

168435

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİREYSEL VE MERKEZİ ISITMA SİSTEMLERİNDE
VERİMLİLİK VE EKONOMİKLİK ANALİZİ

Mak. Müh. Bilge ACARKAN

Fbe Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hasan A. HEPERKAN

BİLGE ACAR

GÜRAN GEDİK

İSTANBUL,2005

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	iv
KISALTMA LİSTESİ.....	vi
ÖNSÖZ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ	1
1.1 Yerel Isıtma	1
1.2 Bireysel Isıtma.....	1
1.3 Merkezi Isıtma.....	2
1.4 Bölgesel Isıtma	2
2. ISI KAYBI HESAPLARI	4
2.1 Isı Kayıplarına Esas Verilerin Toplanması	4
2.1.1 Yapı İle İlgili Veriler	4
2.1.2 Isıtma Sistemi Özellikleri.....	4
2.1.3 Hesaba Esas Alınacak Dış ve İç Sıcaklık Değerleri	4
2.1.4 Yapı Bileşenlerinin Toplam Isı Geçiş Katsayıları	4
2.2 Isı Kayıplarına Esas Verilerin Toplanması	6
3. YAPILARDA TERLEME VE YOĞUŞMA.....	12
3.1 Genel Bilgiler	12
3.2 Yapı Elemanlarında Buhar Difüzyonunun Hesaplanması	12
4. SICAK SULU ISITMADA BORU TESİSATI.....	14
4.1 Boru Çapları Hesabı	14
5. BİREYSEL VE MERKEZİ SİSTEME GÖRE ISI KAYBI HESAPLAR.....	16
5.1 Merkezi Sistem Proje Raporu	16
5.1.1 Merkezi Kolektörlü Sisteme Göre Kazan, Baca, Pompa ve Genleşme Deposu Seçimi (Proje EK 1).....	18
5.1.1.1 Kazan Hesabı.....	18
5.1.1.2 Baca Hesabı	18
5.1.1.3 Genleşme Deposu Hesabı	19
5.1.1.4 Sirkülasyon Pompası Seçimi	20
5.1.2 Merkezi Çok Kolonlu Sisteme Göre Kazan, Baca, Pompa ve Genleşme Deposu Seçimi (Proje EK 1).....	20
5.1.2.1 Kazan Hesabı.....	20
5.1.2.2 Baca Hesabı.....	21
5.1.2.3 Genleşme Deposu Hesabı	22

5.1.2.4	Sirkülasyon Pompası Seçimi	22
5.2	Bireysel Sistem Proje Raporu	23
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	25
KAYNAKLAR.....		34
EKLER.....		35
EK 1	Merkezi sistem – Daireler Arasında Yalıtım Uygulanmamış - Isıtma Projesi.....	36
EK 2	CD - Merkezi Sistem Kolektörlü ve Çok Kolonlu Isıtma Tesisatı ve Kolon Şeması Çizimi ve Bireysel Isıtma Tesisatı ve Kolon Şeması Çizimi, Diğer projelerin hesapları, Kataloglar	56
ÖZGEÇMİŞ.....		57



