturabilir. Isı pompasının yapının sınır alanına 5 m'den daha fazla yakınına montaj edilmemesi önemlidir. Çünkü ısı pompasının oluşturacağı ses ve titreşimler çevrede yaşayanları rahatsız edebilir.



Şekil 13: Dış mekanda hava kaynaklı ısı pompası



Şekil 14: Dış mekanda hava kaynaklı ısı pompası uyarıları

6. ISI POMPASIYLA SOĞUTMA

Isı pompaları mahallerin hem ısıtılması hem de soğutulması mümkündür. Isı pompasıyla mahallerin soğutulması için 2 çeşit yöntem vardır :

6.1.Doğal Soğutma

Bu sistem daha yaygın olarak toprak kaynaklı ısı pompası ve su kaynaklı ısı pompalarında kullanılır. Sıcak mevsimlerde yeraltındaki suyun sıcaklığı diğer su kaynaklarına nispeten daha düşük sıcaklıktadır ve bu su soğutulacak mahale daha kolay iletilir. Bu çevrimde ısı pompası elemanı olan kompresör sistem dışıdır ve ısının değişimi primer çevrimde meydana gelir. Kompresör devre dışı olduğu için sistemde enerjiyi çekecek tek eleman sirkülasyon pompaları ve kontrol panelleridir. Yani enerji maliyeti hesabında , kompresör devre dışı olduğu için kontrol panelleri ve sirkülasyon pompalarının çektiği enerji hesaplanması gerekir.

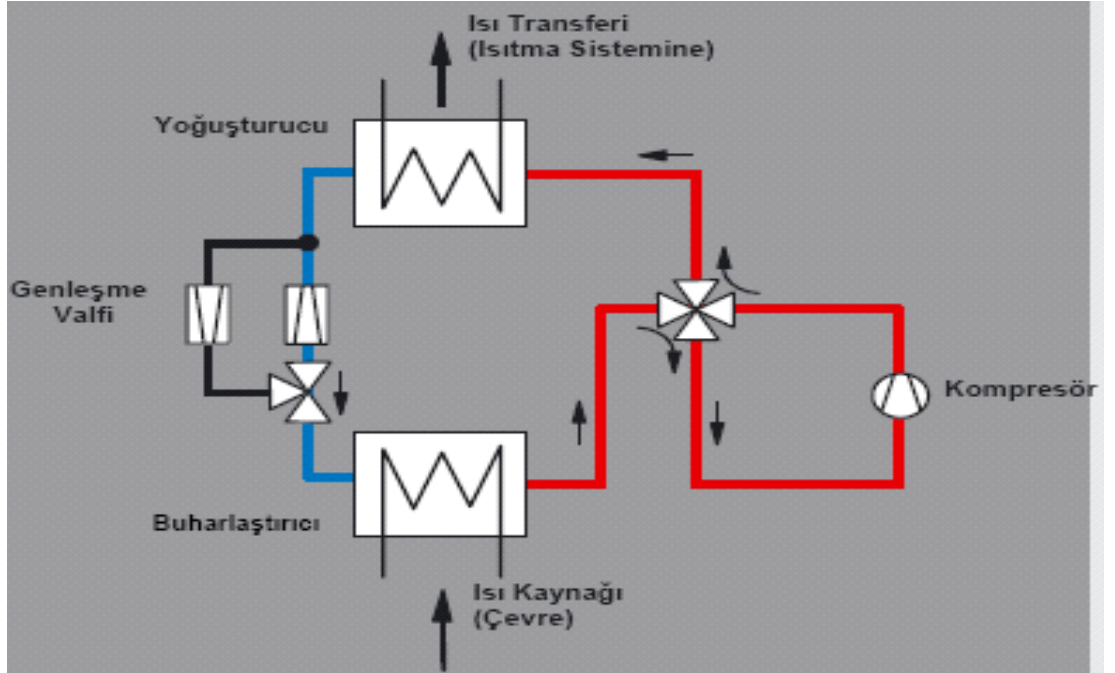
6.2.Aktif Soğutma

Isı pompası fonksiyonları tam tersi düşünülüp ve hesaplanıp , sistemin ısı pompası tersine soğutma makinesi olarak çalışmasına yardımcı olunur. Yapılacak işlem aktif şekilde soğutma olduğu için kompresör sistemde devrededir. Bundan dolayı doğal soğutmada ulaşılan kapasiteye nazaran daha yüksek bir verim elde edilir. Kompresör devrede olduğu için kaynağı toprak, su ve hava olan ısı pompalarında sisteme uygulanabilirliği mümkündür ve kolaydır.

Kompresörün akış yönünün ve kısılma vanasının tersine çalışması ısı pompasının soğutulması için uygundur. Bundan dolayı ısı yani soğutucu akışkan ters yönde hareket eder. Bu ters yönde hareket kompresör tarafından çekilen enerji miktarını da artırmaktadır.

Teknik açıdan ,uygulamada ise 4 yollu vana ve ikinci bir genişleme valfinin soğutma çevrimine dahil edilmesi ile çözüme ulaşılabilir. Dört yollu vana tüm sistemin akış yönünü tersine çevirir. Dört yollu vananın monte edilmesi ile sistemin ısıtma yada soğutma çevriminde olduğuna bakılmaksızın kompresör akış yönünü kontrol eder.

Kompresörün gaz fazındaki soğutucu akışkanı ısıtma sistemindeki plakalı eşanjöre iletmesi ısıtma devresinde gerçekleşir. Mahalde kullanılacak olan kullanma suyu ve mahalın ısıtılması için soğutucu akışkanda yoğuşma olur ve enerjisini ısıtma devresine aktarır.



Şekil 15: Isı pompasıyla soğutma çevrimi

7.SİSTEM ELEMANLARININ SEÇİMİ

7.1.Kullanılacak Isı Pompasının Seçimi

Yapının kaç katlı olduğu, duvarlarının ısı yalıtımı, pencerelerin çift-tek camlı olması gibi bazı özellikler belirlenmelidir. Bu değerlere göre enfitrasyon hesabı yapılır. Daha sonra diğer ısı kaybını etkileyen etmenlerin bütünü olan zamsız ısı kaybı hesaplanır. Bu veriler yapının ısı kaybını hesaplamak için gereklidir. Isıtma sistemi olarak örneğin yerden ısıtma belirlenmiş ise, ısı pompası seçerken yoğuşturucu sıcaklığı yaklaşık 50°C olmalıdır. Buna ek olarak günlük sıcak su kullanımı tespit edilmeli (aylara göre değişebilir) ve bununda ısıtma yükü hesabında göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Diğer ısıtma sistemleri seçilecek olursa sistemin 70/90 çalışacağı unutulmamalıdır. Bazı sayısal değerlerin bilinmesi ve hesaplanması gerekmektedir. Bunlar ise;

Dış Hava (Çevre) Sıcaklığı ,

İstenen ortam sıcaklığı (optimum sıcaklık),

Mahal alanı ,

Mahalin ısı kaybı,

Isıtma sisteminin mahale vereceği sıcaklığı belirlemek için menfez sıcaklığı,

7.2.Isı Pompası Dezavantajları

Isı pompalarının iyi bir yerleşimle dezavantajı yok denecek azdır. Fakat iyi bir yerleşim planı ve hesaplama yapılmalıdır. Amaç sadece çevreye katkı sağlamak, çevreye verilen atık ısıyı azaltmak ise hesaplamalara ve yerleşim planına gerek kalmadan ısı pompası sistemi kurdurulabilir. Eğer ısı pompası ile bir konut ya da çalışma alanı düşük maliyetle ısıtılmak veya serinletilmek isteniyorsa bu durumda enerji verimliliği ve enerji maliyeti hesabı yapılmalıdır. Bu durumda hem doğaya katkıda bulunulacak hem de daha düşük enerji maliyeti yapılması sağlanacaktır. Kış boyunca dış ortam hava sıcaklığı sürekli olarak düşük sıcaklıklarda olan (eksi değerler) bir bölgedeki mahale hava kaynaklı ısı pompasıyla ısıtma istemek çevreye katkı bulunur fakat düşük maliyet ihtimalini oldukça düşürür.

Isı pompası ısıtma testleri + 35 C çıkış suyu sıcaklığına göre yapılır. Hava kaynaklı cihazlar +7 C dış hava ve + 35 C besleme suyu sıcaklığına göre test edilir. Yani kataloglarda yazılı olan kapasite , COP ve elektriksel tüketimler bu test değerlerinden elde edilen sonuçlara göre belirlenmektedir. Eğer ısı pompası bu durumlara göre seçilmemiş ise istenen sonuç hem enerji maliyeti açısından hem de ilk kurulum maliyeti açısından sağlanmayacaktır.

7.3.Isı Pompası Çalışma Sıcaklıkları

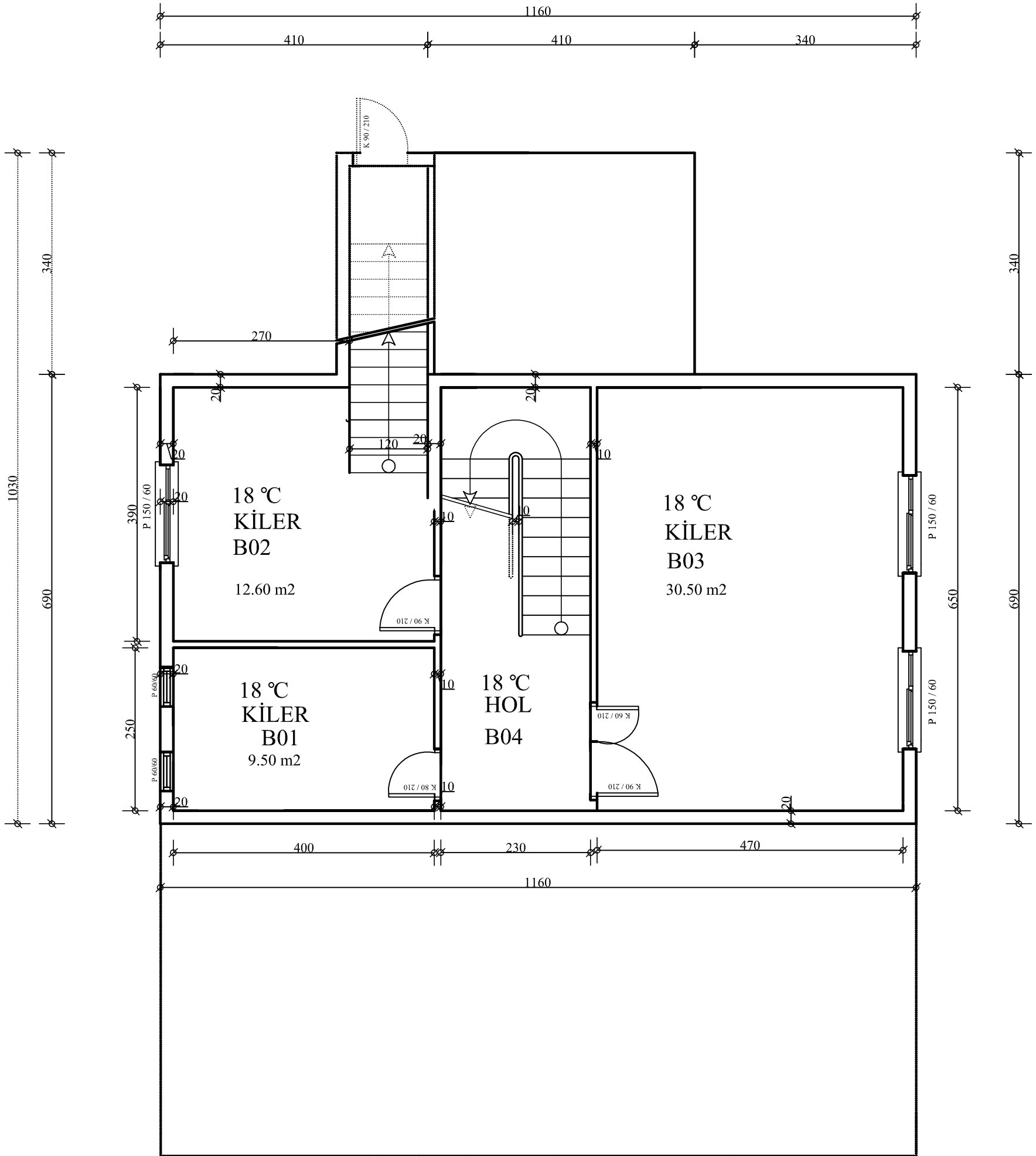
- Hava sıcaklığı -20 °C' den +45 °C' ye kadar değişir.
- Su sıcaklığı 8 °C' den 30 °C' ye kadar değişir.
- Toprak sıcaklığı 10 °C' den 20 °C 'ye kadar değişir.

8.BALIKESİR İLİNDE BULUNAN BİR BAĞ EVİNİN ISITMA SİSTEMİNİN ISI POMPASI VE KONVANSİYONEL ISITMA SİSTEMİ İLE KARŞILAŞTIRIMASI

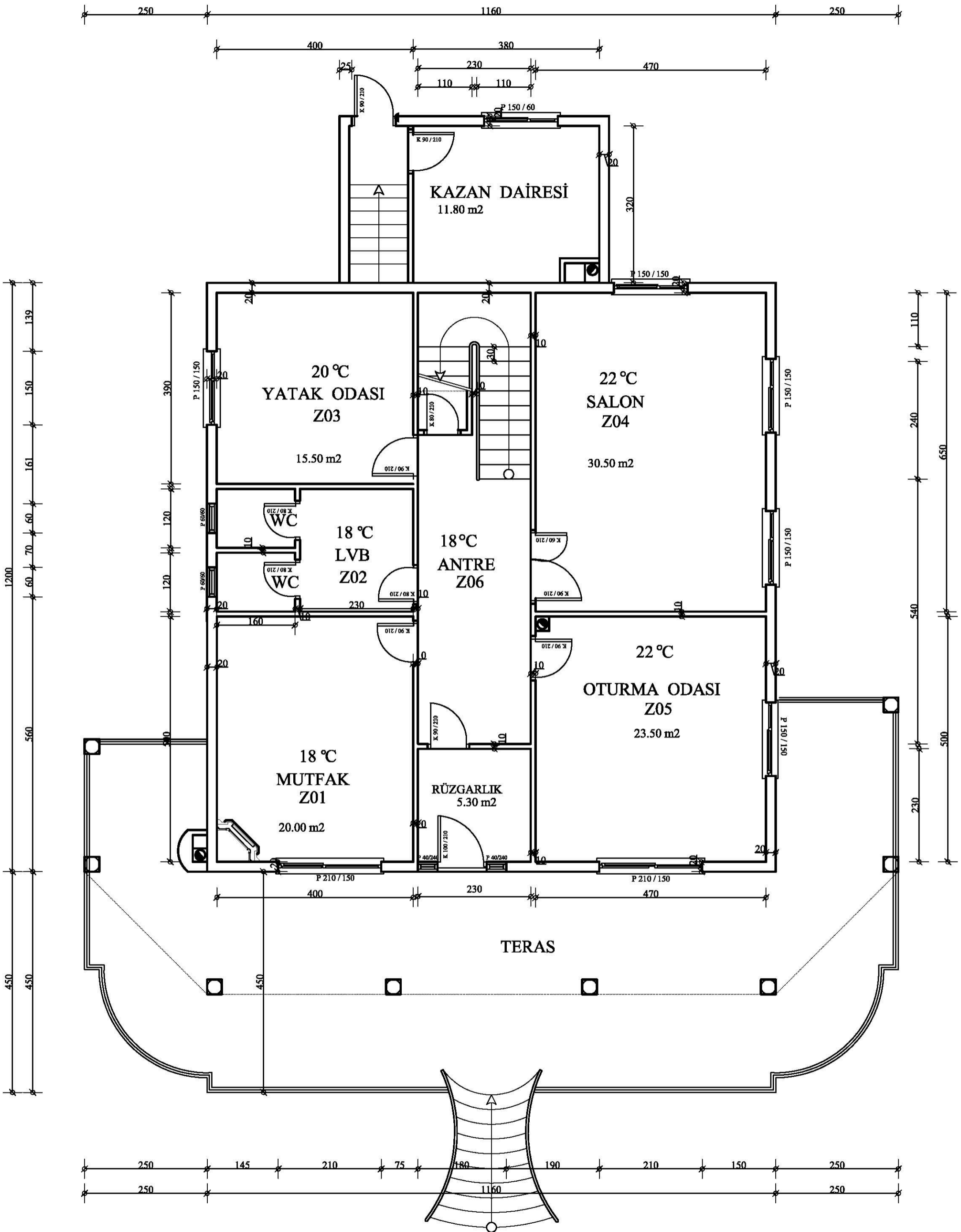
- Balıkesir ilinde bulunan bir bağ evinde ısı kaybı hesabı yaparak mahalın hem konvansiyonel sistemle hem de ısı pompasıyla ısıtılmasıyla ilgili karşılaştırma yapılacaktır. Burada tablolardan tüm hesaplar için geçerli bazı değerler bulunarak belirtilmiştir.
- Balıkesir'in dış hava kış sıcaklığı ekteki tablodan $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Tablo 13) olarak bulunmuştur.
- Bağ evi Balıkesir ilinde olup normal bölge, serbest nizam, ayırık düzendedir. ($H=0,675\text{ kJ/m}^3\text{C}$) (Bina durum katsayısı)(Tablo 15)
- Bağ evi bodrum, zemin, normal ve çatı kat olmak üzere 4 katlıdır..($Z_w=\%0$)(Tablo 16).
- Bağ evi 1. İşletme şartlarında ısıtılacaktır.($Z_D=\%7$).(Tablo 14)
- Bağ evinde kullanılacak olan pencereler PVC özel birleştirilmiş, çift camlı pencere ve kapı (iki cam arası 9 mm) olup, ($K= 3,02\text{ W/m}^2\text{.K}$, $a= 2\text{ m}^3/\text{mh}$) (Tablo 20)
- Bağ evinde iç kapılar aralıklı ve eşiksizdir. (WC- Banyo kapıları hariç.). ($K=3\text{ W/m}^2\text{.K}$, $a_{\text{eşiksiz}}=40\text{ m}^3/\text{mh}$, $a_{\text{eşikli}}= 15\text{ m}^3/\text{mh}$)
- Ze bir katsayı olup her iki dış duvarında da pencere olan ortamlar için 1,2 alınır, diğer durumlar için 1 alınır.

8.1.Mahal Sıcaklıklarının Bulunması (Tablo 18)

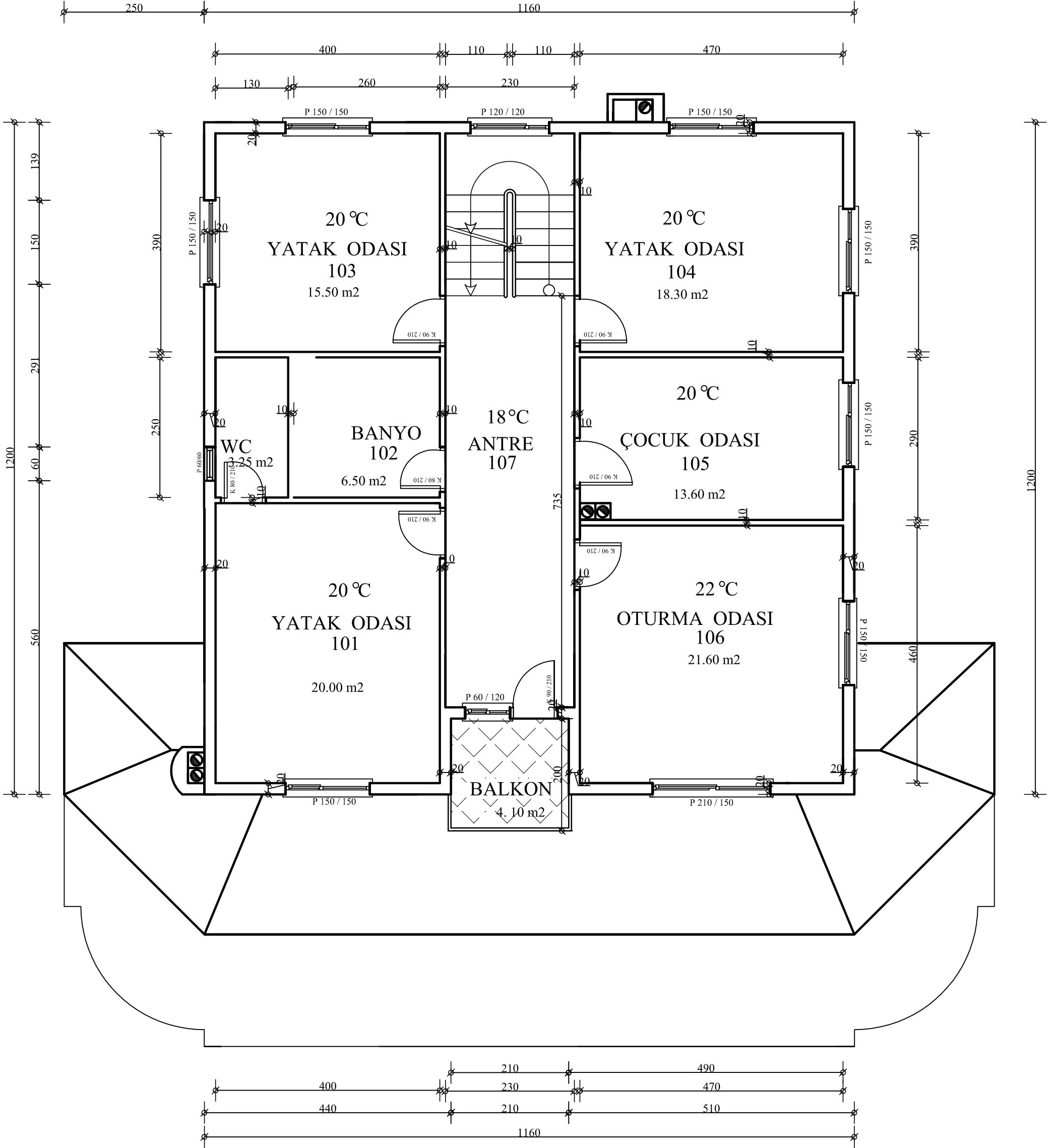
$T_{\text{kiler}} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{yatak}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{çocuk}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
$T_{\text{antre}} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{salon}} = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{oyun}} = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$
$T_{\text{mutfak}} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{oturma}} = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{dış}} = -3\text{ }^{\circ}\text{C}$
$T_{\text{wc}} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{banyo}} = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$	



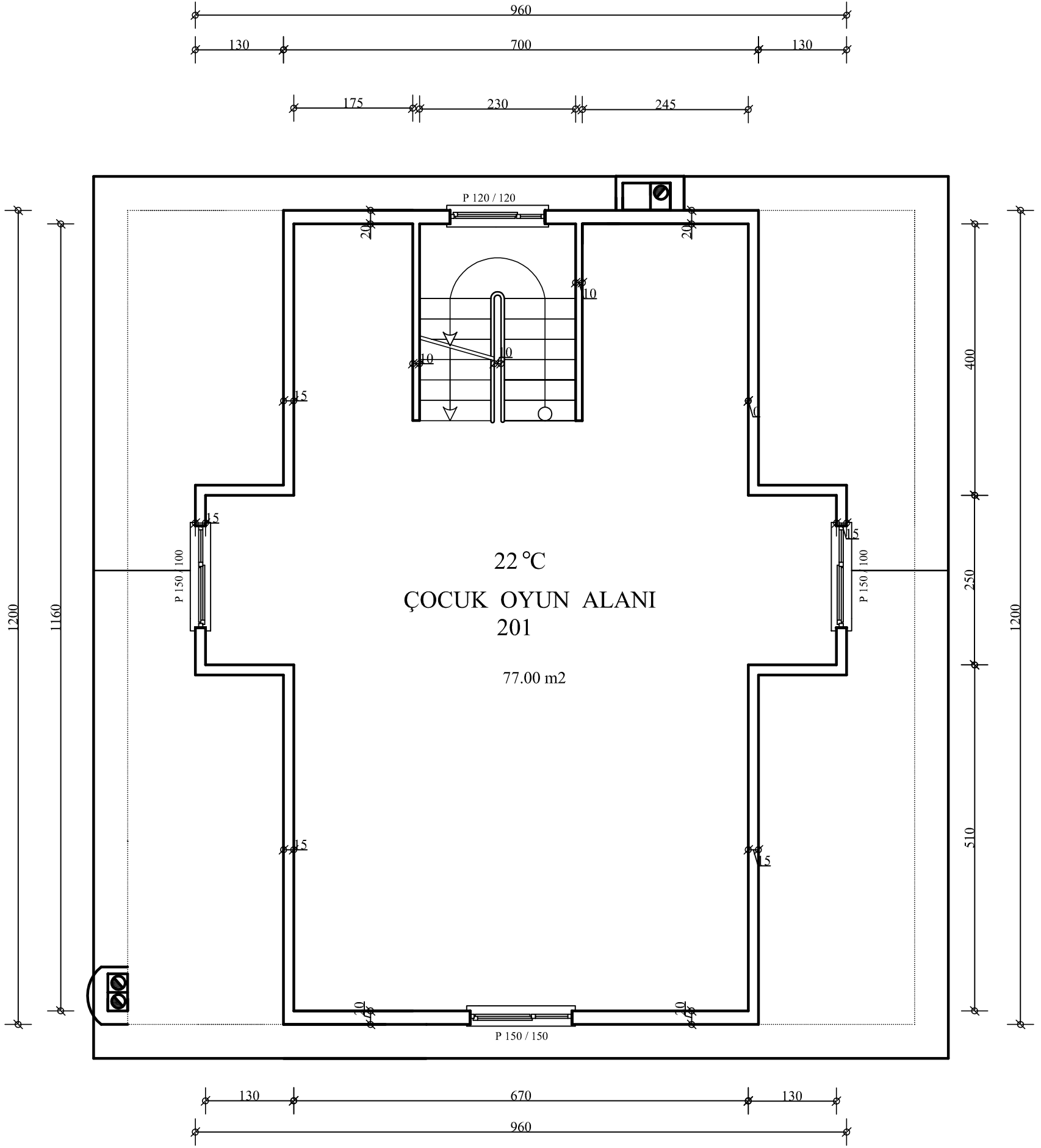
BODRUM KAT PLANI Ö:1/50



ZEMİN KAT PLANI Ö:1/50



BİRİNCİ KAT PLANI Ö:1/50



ÇATI KAT PLANI Ö:1/50

Isıtılmayan mahallerin ısı kaybı hesabı yapılmamıştır. Bunlar; WC, antre, kazan dairesi, rüzgarlık, ebeveyn banyosu ve bodrum katta bulunan kiler odalarıdır.

Çatı döşemesi için 1. katın ortalama sıcaklık değeri alındı (21 °C).

8.2.Toplam ısı geçiş katsayılarının bulunması

Tablo 19'dan ;

$$R_{iç} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W} \quad R_{iç} = 1/ h_{iç}$$

$$R_{dış} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W} \quad R_{dış} = 1/ h_{dış}$$

R= ısı taşınım direncidir.