SİMGE LİSTESİ

A	Alan, (m^2)
c_p	Sabit basınçta özgül ısı, ($J/kg.K$)
C	$m c_p$ akışkanın ısı kapasitesi, (W/K)
C	Katsayı
d	Çap, karakteristik uzunluk, (m), (mm)
D	Çap, (m)
D	Birleşik ortama ısı geçirme katsayısı, ($W/m^2.K$)
e	Mekanik havalandırma hesabında kullanılan katsayı
g	Yerçekimi ivmesi, (m/s^2)
H	Binanın özgül ısı kaybı, (W/K)
H	Yükseklik, (m)
H_h	Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı, (W/K)
H_i	Binanın ısı kaybeden yüzeylerinden gerçekleşen ısı kaybı, (W/K)
H_y	Yakacağın alt ısı değeri, (kJ/kg), (kJ/m^3)
$I_{i ay}$	i yönünde dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti, (W/m^2)
J	Giden toplam ısı ışınımı akısı (radiosty), (W/m^2)
k	Katsayı
m	kütleli debi, (kg/s), (kg/m^3)
NTU	Isı değiştiricisi geçiş birimi sayısı
p	Basınç, (N/m^2), (Pa), (Bar)
p_E	Bacadaki basınç kaybı, (Pa)
p_e	Kapalı genleşme deposunda sistemin işletme üst basıncı, (bar)
p_o	Kapalı genleşme deposunda, depo ön basıncı, (Pa)
p_w	Kazandaki basınç kaybı, (Pa)
Δp_K	$\Delta p_s + \Delta p_a$ kanal veya boru içindeki akışkanın düz kısımlarında veya vana, dirsek gibi elemanlarında ısıya dönüşen basınç kaybı, (Pa)
P	Pompa gücü, (W)
q	Isıl güç
q'	Birim boru boyundan geçen ısı
q_i	Yapı bileşenlerinden olan artırınlı ısı kaybı, (W)
q_o	Yapı bileşenlerinden olan artırimsız ısı kaybı, (W)
q_x	Hava sızıntısı ısı kaybı, (W)
Q	Isı miktarı, (J), (kWh)
r	Gizli buharlaşma ısısı, ($J/kg.K$)
$r_{i ay}$	\dot{I} yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü
R	Özgül düz boru basınç kaybı, (Pa/m)
R	Oda özeliği,
R_a	$1/aA$, ısı taşınım direnci, (K/W), ($^{\circ}C/W$)
t	Zaman, (s), (h)
T	Sıcaklık, ($^{\circ}C$) ve (K)
ΔT	Sıcaklık farkı, ($^{\circ}C$) ve (K)
ΔT_m	Ortalama logaritmik sıcaklık farkı
U	Toplam ısı geçiş katsayısı, ($W/m^2.K$)
v	Hız (m/s)
v'	Suyun özgül hacmi, (m^3/kg)
V	Ortalama hız, (m/s)
V_a	Kapalı genleşme deposunun nominal hacmi
V_s	Kalorifer tesisatındaki su hacmi, (L)
V	Hacimsel debi (m^3/s), (m^3/h)

Z	Özel direnç basınç kaybı, (Pa)
Z_D	Birleştirilmiş artırım katsayısı
Z_e	Köşe artırım katsayısı
Z_g	Tesisatın günlük çalışma süresi, (h/gün)
Z_H	Yön artımı
Z_k	Kazan kapasite artırım yüzdesi,
Z_w	Yüksek kat artımı
Z_y	Yılda ısıtma yapılan gün sayısı, (gün/yıl)
α	Isı taşınım katsayısı, ($W/m^2.K$)
$\Phi_{g\ ay}$	Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı, (W)
$\Phi_{i\ ay}$	Aylık ortalama iç ısı kazancı, (W)
γ	Özgül ağırlık, ($kg/m^2.s^2$), (N/m^3)
η_{ay}	Kazanlar için aylık ortalama kullanım faktörü
η_k	Kazan verimi
φ	Bağıl nem
λ	Isı iletim katsayısı, ($W/m.K$)
Λ	İletimle toplam ısı geçiş katsayısı, ($W/m^2.K$)
ρ	Yoğunluk, (kg/m^3)
ζ	Özel direnç katsayısı



KISALTMA LİSTESİ

TS	Türk Standardı
KKO	Kazanç Kayıp Oranı
LPG	Liquid Petrol Gas



ÖNSÖZ

Bu projede günümüzde ısı sektöründe sıkça gündeme gelen ve sektör piyasasında inşaat projelerinde sıkça karşına çıkan bir soru olan merkezi sistem ve bireysel sistem uygulamadaki avantaj ve dezavantajların mukayesesini yapabilme imkanı buldum.

Bu projeyi hazırlamamı sağlayan ve değerli katkılarını benden esirgemeyen tez danışmanım Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi Dekanı Sn. Prof. Dr. Hasan HEPERKAN'a, çalışmalarım süresince çok yardımı olan Yıldız Teknik Üniversitesi, Isı Tekniği ve Termodinamik A.B.D.' da Arş. Gör. Olarak çalışan Mak. Yük. Müh. Burak OLGUN'a ve bana daima destek olan aileme teşekkür ederim.