Döşeme , tavan , iç duvar ve dış duvar farklı katmanlardan oluştuğu için bu kısımların ayrı ayrı ısı yalıtım katsayıları yardımıyla ısı geçirgenliği hesaplandı.

$1 / K = 1/h_{iç} + d1/k1 + d2/k2 + d3/k3 + d4/k4 + \dots + 1/h_{dış}$ formülüyle hesaplanır.

8.2.1.Oda döşemesinin k katsayısının hesaplanması

	MALZEME	k (W/m ² K)	d (m)
1	Ahşap	0,2	0,03
2	strafor	0,035	0,05
3	tesviye betonu	1,4	0,05
4	donatılı beton	2,1	0,15
5	köpük levha	0,031	0,05
6	iç sıva	0,87	0,02

$$1 / K = 0,13 + 0,2/0,03 + 0,035/0,05 + 1,4/0,05 + 2,1/0,15 + 0,031/0,05 + 0,87/0,02 + 0,04$$

$$K_{Dö} = 0,0106 \text{ W/m}^2\text{K}$$

8.2.2.Wc-banyo döşemesinin k katsayısının hesaplanması

	MALZEME	k (W/m ² K)	d (m)
1	seramik	0,99	0,009
2	tesviye betonu	1,4	0,05
3	donatılı beton	2,1	0,15
4	köpük levha	0,031	0,05
5	iç sıva	0,87	0,02

$$1 / K = 0,13 + 0,99/0,009 + 1,4/0,05 + 2,1/0,15 + 0,031/0,05 + 0,87/0,02 + 0,04$$
$$K_{DÖ} = 0,005 \text{ W/m}^2\text{K}$$

8.2.3.Dış duvarın k katsayısının hesaplanması

	MALZEME	k (W/m ² K)	d (m)
1	dış sıva	0,87	0,05
2	poliüretan köpük	0,04	0,06
3	delikli tuğla	0,45	0,19
4	iç sıva	0,87	0,02

$$1/K = 0,13 + 0,87/0,05 + 0,04/0,06 + 0,45/0,19 + 0,87/0,02 + 0,04$$
$$K_{DD} = 0,015 \text{ W/m}^2\text{K}$$

8.2.4.İç duvarın k katsayısının hesaplanması

	MALZEME	k (W/m ² K)	d (m)
1	iç sıva	0,87	0,02
2	delikli tuğla	0,45	0,19
3	iç sıva	0,87	0,02

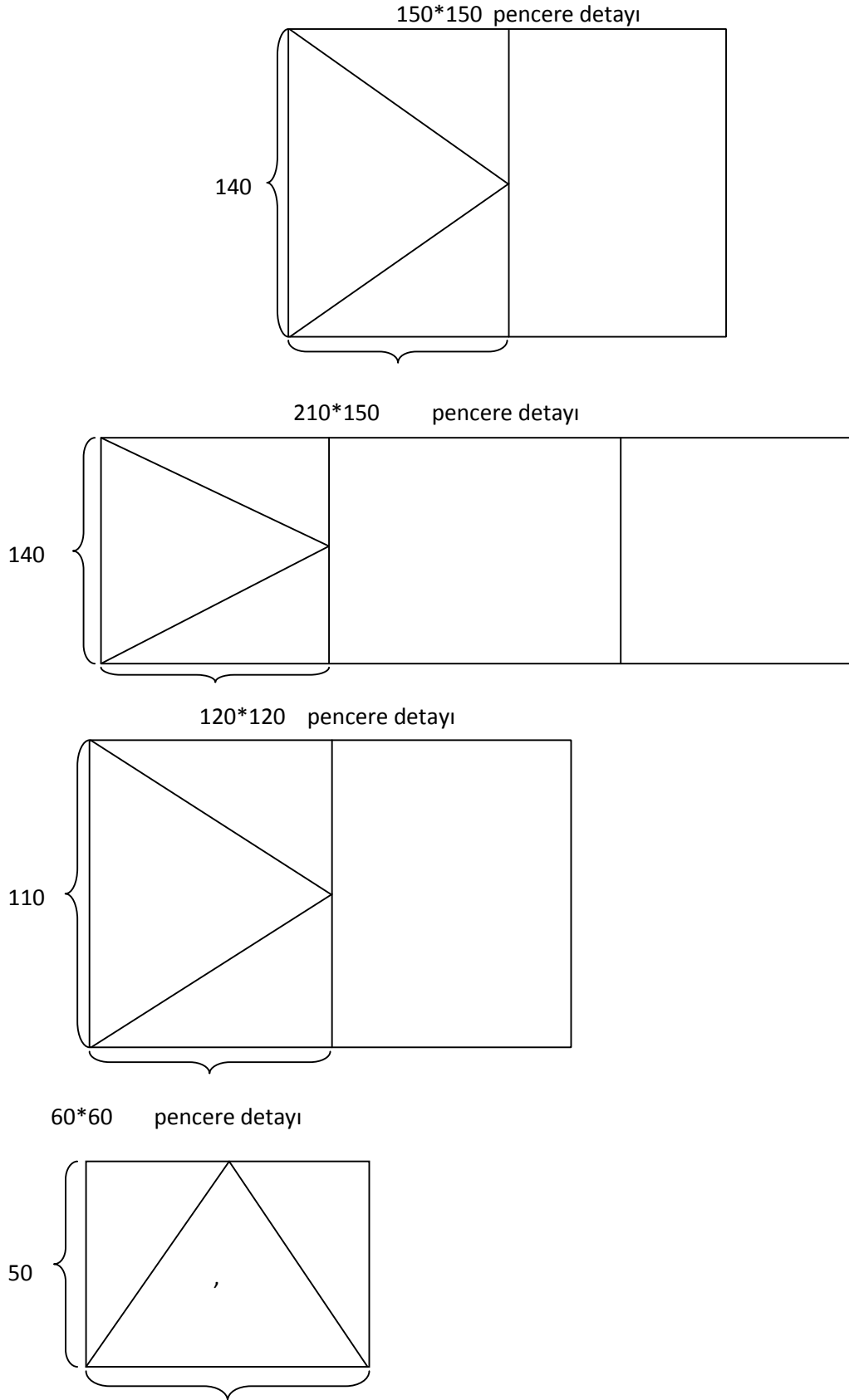
$$1 / K = 0,13 + 0,87/0,02 + 0,45/0,19 + 0,87/0,02 + 0,04$$
$$K_{iD} = 0,011 \text{ W/m}^2\text{K}$$

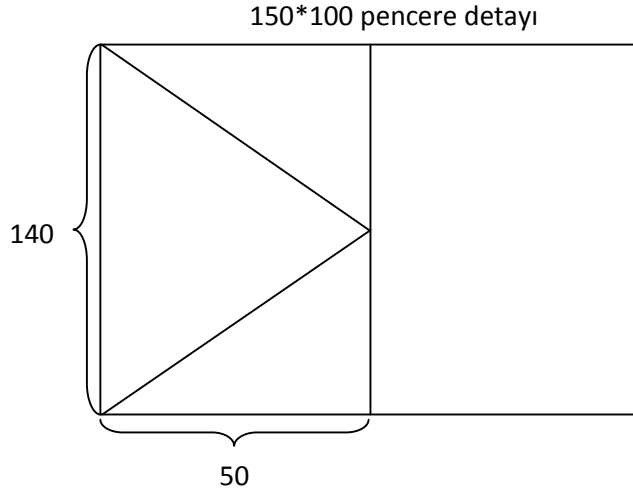
8.2.5.Çatı kaplamasının k katsayısının hesaplanması

	MALZEME	k (W/m ² K)	d (m)
1	ahşap kaplama	0,2	0,02
2	strafor	0,04	0,1
3	alüminyum sadnviç panel	0,3	0,08

$$1 / K = 0,13 + 0,2/0,02 + 0,04/0,1 + 0,3/0,08 + 0,04$$
$$K_{\text{çatı}} = 0,055 \text{ W/m}^2\text{K}$$

8.3.Enfiltrasyon Hesaplarının Yapılması





Enfiltrasyon hesabında pencerenin ya da kapının kanat olarak açılan kısmının ölçüleri hesaba katılır.

$$Q_s = \sum a * L * R * H * \Delta T * Z_e$$

L= açılır çevre uzunluğu

FA / FT = Dış pencere ve kapı alanı / iç pencere ve kapı alanı

8.3.1. Z01 mutfak için infiltrasyon hesabının yapılması

$$Q_s = \sum a * L * R * H * \Delta T * Z_e$$

$$L_{pen} = [2 (1,4 + 0,5)] * 2 = 7,6 \text{ m}$$

$$FA / FT = (2,1 * 1,5) / (2,1 * 0,9) = 1,66 < 3 \text{ olduğu için } R = 0,9 \text{ seçilir.}$$

$$\Delta T = 18 - (-3) = 21 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Z_e = 1$$

$$Q_s = 2 * 7,6 * 0,9 * 0,675 * 21 * 1$$

$$Q_s = 193,91 \text{ W}$$

8.3.2. Z03 yatak odası için enfiltrasyon hesabının yapılması

$$Q_s = \sum a * L * R * H * \Delta T * Z_e$$

$$L_{pen} = 2 (1,4 + 0,5) = 3,8 \text{ m}$$

$$L_{kapı} = 2 (2,1 + 0,9) = 6 \text{ m}$$

$$F_A / F_T = (1,5 * 1,5) / (2,1 * 0,9) = 1,19 < 3 \text{ olduğu için } R = 0,9 \text{ seçilir.}$$

$$\Delta T_{pen} = 20 - (-3) = 23 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{kapı} = 20 - 18 = 2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Z_e = 1$$

$$Q_{Sp} = 2 * 3,8 * 0,9 * 0,675 * 23 * 1$$

$$Q_{Sp} = 106,191 \text{ W}$$

$$Q_{Sk} = 40 * 6 * 0,9 * 0,675 * 2 * 1$$

$$Q_{Sk} = 291,6 \text{ W}$$

$$Q_{Stop} = Q_{Sp} + Q_{Sk}$$

$$Q_{Stop} = 106,19 + 291,6 = 397,79 \text{ W}$$

8.3.3. Z04 salon için enfiltrasyon hesabının yapılması

$$Q_s = \sum a * L * R * H * \Delta T * Z_e$$

$$L_{pen} = [2 (1,4 + 0,5)] * 3 = 11,4 \text{ m}$$

$$L_{kapı} = 2 (2,1 + 1,5) = 7,2 \text{ m}$$

$$F_A / F_T = (1,5 * 1,5) * 3 / (2,1 * 1,5) = 2,15 < 3 \text{ olduğu için } R = 0,9 \text{ seçilir.}$$

$$\Delta T_{pen} = 22 - (-3) = 25^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{kapı} = 22 - 18 = 4 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Z_e = 1,2$$

$$Q_{Sp} = 2 * 11,4 * 0,9 * 0,675 * 25 * 1,2$$

$$Q_{Sp} = 415,53 \text{ W}$$

$$Q_{Sk} = 40 * 7,2 * 0,9 * 0,675 * 4 * 1,2$$

$$Q_{Sk} = 839,8 \text{ W}$$

$$Q_{Stop} = Q_{Sp} + Q_{Sk}$$

$$Q_{Stop} = 415,53 + 839,8 = 1255,33 \text{ W}$$

8.3.4. Z05 oturma odası için enfiltrasyon hesabının yapılması

$$Q_s = \sum a * L * R * H * \Delta T * Z_e$$

$$L_{pen} = [2 (1,4 + 0,5)] + [(2 (1,4 + 0,5)) * 2] = 11,4 \text{ m}$$

$$L_{kapı} = 2 (2,1 + 0,9) = 6 \text{ m}$$

$FA / FT = (1,5 * 1,5) + (1,5 * 2,1) / (2,1 * 0,9) = 2,85 < 3$ olduğu için $R = 0,9$ seçilir.

$$\Delta T_{pen} = 22 - (-3) = 25^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{kapı} = 22 - 18 = 4^\circ\text{C}$$

$$Z_e = 1,2$$

$$Q_{Sp} = 2 * 11,4 * 0,9 * 0,675 * 25 * 1,2$$

$$Q_{Sp} = 415,53 \text{ W}$$

$$Q_{Sk} = 40 * 6 * 0,9 * 0,675 * 4 * 1,2$$

$$Q_{Sk} = 699,85 \text{ W}$$

$$Q_{Stop} = Q_{Sp} + Q_{Sk}$$

$$Q_{Stop} = 415,53 + 699,85 = 1115,38 \text{ W}$$

8.3.5. 101 yatak odası için enfiltrasyon hesabının yapılması

$$Q_s = \sum a * L * R * H * \Delta T * Z_e$$

$$L_{pen} = [2 (1,4 + 0,5)] = 3,8 \text{ m}$$

$$L_{kapı} = 2 (2,1 + 0,9) = 6 \text{ m}$$

$$FA / FT = (1,5 * 1,5) / (2,1 * 0,9) = 1,19 < 3 \text{ olduğu için } R = 0,9 \text{ seçilir.}$$

$$\Delta T_{pen} = 20 - (-3) = 23^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{kapı} = 20 - 18 = 2^\circ\text{C}$$

$$Z_e = 1$$

$$Q_{sp} = 2 * 3,8 * 0,9 * 0,675 * 23 * 1$$

$$Q_{sp} = 106,19 \text{ W}$$

$$Q_{sk} = 40 * 6 * 0,9 * 0,675 * 2 * 1$$

$$Q_{sk} = 291,6 \text{ W}$$

$$Q_{stop} = Q_{sp} + Q_{sk}$$

$$Q_{stop} = 106,19 + 291,6 = 397,79 \text{ W}$$

8.3.6. 102 banyo için enfiltrasyon hesabının yapılması

$$Q_s = \sum a * L * R * H * \Delta T * Z_e$$

$$L_{kapı} = 2 (2,1 + 0,8) = 5,8 \text{ m}$$

$$FA / FT = 0 / (2,1 * 0,9) = 0 < 3 \text{ olduğu için } R = 0,9 \text{ seçilir.}$$

$$\Delta T_{kapı} = 26 - 18 = 8^\circ\text{C}$$

$$Z_e = 1$$

$$Q_{sk} = 15 * 5,8 * 0,9 * 0,675 * 8 * 1$$

$$Q_{sk} = 422,8 \text{ W}$$

8.3.7. 103 yatak odası için enfiltrasyon hesabının yapılması

$$Q_s = \sum a * L * R * H * \Delta T * Z_e$$

$$L_{pen} = [2 (1,4 + 0,5)] * 2 = 7,6 \text{ m}$$

$$L_{kapı} = 2 (2,1 + 0,9) = 6 \text{ m}$$

$$F_A / F_T = (1,5 * 1,5) * 2 / (2,1 * 0,9) = 2,38 < 3 \text{ olduğu için } R = 0,9 \text{ seçilir.}$$

$$\Delta T_{pen} = 20 - (-3) = 23^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{kapı} = 20 - 18 = 2^\circ\text{C}$$

$$Z_e = 1,2$$

$$Q_{Sp} = 2 * 7,6 * 0,9 * 0,675 * 23 * 1,2$$

$$Q_{Sp} = 254,85 \text{ W}$$

$$Q_{Sk} = 40 * 6 * 0,9 * 0,675 * 2 * 1,2$$

$$Q_{Sk} = 349,92 \text{ W}$$

$$Q_{stop} = Q_{Sp} + Q_{Sk}$$

$$Q_{stop} = 254,85 + 349,92 = 604,77 \text{ W}$$

8.3.8. 104 yatak odası için enfiltrasyon hesabının yapılması

$$Q_s = \sum a * L * R * H * \Delta T * Z_e$$

$$L_{pen} = [2 (1,4 + 0,5)] * 2 = 7,6 \text{ m}$$

$$L_{kapı} = 2 (2,1 + 0,9) = 6 \text{ m}$$

$$F_A / F_T = (1,5 * 1,5) * 2 / (2,1 * 0,9) = 2,38 < 3 \text{ olduğu için } R = 0,9 \text{ seçilir.}$$

$$\Delta T_{pen} = 20 - (-3) = 23^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{kapı} = 20 - 18 = 2^\circ\text{C}$$

$$Z_e = 1,2$$

$$Q_{Sp} = 2 * 7,6 * 0,9 * 0,675 * 23 * 1,2$$

$$Q_{Sp} = 254,85 \text{ W}$$

$$Q_{Sk} = 40 * 6 * 0,9 * 0,675 * 2 * 1,2$$

$$Q_{Sk} = 349,92 \text{ W}$$

$$Q_{Stop} = Q_{Sp} + Q_{Sk}$$

$$Q_{Stop} = 254,85 + 349,92 = 604,77 \text{ W}$$

8.3.9. 105 çocuk odası için enfiltrasyon hesabının yapılması

$$Q_s = \sum a * L * R * H * \Delta T * Z_e$$

$$L_{pen} = [2 (1,4 + 0,5)] = 3,8 \text{ m}$$

$$L_{kapı} = 2 (2,1 + 0,9) = 6 \text{ m}$$

$$F_A / F_T = (1,5 * 1,5) / (2,1 * 0,9) = 1,1 < 3 \text{ olduğu için } R = 0,9 \text{ seçilir.}$$

$$\Delta T_{pen} = 20 - (-3) = 23^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{kapı} = 20 - 18 = 2^\circ\text{C}$$

$$Z_e = 1$$

$$Q_{Sp} = 2 * 3,8 * 0,9 * 0,675 * 23 * 1$$

$$Q_{Sp} = 106,19 \text{ W}$$

$$Q_{Sk} = 40 * 6 * 0,9 * 0,675 * 2 * 1$$

$$Q_{Sk} = 291,6 \text{ W}$$

$$Q_{Stop} = Q_{Sp} + Q_{Sk}$$

$$Q_{Stop} = 106,19 + 291,6 = 397,79 \text{ W}$$

8.3.10. 106 oturma odası için enfiltrasyon hesabının yapılması

$$Q_s = \sum a * L * R * H * \Delta T * Z_e$$

$$L_{pen} = [2 (1,4 + 0,5)] * 3 = 11,4 \text{ m}$$

$$L_{kapı} = 2 (2,1 + 0,9) = 6 \text{ m}$$

$FA / FT = (1,5 * 1,5) + (1,5 * 2,1) / (2,1 * 0,9) = 2,85 < 3$ olduğu için $R = 0,9$ seçilir.

$$\Delta T_{pen} = 22 - (-3) = 25^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{kapı} = 22 - 18 = 4^\circ\text{C}$$

$$Z_e = 1,2$$

$$Q_{sp} = 2 * 11,4 * 0,9 * 0,675 * 25 * 1,2$$

$$Q_{sp} = 415,52 \text{ W}$$

$$Q_{sk} = 40 * 6 * 0,9 * 0,675 * 4 * 1,2$$

$$Q_{sk} = 699,85 \text{ W}$$

$$Q_{stop} = Q_{sp} + Q_{sk}$$

$$Q_{stop} = 415,52 + 699,85 = 1115,37 \text{ W}$$

8.3.11. 201 çocuk oyun alanı için enfiltrasyon hesabının yapılması

$$Q_s = \sum a * L * R * H * \Delta T * Z_e$$

$$L_{pen} = 2 (1,1 + 0,5) + (2 (1,4 + 0,5)) * 3 = 14,6 \text{ m}$$

İçeri açılan kapı veya pencere olmadığı için $FT=0$ 'dır bu yüzden $R=0,9$ kabul edildi.

$$\Delta T_{pen} = 22 - (-3) = 25^\circ\text{C}$$

$$Z_e = 1,2$$

$$Q_{sp} = 2 * 14,6 * 0,9 * 0,675 * 25 * 1,2$$

$$Q_{sp} = 532,17 \text{ W}$$

8.4. Isı kaybı hesabı cetvellerinin doldurulması

ISI KAYBI ÇİZELGESİ BAĞ EVİ																Sayfa	1
																Kat	ZEMİN
																Tarih	
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
İşaret	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Artırmsız Isı Kaybı	Birleşik	Kat Yüksekliği	Yön	Toplam	Toplam Isı İhtiyacı	
		d	a	b	A ₀		Aç	A	K	ΔT	Q _o	Z _D	Z _W	Z _H	Z	Q _h =Q _i +Q _s	
-	-	cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	K	W	%	%	%	1+%	W	
Z01 MUTFAK (18 °C)																	
ÇCP	G		1,5	2,1	3,15	1	-	3,15	3,02	21	199,77						
İK			2,1	0,9	1,89	1	-	1,89	3	0	0						
DD		32	9,32	2,85	26,6	1	3,15	23,4	0,015	21	7,371						
İD		23	9	2,85	25,7	1	1,89	23,7	0,011	0	0						
DÖ		27,9	5	4	20	1		20	0,005	0	0						
Ta		35	5	4	20	1		20	0,0106	-2	-0,424						
											206,71	7	0	-5	1,02	210,84	
ap=2		Lp=7,6		R=0,9		H=0,675		Ze=1	ΔTp=21		Qsp=193,91 W				Qs=	193,91	
															Qtop=	404,75	
Z03 YATAK ODASI (20 °C)																	
ÇCP	B		1,5	1,5	2,25	1	-	2,25	3,02	23	156,28						
İK			2,1	0,9	1,89	1	-	1,89	3	2	11,34						
DD		32	8,22	2,85	23,4	1	2,25	21,17	0,015	23	7,3						
İD		23	7,9	2,85	22,5	1	1,89	20,62	0,011	2	0,45						
DÖ		35	4	3,9	15,6	1		15,6	0,0106	2	0,33						
Ta		35	4	3,9	15,6	1		15,6	0,0106	0	0						
											175,7	7	0	0	1,07	187,99	
ap=2		Lp=3,8		R=0,9		H=0,675		Ze=1	ΔTp=23		Qsp=106,191 W						
ak=40		Lk=6		R=0,9		H=0,675		Ze=1	ΔTk=2		Qsp=291,6 W				Qstop=	397,79	
															Qtop=	585,78	

Tablo1 : Zemin kat ısı kaybı hesabı cetveli

ISI KAYBI ÇİZELGESİ BAĞ EVİ															Sayfa	2
															Kat	ZEMİN
															Tarih	
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
İşaret	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Artırımı Isı Kaybı	Birleşik	Kat Yüksekliği	Yön	Toplam	Toplam Isı İhtiyacı
-	-	d	a	b	A ₀	Ad	Aç	A	K	ΔT	Q _o	Z _D	Z _W	Z _H	Z	Q _i =Q _t +Q _s
		cm	m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	K	W	%	%	%	1+%	W
Z04 SALON (22 °C)																
ÇCP	D		1,5	1,5	2,25	1	-	6,75	3,02	25	489,24					
İK			2,1	1,5	3,15	1	-	3,15	3	4	37,8					
DD		32	11,5	2,85	32,9	1	6,75	26,2	0,015	24	9,43					
İD		23	6,5	2,85	18,5	1	3,15	15,3	0,011	4	0,67					
DÖ		35	4,7	6,5	30,5	1		30,5	0,0106	4	1,29					
Ta		35	4,7	6,5	30,5	1		30,5	0,0106	0	0					
											538,43	7	0	0	1,07	576,12
ap=2	Lp=11,4		R=0,9	H=0,675	Ze=1,2				ΔTp=25		Qsp=415,53 W				Qstop=	1255,3
ap=40	Lp=7,2		R=0,9	H=0,675	Ze=1,2				ΔTk=4		Qsk=839,8 W				Qtop=	1831,42
Z05 OTURMA ODASI (22 °C)																
ÇCP1	G		2,1	1,5	3,15	1	-	3,15	3,02	25	237,82					
ÇCP2	D		1,5	1,5	2,25	1	-	2,25	3,02	25	169,87					
İK			2,1	0,9	1,89	1	-	1,89	3	4	22,68					
DD		32	10,02	2,85	28,5	1	5,4	23,15	0,015	25	8,68					
İD		23	5	2,85	14,2	1	1,89	12,36	0,011	4	0,54					
DÖ		35	4,7	5	23,5	1		23,5	0,0106	4	0,99					
Ta		35	4,7	5	23,5	1		23,5	0,0106	0	0					
											440,58	7	0	-5	1,02	449,39
ap=2	Lp=11,4		R=0,9	H=0,675	Ze=1,2				ΔTp=25		Qsp=415,53 W				Qstop=	1115,38
ap=40	Lp=6		R=0,9	H=0,675	Ze=1,2				ΔTk=4		Qsk=699,85 W				Qtop=	1555,77

Tablo 2 : Zemin kat ısı kaybı hesabı cetveli

ISI KAYBI ÇİZELGESİ BAĞ EVİ															Sayfa	3
															Kat	1
															Tarih	
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
İşaret	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Artırımsız Isı Kaybı	Birleşik	Kat Yüksekliği	Yön	Toplam	Toplam Isı İhtiyacı
		d	a	b	A ₀		Aç	A	K	ΔT	Q ₀	Z _b	Z _w	Z _H	Z	Q _n =Q _i +Q _s
-	-	cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	K	W	%	%	%	1+%	W
101 YATAK ODASI (20 °C)																
ÇCP	G		1,5	1,5	2,25	1	-	2,25	3,02	23	156,28					
İK			0,9	2,1	1,89	1	-	1,89	3	2	11,34					
DD		32	10,62	2,85	30,2	1	2,25	28,01	0,015	23	9,66					
İD1		23	3,7	2,85	10,55	1	1,89	8,65	0,011	2	0,19					
İD2		23	4	2,85	11,4	1		11,4	0,011	-6	-0,75					
DÖ		35	5	4	20	1		20	0,0106	2	0,42					
Ta		35	5	4	20	1		20	0,0106	-2	-0,42					
											176,72	7	0	-5	1,02	180,25
ap=2	Lp=3,8			R=0,9		H=0,675	Ze=1		ΔTp=23		Qsp=106,19 W				Qstop=	397,79
ap=40	Lp=6			R=0,9		H=0,675	Ze=1		ΔTk=2		Qsk=291,6 W					578,04
															Qtop=	
102 BANYO (26 °C)																
İK			2,1	0,8	1,68	1	-	1,68	3	8	40,32					
İD1		23	5,2	2,85	14,82	1	-	14,82	0,011	6	0,97					
İD2		23	2,5	2,85	7,12	1	1,68	5,44	0,011	8	0,47					
DÖ		28	2,5	2,6	6,5	1		6,5	0,005	8	0,24					
Ta		35	2,5	2,6	6,5	1		6,5	0,0106	4	0,27					
											42,27	7	0	0	1,07	45,22
ap=15	Lk=8			R=0,9		H=0,675	Ze=1		ΔTk=8		Qsp=422,8 W				Qstop=	422,8
															Qtop=	468