ÖZET

Makine Mühendisliğinin en önemli alanlarından biri Isıtma Tekniğidir. Türkiye'nin birincil enerji tüketiminin yaklaşık %30'u mahal ısıtmasında kullanılır. Enerji kaynaklarının kısıtlı olması ve çevreyi kirletmesi de göz önüne alınırsa ısıtmada enerji tasarrufunun önemi ortaya çıkar.

Bu çalışmada; bireysel ve merkezi sistem olmak üzere farklı varyasyonlar üzerinden projeler yapılarak ısı yükleri hesaplanmış ve bu doğrultuda tablolarla birlikte sistemlerin verimlilik ve ekonomiklik yönünden karşılaştırılmaları sunulmuştur. İstanbul'da bulunan 5 katlı simetrik bir bina esas alınarak, daireler arasında yalıtım uygulanmış durumda bireysel ve merkezi sistem ısıtma projeleri; daireler arasında yalıtım uygulanmamış durumda bireysel ve merkezi sistem ısıtma projeleri hazırlanmıştır. Ayrıca, bireysel sistemde, bir daire ısıtılmış diğer daireler ısıtılmamış ve daireler arası yalıtım uygulanmış ve uygulanmamış durumda ısıtma projeleri de yapılmıştır. Dış cepheler de dâhil yalıtım uygulanmamış durumda merkezi sistem ısıtma projesi de eklenerek toplam 7 ayrı ısıtma projesi hazırlanmıştır. Hesaplanan ısıtma projelerine göre daire başına hesaplanan birim ısı yükler karşılaştırılmıştır. Hazırlanan projelere göre malzeme listeleri çıkarılmış, ayrıca cihazların yıllık yakıt tüketimleri de hesaplanarak tüm sistemlerin maliyet yönünden kıyaslamaları yapılmıştır.

Hazırlanan karşılaştırma tabloları doğrultusunda görülmüştür ki, merkezi ısıtma sistemlerinde, bireysel ısıtma sistemine göre, ilk yatırım maliyeti olarak yaklaşık %30 lük bir kazanç sağlanmaktadır. Ayrıca binalarda yalıtım uygulanması yaklaşık %20 lik bir enerji tasarrufu sağlamaktadır.

Bunun gibi birçok kıyaslama projede sunulmuştur. Bunun, bina ısıtmalarında kullanılacak ısıtma sistemi seçiminde, özellikle enerji tasarrufu yönünden ışık tutacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Merkezi ısıtma sistemi, bireysel ısıtma sistemi, yalıtım, ısı kaybı hesabı, yıllık yakıt tüketimi

ABSTRACT

Heating technology is one of the most important fields of interest for mechanical engineers. Approximately 30% of Turkey's total energy consumption is used for residential heating. Considering the limited energy sources and their environmental pollution, we can understand the importance of saving energy in the heating sector.

In this study; efficiency and economic analyses have been shown in tables and charts by calculating the heat loss for various individual and central heating systems. The project is designed for a symmetric building with 5 floors, in Istanbul. The heat losses were calculated for central and individual heating systems for the same building once with insulation between the floors and again without insulation between the floors and for the entire building without insulation. Also the heat losses were calculated for individual heating systems where only one apartment in the building was heated and the others not. The building's heat losses were calculated. All the equipment used for individual and central heating systems were determined. The annual gas consumption was also calculated for the building. The comparison charts were prepared for 7 different systems and economic analyses were carried out.

Comparison of the charts showed that the central heating system had 30% advantage over the individual heating system on the basis of the first investment cost. Also, insulating the buildings provided 20% energy savings.

The comparisons are intended to help individuals during the selection of the heating system for buildings, especially from the energy consumption and savings point of view.