Tablo 3 : 1. kat ısı kaybı hesabı cetveli

ISI KAYBI ÇİZELGESİ BAĞ EVİ																Sayfa	4
																Kat	1
																Tarih	
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
İşaret	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Artırımsız Isı Kaybı	Birleşik	Kat Yüksekliği	Yön	Toplam	Toplam Isı İhtiyacı	
		d	a	b	A ₀		Aç	A	K	ΔT	Q _o	Z _b	Z _w	Z _H	Z	Q _n =Q _i +Q _s	
-	-	cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	K	W	%	%	%	1+%	W	
103 YATAK ODASI (20 °C)																	
ÇCP	KB		1,5	1,5	2,25	1	-	4,5	3,02	23	312,57						
İK			2,1	0,9	1,89	1	-	1,89	3	2	11,34						
DD		32	8,22	2,85	23,4	1	4,5	18,9	0,015	23	6,52						
İD1		23	4	2,85	11,4	1	0	11,4	0,011	-6	-0,75						
İD2		23	3,9	2,85	11,1	1	1,89	9,22	0,011	2	0,2						
DÖ		35	4	3,9	15,6	1		15,6	0,0106	0	0						
Ta		35	4	3,9	15,6	1		15,6	0,0106	-2	-0,33						
											329,55	7	0	5	1,12	369,09	
ap=2	Lp=7,6			R=0,9		H=0,675	Ze=1,2		ΔTp=23		Qsp=254,85 W				Qstop=	604,77	
ak=40	Lk=6			R=0,9		H=0,675	Ze=1,2		ΔTk=2		Qsk=349,92 W				Qtop=	964,86	
104 YATAK ODASI (20 °C)																	
ÇCP	KD		1,5	1,5	2,25	2	-	4,5	3,02	23	312,57						
İK			2,1	0,9	1,89	1	-	1,89	3	2	11,34						
DD		32	8,92	2,85	25,4	1	4,5	20,9	0,015	23	7,21						
İD		23	3,9	2,85	11,1	1	1,89	9,22	0,011	2	0,2						
DÖ		35	4,7	3,9	18,3	1		18,3	0,0106	-2	-0,38						
Ta		35	4,7	3,9	18,3	1		18,3	0,0106	-2	-0,38						
											323,35	7	0	5	1,12	362,15	
ap=2	Lp=7,6			R=0,9		H=0,675	Ze=1,2		ΔTp=23		Qsp=254,85 W				Qstop=	422,8	
ak=40	Lk=6			R=0,9		H=0,675	Ze=1,2		ΔTk=2		Qsk=349,92 W				Qtop=	784,95	

Tablo 4 : 1. kat ısı kaybı hesabı cetveli

ISI KAYBI ÇİZELGESİ BAĞ EVİ															Sayfa	5
															Kat	1
															Tarih	
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
İşaret	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Artırımsız Isı Kaybı	Birleşik	Kat Yüksekliği	Yön	Toplam	Toplam Isı İhtiyacı
		d	a	b	A ₀		Aç	A	K	ΔT	Q ₀	Z _D	Z _W	Z _H	Z	Q _n =Q _i +Q _s
-	-	cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	K	W	%	%	%	1+%	W
105 ÇOCUK ODASI (20 °C)																
ÇCP	D		1,5	1,5	2,25	1	-	2,25	3,02	23	156,28					
İK			2,1	0,9	1,89	1	-	1,89	3	2	11,34					
DD		32	2,9	2,85	8,26	1	2,25	6,01	0,015	23	2,07					
İD1		23	4,7	2,85	13,4	1	0	13,39	0,011	-2	-0,29					
İD2		23	2,9	2,85	8,26	1	1,89	6,37	0,011	2	0,14					
DÖ		35	2,9	4,7	13,63	1		13,63	0,0106	-2	-0,28					
Ta		35	2,9	4,7	13,63	1		13,63	0,0106	-2	-0,28					
											168,98	7	0	0	1,07	180,8
ap=2	Lp=3,8		R=0,9		H=0,675		Ze=1		ΔTp=23		Qsp=106,19 W				Qstop=	397,79
ak=40	Lk=6		R=0,9		H=0,675		Ze=1		ΔTk=2		Qsk=291,6 W				Qtop=	578,59
106 OTURMA ODASI (22 °C)																
ÇCP1	D		1,5	1,5	2,25	1	-	2,25	3,02	25	169,87					
ÇCP2	G		2,1	1,5	3,15	1	-	3,15	3,02	25	237,82					
İK			2,1	0,9	1,89	1	-	1,89	3	4	22,68					
DD		32	9,62	2,85	27,42	1	5,4	22,01	0,015	25	8,25					
İD1		23	4,6	2,85	13,11	1	1,89	11,22	0,011	4	0,49					
İD2		23	4,7	2,85	13,4	1		13,39	0,011	2	0,29					
DÖ		35	4,7	4,6	21,62	1		21,62	0,0106	0	0					
Ta		35	4,7	4,6	21,62	1		21,62	0,0106	0	0					
											439,4	7	0	-5	1,02	448,18
ap=2	Lp=11,4		R=0,9		H=0,675		Ze=1,2		ΔTp=25		Qsp=415,52 W				Qstop=	1115,37
ak=40	Lk=6		R=0,9		H=0,675		Ze=1,2		ΔTk=2		Qsk=699,85 W				Qtop=	1563,55

Tablo 5 : 1. kat ısı kaybı hesabı cetveli

8.5. Radyatör Hesaplarının Yapılması

Radyatör seçimi 90/70 °C sıcak sulu ısıtmada 20 °C için ısı verimi $q_{rad}=2563$ W, $d_0=1,1$ m olan radyatör seçilecektir (Ek Radyatör Kataloğu).

$$L_{rad} = (Q_{top} / q_{rad}) * d_0$$

$$Q_{rad} = (L_{rad} * q_{rad}) / d_0$$

8.5.1. Z01 mutfak için radyatör hesabının yapılması

$$L_{rad} = (404,75 / 2563) * 1,1 = 0,17 \text{ m} = 0,4 \text{ m}$$

$$Q_{rad} = (0,4 * 2563) / 1,1 = 932 \text{ W}$$

8.5.2. Z03 yatak odası için radyatör hesabının yapılması

$$L_{rad} = (585,78 / 2563) * 1,1 = 0,25 \text{ m} = 0,4 \text{ m}$$

$$Q_{rad} = (0,4 * 2563) / 1,1 = 932 \text{ W}$$

8.5.3. Z04 salon için radyatör hesabının yapılması

$$L_{rad} = (1831,42 / 2563) * 1,1 = 0,78 \text{ m} = 0,8 \text{ m}$$

$$Q_{rad} = (0,8 * 2563) / 1,1 = 1864 \text{ W}$$

8.5.4. Z05 oturma odası için radyatör hesabının yapılması

$$L_{rad} = (1555,77 / 2563) * 1,1 = 0,66 \text{ m} = 0,7 \text{ m}$$

$$Q_{rad} = (0,7 * 2563) / 1,1 = 1631 \text{ W}$$

8.5.5. 101 yatak odası için radyatör hesabının yapılması

$$L_{rad} = (578,04 / 2563) * 1,1 = 0,24 \text{ m} = 0,4 \text{ m}$$

$$Q_{rad} = (0,4 * 2563) / 1,1 = 932 \text{ W}$$

8.5.6. 102 banyo için radyatör hesabının yapılması

$$L_{\text{rad}} = (468 / 2563) * 1,1 = 0,2 \text{ m} = 0,4 \text{ m}$$

$$Q_{\text{rad}} = (0,4 * 2563) / 1,1 = 932 \text{ W}$$

8.5.7. 103 yatak odası için radyatör hesabının yapılması

$$L_{\text{rad}} = (964,86 / 2563) * 1,1 = 0,41 \text{ m} = 0,5 \text{ m}$$

$$Q_{\text{rad}} = (0,5 * 2563) / 1,1 = 1165 \text{ W}$$

8.5.8. 104 yatak odası için radyatör hesabının yapılması

$$L_{\text{rad}} = (784,95 / 2563) * 1,1 = 0,33 \text{ m} = 0,4 \text{ m}$$

$$Q_{\text{rad}} = (0,4 * 2563) / 1,1 = 932 \text{ W}$$

8.5.9. 105 çocuk odası için radyatör hesabının yapılması

$$L_{\text{rad}} = (578,59 / 2563) * 1,1 = 0,24 \text{ m} = 0,4 \text{ m}$$

$$Q_{\text{rad}} = (0,4 * 2563) / 1,1 = 932 \text{ W}$$

8.5.10. 106 oturma odası için radyatör hesabının yapılması

$$L_{\text{rad}} = (1563,55 / 2563) * 1,1 = 0,67 \text{ m} = 0,7 \text{ m}$$

$$Q_{\text{rad}} = (0,7 * 2563) / 1,1 = 1631 \text{ W}$$

8.5.11. 201 çocuk oyun alanı için radyatör hesabının yapılması

$$L_{\text{rad}} = (1135,94 / 2563) * 1,1 = 0,48 \text{ m} = 0,5 \text{ m}$$

$$Q_{\text{rad}} = (0,5 * 2563) / 1,1 = 1165 \text{ W}$$

Binanın toplam ısı ihtiyacı

mahal kodu	mahal adı	radyatör ısı ihtiyacı (W)
Z01	mutfak	932
Z03	yatak odası	932
Z04	salon	1864
Z05	oturma odası	1631
101	yatak odası	932
102	banyo	932
103	yatak odası	1165
104	yatak odası	932
105	çocuk odası	932
106	oturma odası	1631
201	çocuk oyun alanı	1165
	TOPLAM	13048

Tablo 7 :Binanın toplam ısı ihtiyacı

$$Q_{\text{top}} = 13048 \text{ W} = 13,48 \text{ kW}$$

Kazan Hesabı için

$$Q_{\text{kazan}} = (1 + Z_R) Q_{\text{top}}$$

$Z_R = 0,05$ (bağ evinde ana dağıtım-toplama boruları yalıtılmış sıcak hacimlerden geçiyor ve kolonlar iç hacimlerde bulunuyor.)

$$Q_{\text{kazan}} = (1 + 0,05) * 13048 = 13700,4 \text{ W}$$

8.6. Konvansiyonel Isıtma Sistemi İçin Yıllık Yakıt Miktarı

Konvansiyonel sistemde, önce yıllık yakıt miktarı hesaplanır ve sistemde kullanılacak olan 5 numara fuel oil birim fiyatı üzerinden sistemin yıllık yakıt maliyeti çıkarılır.

$$Q_H = B_y * H_u * \eta_k$$

B_y = Yıllık yakıt miktarı

η_k = kazanın verimi 0,9 kabul edilmiştir.

H_u = Yakıt alt ısı değeri

$$H_u \text{ fuel oil} = 41860 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{kJ / sn} = \text{kW}$$

$$13,7 \text{ kJ/sn} = B_y * 41860 \text{ kJ/kg} * 0,9$$

$$B_y = 0,00036 \text{ kg/sn} * 3600 = 1,3 \text{ kg/h (saate çevirmek için)}$$

$$B_y = 1,3 \text{ kg/h} * 16 \text{ saat} = 20,94 \text{ kg/gün (günde 16 saat çalışacağı için)}$$

$$B_y = 20,94 \text{ kg/gün} * 30 * 6 = 3770 \text{ kg/yıl (yılıda 6 ay çalışacağı için)}$$

$$B_y = 3770 \text{ kg/yıl}$$

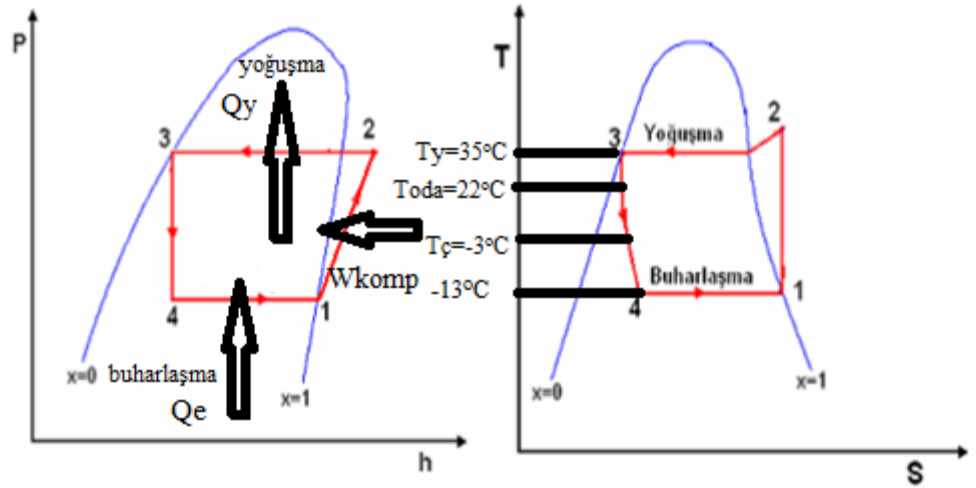
8.7. Isı Pompası Hesabı

Isı kaybı hesabı yapıp konvansiyonel ısı sistemiyle hesaplanan değerlerden sonra ısı pompasıyla bu mahali ısıtmak için gerekli elektriksel maliyet hesabı için seçtiğimiz R134A gazına ait EK-1'deki P-h diyagramından ve R134A soğutucu gazına ait soğutucu akışkan özellikleri tablosundan yararlanarak entalpi ve basınç değerleri bulunur.

8.7.1. Isı pompası elemanlarının değerlerinin hesaplanması

Basınç değerlerini bulurken bağ evinin bulubduğu şehir olan Balıkesir için dış ortam sıcaklığı $-3 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Dış ortam sıcaklığı $-3 \text{ }^\circ\text{C}$ olan yerde buharlaşma olabilmesi için evaporatör sıcaklığı $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ alındı.

Kondenser sıcaklığı iç mahali ısıtacak sıcaklık olacağı için ortalama mahal sıcaklığı $22 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Yoğuşmanın gerçekleşmesi için yoğuşma sıcaklığının (condenser sıcaklığı) $35 \text{ }^\circ\text{C}$ alındı. Bu değerlere göre P-h diyagramından okunan değerler diyagram üstünde gösterilmiş olup, değerler bulunmuştur.



Grafik 1: Sisteme ait P-h ve T-s diyagramları

$$P_1 = P_4$$

$$h_3 = h_4$$

$$T_1 = T_4$$

$$P_2 = P_3$$

Tablodan değerler bulunurken sabit entropide olduğu kabul edilmiştir. Buna göre tabloda değerler bulunmuştur.

- Evaporatörden çıkan R134A gazı 1 noktasında kompresöre girmeden önce elde edilen değerler

$T_1 = -10 \text{ °C}$ iken R134A tablosundan ,

-10 °C 'deki $P_1 = 200,7 \text{ kPa}$ bulunur. (Tablo 12)

Diyagramda basınç bar birimi cisinden verildiği için çeviri yapılarak

$100 \text{ kPa} = 1 \text{ bar}$ 'dır.

$200,7 \text{ kPa}$ yaklaşık olarak 2 bar olur.

Diyagramda; $P_1 = 2 \text{ bar}$ ve $T_1 = -10 \text{ °C}$ için

$h_1 = 400 \text{ kJ/kg}$ (Grafik 2)

- Kompresörden çıkan gaz kondensere girmeden elde edilen değerler,

$T_2 = 35 \text{ °C}$ iken R134A tablosundan $P_2 = 887,5 \text{ kPa}$ (Tablo 12)

$887,5 \text{ kPa} = 8,875 \text{ bar}$ olur.

Diyagramda; $P_2 = 8,875 \text{ bar}$ ve $T_2 = 35 \text{ °C}$ için

$h_2 = 430 \text{ kJ/kg}$ (Grafik 2)

- Kondenserden çıkan gaz kısılma vanasına ulaşmadan önce,

$P_2 = P_3 = 887,5 \text{ kPa} = 8,875 \text{ bar}$

$T_3 = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ (R134A soğutucu akışkan diyagramından)

$h_3 = 245 \text{ kJ/kg}$ (Grafik 2)

- Kısılma vanasından geçen gaz çevrimi tamamlamadan önce,

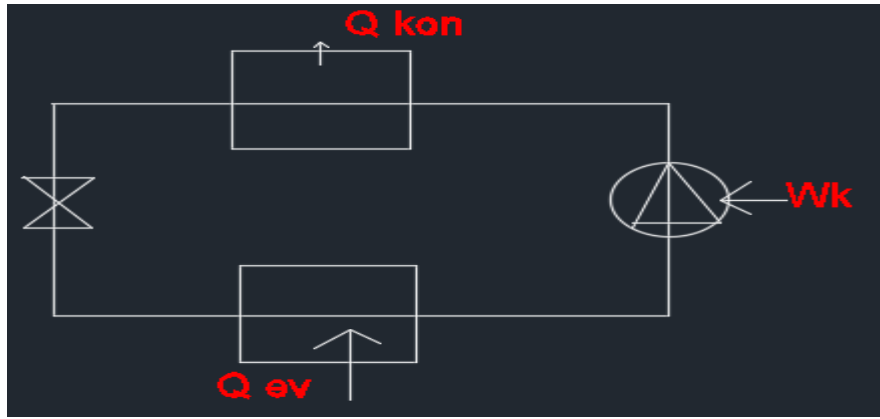
$P_1 = P_4 = 200,7 \text{ kPa}$ yaklaşık 2 bardır.

$T_1 = T_4 = -10 \text{ }^\circ\text{C}$

$h_3 = h_4 = 245 \text{ kJ/kg}$

	1	2	3	4
SICAKLIK ,T (°C)	-10	35	22	-10
BASINÇ ,P (kPa)	200,7	887,5	887,5	200,7
ENTALPİ ,h (kJ/kg)	400	430	245	245

Tablo 8 : R-134a soğutucu akışkanına ait termodinamiksel özellikler



Şekil 16: Isı pompası akış diyagramı

$$Q_L + W_k = Q_H$$

$$Q_{kon} = Q_H = Q_{kazan}$$

$$Q_{kazan} = 13700,4 \text{ W} = 13,7 \text{ kW}$$

Gerekli hesaplar yapılırken yoğuşma ve buharlaşma basınçları sabit kabul edilmiştir. Basınç kayıpları göz ardı edilmiştir ve kompresör için gerçek iş hesaplanmıştır.

8.7.2. Soğutucu akışkanın kütleli debisinin hesaplanması

$$q_0 = q_L = h_2 - h_3$$

$$q_0 = 430 - 245 = 185 \text{ kJ/kg}$$

$$q_0 = 185 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_{\text{kon}} = q_0 * \dot{m}_{\text{akışkan}}$$

$$13,7 = \dot{m}_{\text{akışkan}} * (185)$$

$$\dot{m}_{\text{akışkan}} = 0,074 \text{ kg/sn}$$

$q_0 = q_L =$ Yoğuşturucuda soğutucu akışkanın birim kütle başına verdiği ısı miktarı (kJ/kg)

$$Q_{\text{kon}} = \text{Gerekli ısıtma yükü (kW)}$$

8.7.3. Kompresör kapasitesinin hesaplanması

$$W_k = (\dot{m}_{\text{akışkan}} * (h_2 - h_1)) / \eta$$

$\eta =$ kompresör gücü için kompresör verimi 0,67

$$W_k = (0,074 * (430-400)) / 0,67$$

$$W_k = 3,31 \text{ kW}$$

8.7.4. Evaporatör kapasitesinin hesaplanması

$$Q_L = Q_{\text{ev}} = \dot{m}_{\text{akışkan}} * (h_1 - h_4)$$

$$Q_L = 0,074 * (400 - 245)$$

$$Q_L = 11,47 \text{ kW}$$

8.7.5. Tesir katsayısının hesaplanması

$$(\text{COP})_{\text{IP}} = Q_H / W_k$$

$$(\text{COP})_{\text{IP}} = 13,7 / 3,31$$

$$(\text{COP})_{\text{IP}} = 4,13$$

8.8. Isı Pompası Yıllık Enerji Miktarı

Isı pompasıyla çalışan sistemde, enerjiyi çeken sadece kompresör olduğu için kompresör kapasitesi üzerinden hesap yapılır, kompresör kaç kWh enerji harcadığı bulunur.

$$1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ}$$

$$3,31 \text{ kW} = 3,31 \text{ kJ/sn}$$

$3,31 \text{ kJ/sn} * 3600 = 11916 \text{ kJ/h}$ (saate çevirmek için)

$11916 \text{ kJ/h} * 16 \text{ saat} = 190656 \text{ kJ/gün}$ (günde 16 saat çalışacağı için)

$190656 \text{ kJ/gün} * 30 * 6 = 34318080 \text{ kJ}$ (yılıda 6 ay çalışacağı için)

$34318080 \text{ kJ} / 3600 \text{ sn} = 9532,8 \text{ kJ/sn} = 9532,8 \text{ kWh}$

8.9. Isı pompası ve Konvansiyonel Isıtma Sistemi Maliyet Karşılaştırması

- Sistem hesapları ısıtma sisteminin yılda 6 ay ve 1. işletme şartlarında günlük 16 saatlik çalışacağı kabul edilerek yapılmıştır.
- Konvansiyonel sistemde, **hesaplanan** yıllık yakıt miktarı üzerinden sistemde kullanılacak olan 5 numara fuel oil birim fiyatıyla sistemin yıllık yakıt maliyeti çıkarılır.

$B_y = 3770 \text{ kg/yıl}$

5 numara fuel oilin birim fiyatı 2,55 TL/lt

$3770 * 2,55 = 9613,5 \text{ TL/yıl}$

- Isı pompasıyla çalışan sistemde, enerjiyi çeken sadece kompresör olduğu için kompresör kapasitesi üzerinden hesap yapılır, kompresör kaç kWh enerji harcadığı bulunarak elektriğin birim fiyatıyla çarpılarak hesaplanır.

Yıllık enerji miktarı : 9532,8 kWh

Elektriğin birim fiyatı 0,44 TL / kWh

$9532,8 \text{ kWh} * 0,44 \text{ TL / kWh} = 4194,43 \text{ TL/yıl}$

ilk yatırım maliyeti		ısı pompası
enerji maliyeti	4194,43 tı	
bakım maliyeti		Yıllık bakım maliyeti
toplam		

Tablo 9 : Isı pompasıyla kurulan sistemde maliyet analizi

ilk yatırım maliyeti		kazan ve boru maliyeti
enerji maliyeti	9613,5 tı	
bakım maliyeti		Yıllık bakım maliyeti
toplam		

Tablo 10 : Konvansiyonel sistemle kurulan sistemde maliyet analizi

SONUÇ

Balıkesir ilinde bulunan bağ evine ait ısıtma sistemi seçimi için gerekli ısı kaybı hesabı yapılmıştır. Çıkan ısı kaybı sonucuna göre ısı ihtiyacı da belirlenmiştir. ve ısı ihtiyacına göre hem konvansiyonel sistemle hem de ısı pompasıyla mahal ısıtılmak istenirse ortaya çıkacak olan işletme maliyeti hesaplanmıştır.

Isı pompası hesabı için, konvansiyonel sistemdeki kazan ısıl kapasitesi yoğuşturucu kapasitesine eşittir. Bu eşitlikten yararlanarak konvansiyonel sistemden ısı pompa hesabına geçilmiştir. Hava kaynaklı ısı pompasına göre hesap yapmak istediğimiz için yoğuşturucu üzerinden ısıtma havasının geçtiğini bilmekteyiz. Mahal sıcaklığı 22 °C istendiği için menfez sıcaklığının 28 °C olması gerekmektedir. Çünkü menfez sıcaklığını 22 °C seçersek sistem istenen sıcaklığı kayıplarla birlikte sağlamayacaktır ya da devamlı çalışarak maliyeti artıracaktır. Buradan da yoğuşturucu sıcaklığı 35 °C seçilerek üfleyeceği menfez sıcaklığı 7 °C daha düşük sıcaklıkta olacağı düşünülmüştür.. T-s grafiğinde de gösterdiğimiz üzere çevre sıcaklığımız dış ortam sıcaklığına eşittir. Dış ortam sıcaklığı ne kadar düşük olursa evaporatörün sıcaklığı da buharlaşmanın olabilmesi için dış ortam sıcaklığından daha düşük olması gerekir.

Dış ortam sıcaklığı -3 °C olduğunda evaporatörden sıcaklığı -10 °C alınmıştır. Çünkü evaporatör bu ısıyı buharlaştıracak daha düşük bir sıcaklık ihtiyacı isteyecek ki bu da maliyeti artıracaktır. Isı pompası için de ilk kurulum için oluşacak maliyetin konvansiyonel sistemden daha yüksek olması problem teşkil etmez. Fakat kullanılabilir durumda olan sistem de maliyeti düşürmek istemek temel sebeptir.

Isı pompası için etkinlik katsayısı önemli bir faktördür. Bu faktör kW ısıtma başına ürettiği enerjinin toplam çektiği enerjiye oranı şeklindedir. Burada enerjiyi üreten kondenser , toplam enerjiyi çeken kompresördür. Buna bağlı olarak $(COP)_{IP}$ ne kadar büyükse sistem o kadar çok verimlidir. Sistemimizde kondenserin ürettiği toplam enerji 13,7 kW, kompresörün çektiği enerji 3,31 kW olduğu için $(COP)_{IP}$ 4,13 hesaplanmıştır.

Kullanılan yakıt konvansiyonel sistemde 5 numara fuel oil seçilmiştir. Isı pompası sistemimiz hava kaynaklı olduğu için burada kompresörün yaptığı işten

kaynaklı elektriksel harcamaya göre maliyet karşılaştırılması yapılmıştır. Isı pompasıyla yapılacak ısıtma sistemi için yıllık enerji maliyeti 4194,43 TL'dir. Konvansiyonel sistemle yapılacak ısıtma sisteminde 5 numara fuel oil ile çalışan konvansiyonel ısıtma sistemi seçildiği için enerji maliyeti 9613,5 TL'dir. Bu rakamlar her yıl yakıtların zam oranına göre değişecek olan sabit hesaplardır. Yıllık enerji maliyetlerinde yaklaşık olarak 2 kat gibi bir fark vardır.