Keywords: Central heating system, individual heating system, insulation, heat loss calculations, annual gas consumption

1. GİRİŞ

Bu Modern ısıtmada kullanılan temel prensip, eski Romalılardan kalan merkezi ısıtma tekniğine dayanmaktadır. Günümüzdeki ısıtma devrelerinin bu eski teknikten farkı, kullanılan sıcak akışkanların cinsi ve sistemin büyüklüğüdür.

Akışkanın cinsi açısından günümüzde sıcak su, kaynar su, hava, sıcak yağ, veya buhar kullanılabilir. Sistemlerin boyutu (ısı kapasitesi) açısından ise bireysel (kat kaloriferi), merkezi, bölge veya bileşik (kojenerasyon) adı verilen şekillerde sınıflandırmak mümkündür. Ayrıca, bütün bu sistemlerde radyatör, konvektör, yerden, duvardan ısıtma gibi değişik ısıtıcı eleman uygulamaları yapılabilmektedir.

Bütün bu sistemlerde birincil enerji kaynağı olarak, katı, sıvı veya gaz yakacaklar kullanılabilir. Kullanılan sistemlerin ve yakacakların birbirlerine göre çeşitli üstünlük ve sakıncaları bulunabilmektedir. Bu nedenle her değişik uygulamada en uygun sistemin, ısıtıcı akışkanın ve ısıtıcı elemanın seçilebilmesi için bir mühendislik ve ekonomik analizinin yapılması gereklidir. (Isıtma Sistemlerinin Seçimi – Prof. Dr. Heperkan H.)

Bir ısıtma tesisatının uygun olabilmesi için aşağıdaki koşulları yerine getirmesi gerekir.

- Isıtılan ortamın sıcaklığı $\pm 1^{\circ}\text{C}$ hassasiyetle kararlı olmalıdır.
- Hızlı ve etkili bir ayar tertibatına sahip olmalıdır.
- Yanma ile açığa çıkan gazlar, ısıtılan ortamı ve çevreyi kirletmemelidir.
- Tesisat tesis, işletme ve bakım giderleri yönünden ekonomik ve verimli olmalıdır.
- İşletmesi basit olmalıdır.

1.1 Yerel Isıtma

Isı, ısıtılacak ortamın bizzat içinde üretilir. Bu sistemin uygulandığı yerlerde, ısıtılması gereken her ortamda bir ısı üreticisinin bulunması gereklidir. Şömine, odun ve kömür sobaları, elektrikli ısıtma cihazları ile yapılan ısıtma cihazları ile yapılan ısıtma teknikleri bu grup içinde düşünülür. Isıl kapasite 1 ile 10 kW arasındadır.

1.2 Bireysel Isıtma

Isı ihtiyacı 10 ile 40 kW arasındaki hacimlerin bireysel ısıtılması, kat kaloriferi (veya villa ısıtılması) olarak adlandırılır. Sistemde genellikle yakacak olarak motorin, doğalgaz veya sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) kullanılır.

Genellikle ülkemizde uygulamalarda akışkan, sıcaklığı en fazla 90 °C olan sudur. Sıcak su bir kar kaloriferi kazanı veya kombi adı verilen cihazlarda hazırlanır ve borular ile ısıtılacak ortamlardaki ısıtıcılara gönderilir. Özellikle A.B.D.'deki bu tip ısıtma tekniğinde kullanılan akışkan yaklaşık 40 ile 50 °C sıcaklıktaki havadır. Bir hava ısıtıcısında hazırlanan hava, kanallar ile ısıtılacak ortamlara gönderilir. Burada belirli bir miktar dış hava da kullanılması, sistemde zorlanmış havalandırma da yapılmasını sağlar.

Bireysel ısıtma, merkezi sistem ısıtmaya göre ekonomik olmamasına rağmen, bu sistemin kendi başına bağımsız olması en büyük üstünlüğüdür. Bu nedenle, bir apartman dairesinde otursa bile ülkemiz insanları tarafından çok tercih edilmektedir. Özellikle doğal gazın kullanımıyla orantılı olarak gelecekte bu sistemin daha da yaygınlaştırılması beklenmektedir.