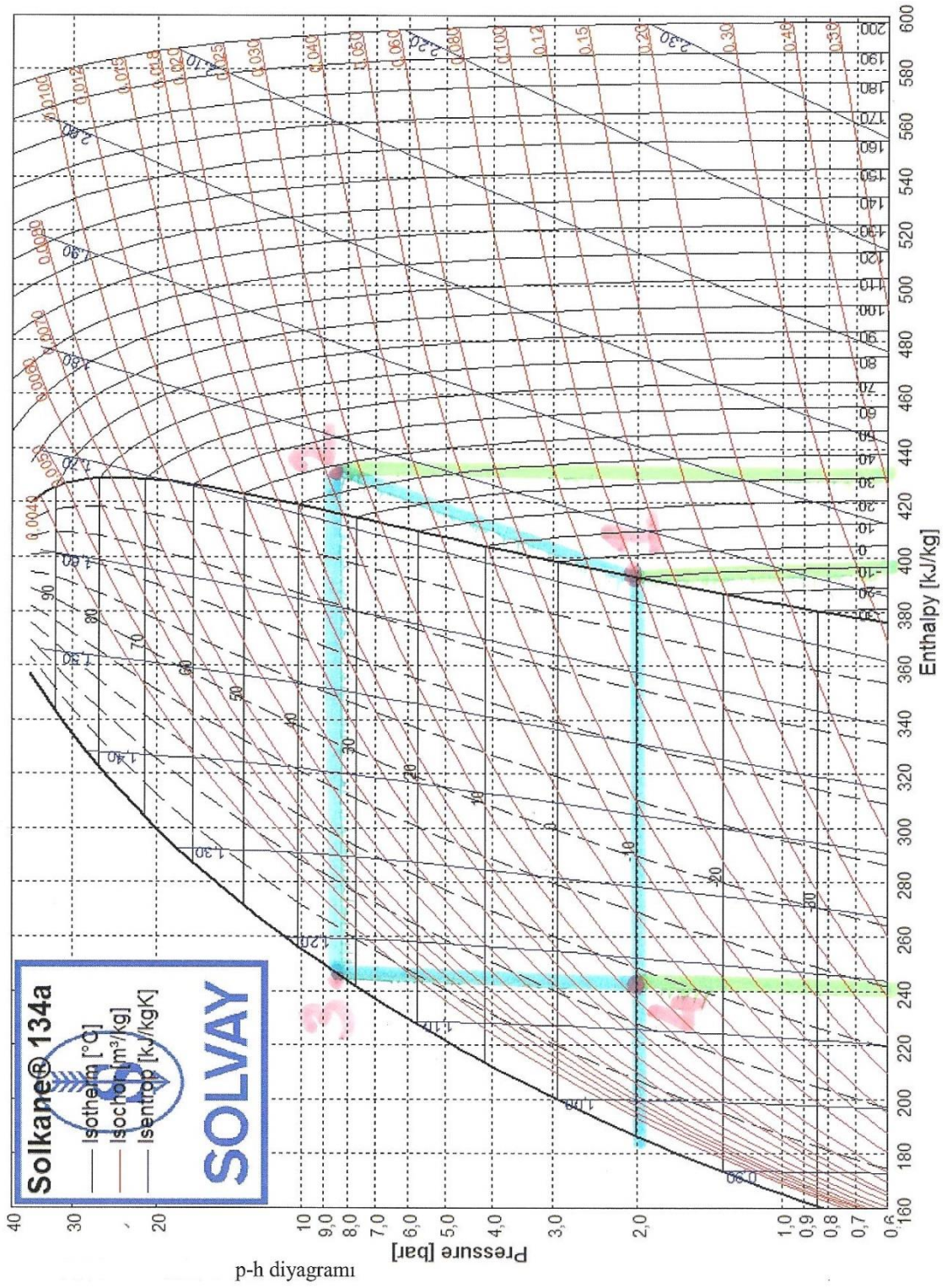
Hesaplamak istediğimiz ana sebepte bundan kaynaklanır ki konvansiyonel sistemle kurulan ısıtma sistemi ısı pompasıyla kurulan ısıtma sisteminden daha maliyetlidir.

İlk yatırım maliyetleri ısı pompalarında daha yüksektir. Fakat günümüzde enerji ihtiyacı ve ısı pompasının enerji maliyetlerinden dolayı ısı pompasına doğru yönelim artmaktadır.

Buradan ısı pompasının ilk yatırım maliyeti konvansiyonel ısıtma sistemine göre yüksek olmasına karşın, ısı pompasının yıllık enerji maliyetinin konvansiyonel ısıtma sistemine göre daha düşük maliyetli olmasından dolayı ısıtma sisteminin kendini amorti etmesi çok kısa sürede gerçekleşecektir.

(L) mm	°C	11/PK					21/PKP			22/PKKP				
		(H) mm					(H) mm			(H) mm				
		300	400	500	600	900	300	500	600	300	400	500	600	900
400	90/70 °C	257	384	502	561	764	378	689	779	509	728	932	1004	1272
	75/65 °C	208	302	407	430	621	306	559	596	412	572	756	770	1034
500	90/70 °C	321	480	628	702	956	473	861	974	636	910	1165	1255	1590
	75/65 °C	260	378	509	538	777	383	698	746	515	715	945	962	1293
600	90/70 °C	385	577	754	842	1147	567	1033	1169	763	1092	1398	1506	1908
	75/65 °C	312	453	611	645	932	459	838	895	618	858	1134	1154	1551
700	90/70 °C	450	673	879	982	1338	662	1205	1363	890	1274	1631	1757	2226
	75/65 °C	364	529	711	753	1088	536	978	1044	721	1001	1323	1347	1810
800	90/70 °C	514	769	1005	1122	1529	756	1377	1558	1018	1456	1864	2008	2544
	75/65 °C	416	604	815	860	1243	612	1117	1193	824	1144	1512	1539	2068
900	90/70 °C	578	865	1130	1263	1720	851	1550	1753	1145	1638	2097	2259	2862
	75/65 °C	468	680	917	968	1398	689	1257	1342	927	1287	1701	1732	2327
1000	90/70 °C	642	961	1256	1403	1911	945	1722	1948	1272	1820	2330	2510	3180
	75/65 °C	520	755	1019	1076	1554	765	1397	1491	1030	1430	1890	1924	2585
1100	90/70 °C	707	1057	1381	1543	2102	1040	1894	2143	1399	2002	2563	2761	3498
	75/65 °C	572	831	1121	1183	1709	842	1536	1640	1133	1573	2079	2116	2844
1200	90/70 °C	771	1153	1507	1684	2293	1134	2066	2337	1526	2184	2796	3012	3816
	75/65 °C	624	906	1222	1291	1864	918	1676	1789	1236	1716	2268	2309	3102
1300	90/70 °C	835	1249	1633	1824	2485	1229	2238	2532	1654	2366	3029	3263	4134
	75/65 °C	676	982	1324	1398	2020	995	1816	1938	1339	1859	2457	2501	3361
1400	90/70 °C	899	1345	1758	1964	2676	1323	2411	2727	1781	2548	3262	3514	4452
	75/65 °C	728	1057	1426	1506	2175	1071	1955	2088	1442	2002	2646	2694	3619
1500	90/70 °C	964	1441	1884	2105	2867	1418	2583	2922	1908	2730	3495	3765	4770
	75/65 °C	780	1133	1528	1613	2330	1148	2095	2237	1545	2145	2835	2886	3878
1600	90/70 °C	1028	1538	2009	2245	3058	1512	2755	3116	2035	2912	3728	4016	5088
	75/65 °C	832	1208	1630	1721	2486	1224	2235	2386	1648	2288	3024	3078	4136
1700	90/70 °C	1092	1634	2135	2385	3249	1607	2927	3311	2162	3094	3961	4267	5406
	75/65 °C	884	1284	1732	1828	2641	1301	2374	2535	1751	2431	3213	3271	4395
1800	90/70 °C	1156	1730	2261	2526	3440	1701	3099	3506	2290	3276	4194	4518	5724
	75/65 °C	936	1359	1834	1936	2796	1378	2514	2684	1954	2674	3402	3463	4653
1900	90/70 °C	1220	1826	2386	2666	3631	1796	3272	3701	2417	3458	4427	4769	6042
	75/65 °C	988	1435	1936	2043	2952	1454	2654	2833	1957	2717	3591	3656	4912
2000	90/70 °C	1285	1922	2512	2806	3822	1890	3444	3896	2544	3640	4660	5020	6360
	75/65 °C	1040	1510	2037	2151	3107	1531	2793	2982	2060	2860	3780	3848	5170

Tablo 11 : Radyatör kataloğu(20 °C de radyatör ısı kapasitesi)



Grafik 2 : R134a soğutucu akışkana ait P-h diyagramı

TABLO A-10

Doymuş 134a-soğutucu akışkanın özellikleri

Sıcak. T, °C	Doyma Basıncı P, kPa	Özgül Kütle ρ , kg/m ³		Buharlaştırma Entalpisi h_{fg} , kJ/kg	Özgül Isı c_p , J/kg · K		Isıl İletkenlik k, W/m · K		Dinamik Viskozite μ , kg/m · s		Prandtl Sayısı Pr		Hacimsel Genleşme Katsayısı β , 1/K		Yüzey Gerilmesi, N/m
		Sıvı	Buhar		Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	
-40	51.2	1418	2.773	225.9	1254	748.6	0.1101	0.00811	4.878 × 10 ⁻⁴	2.550 × 10 ⁻⁶	5.558	0.235	0.00205	0.01760	
-35	66.2	1403	3.524	222.7	1264	764.1	0.1084	0.00862	4.509 × 10 ⁻⁴	3.003 × 10 ⁻⁶	5.257	0.266	0.00209	0.01682	
-30	84.4	1389	4.429	219.5	1273	780.2	0.1066	0.00913	4.178 × 10 ⁻⁴	3.504 × 10 ⁻⁶	4.992	0.299	0.00215	0.01604	
-25	106.5	1374	5.509	216.3	1283	797.2	0.1047	0.00963	3.882 × 10 ⁻⁴	4.054 × 10 ⁻⁶	4.757	0.335	0.00220	0.01527	
-20	132.8	1359	6.787	213.0	1294	814.9	0.1028	0.01013	3.614 × 10 ⁻⁴	4.651 × 10 ⁻⁶	4.548	0.374	0.00227	0.01451	
-15	164.0	1343	8.288	209.5	1306	833.5	0.1009	0.01063	3.371 × 10 ⁻⁴	5.295 × 10 ⁻⁶	4.363	0.415	0.00233	0.01376	
-10	200.7	1327	10.04	206.0	1318	853.1	0.0989	0.01112	3.150 × 10 ⁻⁴	5.982 × 10 ⁻⁶	4.198	0.459	0.00241	0.01302	
-5	243.5	1311	12.07	202.4	1330	873.8	0.0968	0.01161	2.947 × 10 ⁻⁴	6.709 × 10 ⁻⁶	4.051	0.505	0.00249	0.01229	
0	293.0	1295	14.42	198.7	1344	895.6	0.0947	0.01210	2.761 × 10 ⁻⁴	7.471 × 10 ⁻⁶	3.919	0.553	0.00258	0.01156	
5	349.9	1278	17.12	194.8	1358	918.7	0.0925	0.01259	2.589 × 10 ⁻⁴	8.264 × 10 ⁻⁶	3.802	0.603	0.00269	0.01084	
10	414.9	1261	20.22	190.8	1374	943.2	0.0903	0.01308	2.430 × 10 ⁻⁴	9.081 × 10 ⁻⁶	3.697	0.655	0.00280	0.01014	
15	488.7	1244	23.75	186.6	1390	969.4	0.0880	0.01357	2.281 × 10 ⁻⁴	9.915 × 10 ⁻⁶	3.604	0.708	0.00293	0.00944	
20	572.1	1226	27.77	182.3	1408	997.6	0.0856	0.01406	2.142 × 10 ⁻⁴	1.075 × 10 ⁻⁵	3.521	0.763	0.00307	0.00876	
25	665.8	1207	32.34	177.8	1427	1028	0.0833	0.01456	2.012 × 10 ⁻⁴	1.160 × 10 ⁻⁵	3.448	0.819	0.00324	0.00808	
30	770.6	1188	37.53	173.1	1448	1061	0.0808	0.01507	1.888 × 10 ⁻⁴	1.244 × 10 ⁻⁵	3.383	0.877	0.00342	0.00742	
35	887.5	1168	43.41	168.2	1471	1098	0.0783	0.01558	1.772 × 10 ⁻⁴	1.327 × 10 ⁻⁵	3.328	0.935	0.00364	0.00677	
40	1017.1	1147	50.08	163.0	1498	1138	0.0757	0.01610	1.660 × 10 ⁻⁴	1.408 × 10 ⁻⁵	3.285	0.995	0.00390	0.00613	
45	1160.5	1125	57.66	157.6	1529	1184	0.0731	0.01664	1.554 × 10 ⁻⁴	1.486 × 10 ⁻⁵	3.253	1.058	0.00420	0.00550	
50	1318.6	1102	66.27	151.8	1566	1237	0.0704	0.01720	1.453 × 10 ⁻⁴	1.562 × 10 ⁻⁵	3.231	1.123	0.00455	0.00489	
55	1492.3	1078	76.11	145.7	1608	1298	0.0676	0.01777	1.355 × 10 ⁻⁴	1.634 × 10 ⁻⁵	3.223	1.193	0.00500	0.00429	
60	1682.8	1053	87.38	139.1	1659	1372	0.0647	0.01838	1.260 × 10 ⁻⁴	1.704 × 10 ⁻⁵	3.229	1.272	0.00554	0.00372	
65	1891.0	1026	100.4	132.1	1722	1462	0.0618	0.01902	1.167 × 10 ⁻⁴	1.771 × 10 ⁻⁵	3.255	1.362	0.00624	0.00315	
70	2118.2	996.2	115.6	124.4	1801	1577	0.0587	0.01972	1.077 × 10 ⁻⁴	1.839 × 10 ⁻⁵	3.307	1.471	0.00716	0.00261	
75	2365.8	964	133.6	115.9	1907	1731	0.0555	0.02048	9.891 × 10 ⁻⁵	1.908 × 10 ⁻⁵	3.400	1.612	0.00843	0.00209	
80	2635.2	928.2	155.3	106.4	2056	1948	0.0521	0.02133	9.011 × 10 ⁻⁵	1.982 × 10 ⁻⁵	3.558	1.810	0.01031	0.00160	
85	2928.2	887.1	182.3	95.4	2287	2281	0.0484	0.02233	8.124 × 10 ⁻⁵	2.071 × 10 ⁻⁵	3.837	2.116	0.01336	0.00114	
90	3246.9	837.7	217.8	82.2	2701	2865	0.0444	0.02357	7.203 × 10 ⁻⁵	2.187 × 10 ⁻⁵	4.385	2.658	0.01911	0.00071	
95	3594.1	772.5	269.3	64.9	3675	4144	0.0396	0.02544	6.190 × 10 ⁻⁵	2.370 × 10 ⁻⁵	5.746	3.862	0.03343	0.00033	
100	3975.1	651.7	376.3	33.9	7959	8785	0.0322	0.02989	4.765 × 10 ⁻⁵	2.833 × 10 ⁻⁵	11.77	8.326	0.10047	0.00004	

Not 1: Kinematik viskozite ν ve ısı yayılım katsayısı α tanımları olan $\nu = \mu/\rho$ ve $\alpha = k/\rho c_p = \nu/Pr$ 'dan bulunabilir. Burada -buhar yoğunluğu dışındaki- listelenen özellikler, -kritik nokta değerine yakın sıcaklıklar dışında- bütün basınçlarda -ihmal edilebilir hatayla- kullanılabilir.