1.3 Merkezi Isıtma

Blok halinde yapılmış bir binadaki en uygun ısıtma ihtiyacı, merkezi sistem ile karşılanır. Binadaki bir kazan dairesinde hazırlanan sıcak su, binadaki her daire veya birime ayrı ayrı gönderilir. Kazanda her türlü yakacağın mümkünse de çevre açısından doğal gaz veya sıvı yakıt tercih edilmektedir. Ülkemizde her bağımsız birimin kullandığı kadar ısı enerjisini ölçen cihazların yaygınlaşmamış olması nedeniyle, maalesef bu teknikte ısınmada bazen gereksiz yere büyük enerji savurganlığı ortaya çıkabilmektedir. Bilinçli kullanıldığında hem yatırım hem de işletme açısından merkezi ısıtma sistemi, bireysel ısıtma sistemine göre daha avantajlıdır.

1.4 Bölgesel Isıtma

Şehir ve uzaktan ısıtma tekniği adı da verilen bu sistemde, bir ısı merkezinde hazırlanan sıcak akışkan birkaç kilometre çapındaki binalara taşınır. Genellikle ısı merkezinde hazırlanan ve birinci akışkan adını alan akışkan kaynar su veya buhardır. Bu akışkan her binanın altında bulunan bir ısı değiştirici (eşanjörü) yardımı ile ikinci devredeki ve maksimum 90°C sıcaklıktaki suyu ısıtır. İkinci devredeki sistem, merkezi sistemde kullanılan devrenin aynıdır. Prensipte olarak sistemdeki binalar, ısıtma merkezinden bir kilometreden yakınsa, sistemde doğrudan doğruya 90 °C sıcaklıktaki sıcak su kullanılarak tek devreli yapılabilir. Daha yaygın ve dağıtık sistemlerde ise birinci devrede sıcaklığı 180 °C değerine kadar çıkabilen kaynar su kullanılır.

Bölgesel ısıtma, teknik açıdan en ekonomik sistemdir. Özellikle doğalgaz dışında, kömür veya fuel oil gibi yakacakların kullanılması durumunda, yanmanın ve akışkan sıcaklıklarının tek bir merkezde hassas olarak kontrolü ancak bu sistem ile yapılabilmektedir. Hastahaneler kışlalar, konut siteleri, üniversite kampüsleri bu ısıtma tekniği için uygundur.

Özellikle bir çok bağımsız katılımcının bulunduğu konut sitelerinde, bölgesel ısıtmanın yalnızca teknik yönden çözümlenmiş olması yeterli olmamakta, hukuki, ticari, ve idari yönlerden de eksiksiz bir çalışma yapılmasını gerekli kılmaktadır.

Bölgesel ısıtmanın diğer bir uygulaması, hem elektrik hem de ısının üretildiği kojenerasyon tekniğidir. Özellikle verim açısından çok üstün bir teknik olması nedeniyle, ülkemizde bazı sanayi kuruluşlarının dışında yaygın uygulama alanı bulamamaktadır.

Bölgesel ısıtma şebekesi; yol şebekesi, su şebekesi ve elektrik şebekesi gibi bir altyapıdır. Isıtma projesini yapan mühendisin görevi vaziyet planı ve imar planı yapılırken başlamalıdır. (Isıtma Sistemlerinin Seçimi – Prof. Dr. Heperkan H.)

2. ISI KAYBI HESAPLARI

2.1 Isı Kayıplarına Esas Verilerin Toplanması

2.1.1 Yapı İle İlgili Veriler

Yapının bulunduğu şehir, ilçe, semt adı ve sokak numarası yazılır. Yapının serbest veya bitişik nizam olma durumu belirtilir. 1/500 ölçekli vaziyet planı üzerinde, yapının durumu ve kuzey yönü yazılır. Yapının ısıtma sistemi belirtilir.

Yapıda ısıtılacak hacimlerin adları, kullanma amaçları, mimari projeye uygun kat ve oda numaraları, kat yükseklikleri ayrı ayrı gösterilmelidir.

2.1.2 Isıtma Sistemi Özellikleri

Kalorifer tesisatında tasarımı yapılan ısıtma sistemi tarif edilmelidir. Özel bir durum yoksa, sıcak sulu 90/70 °C sistemi tercih edilebilir.

Kazan dairesi yeri, sistemin ana dağıtım borularının kanal içinde veya tavan altından olduğunun belirlenmesi, boruların yalıtım durumu, havalık borularının geçtiği yerler, sistemin alttan veya üstten dağıtım ve toplamalı olduğunun belirlenmesi gibi ısınma sisteminin tasarım özellikleri belirtilmelidir.

2.1.3 Hesaba Esas Alınacak Dış ve İç Sıcaklık Değerleri

• Dış Sıcaklık

Uzun yıllar meteorolojik gözlemler esas alınarak, tasarımı yapılacak kalorifer tesisat projesinde hesaba esas alınacak dış sıcaklık değerleri, il ve ilçelere göre TS 825 EK III-1'de verilmiştir. Bu çizelgede görülen R harfleri rüzgarlı bölgeleri ifade etmektedir. Örnek olarak; İstanbul İli için hesaba alınacak dış sıcaklık -3°C R değerindedir.

• İç Sıcaklıklar

Özel bir durum yoksa, ısıtılması istenen hacimlerin projelendirme iç sıcaklıkları ve komşu hacimlerle çevrili ısıtılmayan hacimlerin iç sıcaklıkları TS 825'e göre belirlenir.

2.1.4 Yapı Bileşenlerinin Toplam Isı Geçiş Katsayıları

Yapılarda kullanılan kum, çimento, taş, tuğla, biriket, demir, ahşap, cam vb. gereçlere yapı malzemesi adı verilir. Bunların birkaçının belirli oranlarda karıştırılması ile beton, harç ve sıva gibi farklı özellikte yeni malzemeler elde edilir. Yapıyı oluşturan duvar, pencere, kapı,

döşeme ve tavan gibi elemanlara ise yapı bileşenleri adı verilir. Yapı bileşenleri yapısı homojen kabul edilen bir tek malzemeden veya farklı özellikte homojen birkaç tabakadan oluşabilir. Örneğin, bir dış duvar; iç sıva, tuğla gibi duvar malzemesi, yalıtım malzemesi ve dış sıva olmak üzere en az dört farklı tabakadan oluşabilir.

Yapı bileşenlerinin λ_h (W/m.K) ısı iletim katsayısı hesap değerleri TS 825 EK 5'deki; $1/\alpha$ ($m^2.K/W$) iç ve dış ısı taşınım dirençleri TS 825 Çizelge 6'daki U (W/ $m^2.K$) toplam ısı geçiş katsayıları, $1/U$ ($m^2.K/W$) toplam ısı geçiş dirençleri ve Λ ($m^2.K/W$) iletimle toplam ısı geçiş dirençleri TS 825 EK 6'daki esaslara göre belirlenir.

Isı yalıtım projesi hesaplanırken, dış duvar, tavan ve döşeme için bulunan toplam ısı geçiş katsayıları ve dirençleri burada da aynen alınacaktır.

Birleştirilmiş Artırım Katsayısı

$$(Z_D = Z_A + Z_U) \quad (2.1)$$

Birleştirilmiş artırım katsayısı, soğuk dış yüzey ısı kaybı artırımını (Z_A) ile kesintili ısıtma rejimi artırımını (Z_U) toplamına eşittir. (Z_A) artırımını, ısıtılan hacimde soğuk dış yüzeylere ışınlama olan ısı kaybının olumsuz etkilerini karşılamak için kabul edilen bir artırım katsayısıdır. Hacmi çevreleyen dış yüzey oranına bağlıdır.