Not 2: Özgül ısı için kJ/kg · °C birimi, kJ/kg · K 'ye ve ısı iletkenlik için W/m · °C birimi W/m · K 'e eşdeğerdir.

Kaynak: Veriler S. A. Klein ve F. L. Alvarado tarafından geliştirilen EES yazılımıyla oluşturulmuştur. Özgün kaynaklar: R. Tillner-Roth and H. D. Baehr, "An International Standard Formulation for the Thermodynamic Properties of 1,1,1,2-Tetrafluoroethane (HFC-134a) for Temperatures from 170 K to 455 K and Pressures up to 70 MPa," J. Phys. Chem. Ref. Data, Vol. 23, No. 5, 1994; M.J. Assael, N. K. Dalaouti, A. A. Griva, and J. H. Dymond, "Viscosity and Thermal Conductivity of Halogenated Methane and Ethane Refrigerants," IJR, Vol. 22, pp. 525-535, 1999; NIST REFPROP 6 program (M. O. McLinden, S. A. Klein, E. W. Lemmon, and A. P. Peskin, Physical and Chemical Properties Division, National Institute of Standards and Technology, Boulder, CO 80303, 1995).

Tablo 12 : R134a soğutucu akışkan özellikleri

Şehir Adı	Yaz Kuru Termometre Sıcaklığı (°C)	Yaz Yaş Termometre Sıcaklığı (°C)	Kış Sıcaklığı (°C)
ADANA	38	26	0
ADYAMAN	38	22	-9
AFYON	34	21	-12
AĞRI	34	25	-24
AKSARAY	34	20	-15
AMASYA	31	21	-12
ANKARA	35	21	-12
ANTALYA	39	28	3
ARDAHAN	27	18	-21
ARTVIN	30	26	-9
AYDIN	39	26	-3
BALIKESİR	38	27	-3
BANDIRMA	34	25	-6
BARTIN	31	21	-3
BATMAN	40	23	-9
BAYBURT	33	23	-15
BİLECİK	34	23	-9
BİNGÖL	33	21	-18
BITLİS	34	22	-15
BOLU	34	24	-15
BURDUR	36	21	-9
BURSA	37	25	-6
ÇANAKKALE	34	25	-3
ÇANKIRI	34	26	-15
ÇORUM	29	19	-15
DENİZLİ	38	24	-6
DİYARBAKIR	42	23	-9
EDİRNE	36	25	-9
ELAZIĞ	38	21	-12
ERZİNCAN	36	22	-18
ERZURUM	31	23	-21
ESKİŞEHİR	34	24	-12
GAZİANTEP	39	23	-9
GİRESUN	29	25	-3
GÜMÜŞHANE	33	23	-12
HAKKARİ	34	20	-24
HATAY (ANTAKYA)	37	28	0
HATAY (İSKENDERUN)	37	29	3
İĞDIR	36	25	-18
İSPARTA	34	21	-9
İÇEL (MERSİN)	35	29	3
İÇEL (TARSUS)	36	28	0
İSTANBUL	33	24	-3
İZMİR	37	25	0
KARABÜK	32	25	-12
KARAMAN	34	21	-12
KARS	30	20	-27
KASTAMONU	34	22	-12
KAYSERİ	36	23	-15
KİLİS	39	23	-6
KIRIKKALE	35	21	-12
KIRKLARELİ	35	25	-9
KİRŞEHİR	35	21	-12
KOCAELİ (İZMİT)	36	25	-3
KONYA	34	22	-12
KÜTAHYA	33	21	-12
MALATYA	38	21	-12
MANİSA	40	26	-3
KAHRAMANMARAŞ	36	22	-9
MARDİN	38	23	-6
MUĞLA	37	22	-3
MUŞ	32	20	-18
NEVŞEHİR	28	17	-15
NİĞDE	34	20	-15
ORDU	30	22	-3
OSMANİYE	38	26	-3
RİZE	30	26	-3
SAKARYA (ADAPAZARI)	35	25	-3
SAMSUN	32	25	-3
SİİRT	40	23	-9
SİNOP	30	25	-3
SİVAS	33	20	-18
ŞANLIURFA	43	24	-6
ŞİRNAK	34	20	-6
TEKİRDAĞ	33	25	-6
TOKAT	29	20	-15
TRABZON	31	25	-3
TUNCELİ	37	22	-18
UŞAK	35	22	-9
VAN	33	21	-15
YALOVA	33	24	-3
YOZGAT	32	20	-15
ZONGULDAK	32	25	-3

Tablo 13 : Şehirlere ait dış ortam kış sıcaklığı tablosu (ALARKO)

İşletme Durumu	$D W/ m^2 K$			
	0.12-0.34	0.35-0.80	0.81-1.73	> 1.74
% Z D				
1. İşletme	7	7	7	7
2. İşletme	20	15	15	15
3. İşletme	30	25	20	15

Tablo 14 :Birleştirilmiş artırım katsayısı , (ZD)

<i>Bölgenin Durumu</i>	<i>Yapının Durumu</i>	<i>H Katsayısı</i>	
		<i>Bitişik Düzen</i>	<i>Ayrık Düzen</i>
<i>Normal Bölge</i>	<i>Korunaklı</i>	<i>0,279</i>	<i>0,396</i>
	<i>Serbest</i>	<i>0,477</i>	<i>0,675</i>
	<i>Çok Serbest</i>	<i>0,7</i>	<i>0,977</i>
<i>Rüzgarlı Bölge</i>	<i>Korunaklı</i>	<i>0,477</i>	<i>0,675</i>
	<i>Serbest</i>	<i>0,7</i>	<i>0,977</i>
	<i>Çok Serbest</i>	<i>0,95</i>	<i>1,314</i>

Tablo 15 :Bina durum katsayısı , (H)

Kat Artırım	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0%	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	4.3.2.1	5.4.3.2.1
5%	4.	4.	5.4.	5.4.	5.4.	6.5.4	6.5.4	6.5.4	6.5.4	6.5.4	7.6.5	8.7.6
10%		5.	6.	6.	7.6.	8.7.	9.8.7	9.8.7	9.8.7	9.8.7	10.9.8	11.10.9
15%				7.	8.	9.	10.	10.	11.10.	12.11.10	13.12.11.	14.13.12.
20%								11	12	13	14	15

Tablo 16 : Kat yükseklik artırım katsayısı , (ZW)

Sıra no	Yapı bileşeni tipi ³⁾	Yüzeysel ısı iletim direnci ¹⁾²⁾	
		R_i (m ² K/W)	R_e (m ² K/W)
1	Dış duvar (Sıra no 2'de verilenin dışındaki dış duvarlar)	0,13	0,04
2	Arkadan havalandırılan giydirme cephe ⁴⁾ dış duvarlar, ısı yalıtımı yapılmayan tavan arasını ayıran alçak duvarlar		0,08
3	Daireler arasındaki ayırıcı duvarlar, merdiven duvarı, farklı kullanım amaçlı çalışma odalarını ayıran duvarlar, sürekli olarak ısıtılmayan mekânlara bitişik bölme duvarı, ısı yalıtımlı tavan arasına bitişik alçak duvar		5)
4	Toprak temaslı dış duvar		0
5	Bir yaşama mekânının dış hava ile sınırını oluşturan yatay veya eğimli, yukarıda yer alan (havalandırılmayan çatı) tavan veya çatı	0,13	0,04
6	Kullanılmayan bir tavan arası veya havalandırılan bir mekân altındaki tavan (havalandırılan çatı kabuğu)		0,08
7	Daireler arası ayırıcı taban veya farklı kullanım amaçlı çalışma odalarını ayıran taban		
7.1	Aşağıdan yukarıya ısı akışı olması hâlinde	0,13	5)
7.2	Yukarıdan aşağıya ısı akışı olması hâlinde	0,17	
8	Bodrum tavanı	0,17	5)
9	Bir yaşama mekânının dış hava ile sınırını oluşturan çıkma tabanları		0,04
10	Altında bodrum olmayan bir yaşama mekânının zemine oturan tabanı		0

1) Basitleştirmek amacıyla bütün durumlarda $R_i = 0,13$ m²K/W ve 4 ve 10'uncu sıradaki durumlar hariç olmak üzere $R_e = 0,04$ m²K/W değerleri hesaplamalarda kullanılabilir.

Tablo 17 : ısı taşınım katsayısı , (h)

Isıtılacak Hacmin Adı	Sıcaklığı °C	Isıtılacak Hacmin Adı	Sıcaklığı °C
1- KONUTLAR		5- FABRİKA YAPILARI	
Oturma odası (salonlar)	22	Ağır iş yapan atölye ve montaj yeri	15
Yatak odası	20	Hafif iş yapan atölyeler	18
Antre, WC, Mutfak	18	Kadın işçilerin çalıştığı örgü, biçki ve dikiş atölyeleri	20
Banyo	26	6- CEZA ve TUTUKEVİ	
Merdiven	10	Tek odalar, yatak odaları	20
2- İŞ ve İDARE BİNALARI		Hafif iş atölyesi ve koğuş	18
Berber, Terzi dükkanı	20	Banyo, duş, soyunma hacimleri	26
Lokanta, Otel ve pansiyon odası	20	WC	15

Tablo 18 : Mahal sıcaklıkları

	İç Kapı	A_{DP} (Dış pencere alanı)	R
		A_{IK} (İç kapı alanı)	
Tahta veya Plastik çerçeve	Aralıklı	$A_{DP} / A_{IK} < 3$	0.9
	Aralıksız	$A_{DP} / A_{IK} < 1.5$	0.9
Çelik veya Metal çerçeve	Aralıklı	$A_{DP} / A_{IK} < 6$	0.9
	Aralıksız	$A_{DP} / A_{IK} < 2.5$	0.9
Tahta veya Plastik çerçeve	Aralıklı	$3 < A_{DP} / A_{IK} < 9$	0.7
	Aralıksız	$1.5 < A_{DP} / A_{IK} < 3$	0.7
Çelik veya Metal çerçeve	Aralıklı	$6 < A_{DP} / A_{IK} < 20$	0.7
	Aralıksız	$2.5 < A_{DP} / A_{IK} < 6$	0.7

Tablo 19 : Oda durum katsayısı , (R)

Malzeme	Pencere veya kapı şekli	a (m ³ /mh)
Ahşap Çerçeve	Tek Pencere	3.0
	Çift Camlı Pencere	2.5
	Çift Pencere	2.0
Plastik Çerçeve	Tek veya Çift Camlı	2.0
	Çift Pencere	1.5
Çelik veya Metal Çerçeve	Çift Camlı Pencere	1.5
	Çift Pencere	1.2
İç Kapılar	Eşiksiz Kapılar	40.0
	Eşikli Kapılar	15.0
Dış Kapılar Aynen Pencere Gibi Hesaplanır.		

a: Çift camlı plastik çerçeve 2 alınır.

Tablo 20 : Kapı ve pencereler için Sızdırmazlık katsayısı , (a)

YÖN	G	GB	B	KB	K	KD	D	GD
%Z _H	-5	-5	0	5	5	5	0	-5

Tablo 21: Yön artırım çizelgesi, (ZH)

KAYNAKÇA

- Karakoç, T.Hikmet (2011) Verimli Sistemler Kalorifer Tesisatı Hesabı, Anadolu Üniversitesi Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
- Makina Mühendisler Odası Tesisat Dergisi,2005
- Niğdelioğlu, O., (2006 HAZİRAN) Toprak Kaynaklı Isı Pompası Ve Termo Ekonomik Performansı Analizi Dumlupınar Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı
- Özkol, N., Uygulamalı Soğutma Tekniği, MMO Yayın: 115, 1998
- Parent, M.. 2001. "A simplified tool for assessing the feasibility of ground-source heat pump projects". A shrae Transactions.
- Patlar, Ö., (2006) Toprak Kaynaklı Isı Pompalarından Ekserji Analizi Marmara Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi Makine Mühendisliği Bölümü Anabilim Dalı
- Ünlü, K. 2005. "Hava ve Toprak Kaynaklı Isı Pompalarına Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi," Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

ÖZGEÇMİŞ

6 haziran 1989 tarihinde İstanbul ili Eyüp ilçesinde doğdum. Lisans eğitimimi Bozok Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünde 2014 senesinde tamamladım. 2014 yılında Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Bilim Dalında tezli yüksek lisans eğitimime başladım.

2014 senesinden itibaren iş hayatına başladım. Özel sektörde Temateknik Mühendislik firmasında 2014 yılı sonuna kadar saha mühendisi olarak çalıştım. Daha sonra proje bitimesiyle firmadan ayrıldım. 2014 yılı sonundan beri Baypa A.Ş. 'de çeşitli projelerde şantiye şefi olarak çalışmaya devam etmekteyim.

Auto cad çizim programı bilmekteyim.Yabancı dil olarak İngilizce bilmekteyim.

Ali Osman ÖZDEN