Kesintili ısıtma rejimi artırımını, ısıtma rejiminin azaltılmasından veya işletmeye bir süre ara verilmesinden sonra, soğuyan yapı bileşenlerinin ve ısıtma sistemi elemanlarının kısa zamanda tekrar eski sıcaklıklarına getirilmesi için göz önüne alınan ısı kapasitesi artırımınıdır. Yapı ve ısıtma sistemi ne kadar ağırsa ve ne kadar çok kesintili çalışıyorsa bu artırım o kadar büyük olmalıdır. (Z_D) artırımını D birleşik ortalama ısı geçirme katsayısı ve işletme durumu belirler. D (W/ $m^2.K$) katsayısı

$$D = \frac{q_o}{A_T (T_i - T_d)} \quad (2.2)$$

Bağıntısı ile hesaplanır. Bu bağıntıda

q_o : Hacmin artırımsız ısı gereksinimi, (W)

A_T : Hacmi çevreleyen tüm yapı bileşenlerinin toplam toplam alanı, (m^2)

T_i : Hacmin iç sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

T_d : Projelendirme dış hava sıcaklığı, (°C)

anlamlandırılır

İşletme durumlarına ve D katsayılarına göre Z_D zamları TS 825 EK III-7'den alınabilir

- Yön Artırımı (Z_H)

Kuzey yarım kürede bulunan yapıların güneye bakan hacimleri, güneş ışınımı etkisiyle bir miktar ısınırken, kuzeye bakan hacimleri daha fazla soğur. Bu nedenle bir hacmin iletim ve taşınımıyla olan ısı kaybına dış duvarlarının baktığı yöne göre kuzeye bakan cephelerde (Z_H) yön artırımı, güneye bakan cephelerde azaltması uygulanırken, doğu ve batıya bakan cephelerde ise bir artım değeri uygulanmaz. Ayrıca iç hacimlerde yön artırımı alınmaz.

Z_H yön artırımı seçiminde, yalnız bir dış duvarı olan odalar için dış duvarın baktığı yön; köşe odalar için iki dış duvarın köşegeninin yönü esas alınır. (Penceresi bulunan dış duvarın yönü de esas yön alınabilir). Dış duvarı ikiden fazla olan odalar için en yüksek yön artırımı seçilir.

Z_H yön artırımı değerleri EK III-8'den alınabilir.

- Yüksek Katlar ve Yüksek Kat Artırımı (Z_W)

Yapı bileşenlerinin U ($W/m^2.K$) toplam ısı geçiş katsayılarının hesaplanmasında önemli terimlerden biri bina dış yüzeyindeki ısı taşınım katsayısıdır. Bilindiği gibi hesaplarda ısı taşınım katsayısı değeri $\alpha_d = 25 W/m^2.K$ olarak alır. Bu değer dış yüzeyde belirli bir rüzgar hızı için geçerlidir. Yapının konumu ne olursa olsun, birkaç kattan daha yukarıdaki katlarda rüzgar hızı artmaktadır. Bu nedenle, yapının yüksek katlarında dış yüzeydeki ısı taşınım katsayısı değeri $25 W/m^2.K$ 'dan daha büyük olacaktır.

Ayrıca kazan dairesinden çıkan kolonlardaki suyun sıcaklığı, yüksek katlara çıkıncaya kadar kolonlarda ısı yalıtımı yapılmadığı için bir miktar soğuyacaktır. Bu durumda ısıtıcıların gereken verimde çalışmayacakları da açıktır. Bu yüzden, yapı bileşenlerinden olan ısı kayıplarına TS 825 de belirtilen oranlarda kat yükseklik durumları eklenmelidir

Diğer taraftan, ısıtılan herhangi bir hacmi dolduran havanın sıcaklığı her yerde aynı değildir. Kat yüksekliği arttıkça, döşeme, tavan ve dış duvar önlerinde hava sıcaklıklarının farklılıkları büyür. Bu nedenle yüksekliği 4 metreden fazla olan hacimlerde her bir metre yükseklik farkı için artırım uygulanabilir.

2.2 Isı Kayıplarına Esas Verilerin Toplanması

Bir hacmin $q_h(W)$ gerçek ısı kaybı,

$$q_h = q_i + q_s \quad (2.3)$$

şeklinde, $q_i (W)$ yapı bileşeninden olan artırımlı ısı kaybı ile $q_s (W)$ hava sızıntısı ısı kaybının toplanmasıyla bulunur.

- Yapı Bileşeninden Olan Artırımlı Isı Kaybı, $q_i (W)$

Her hacim için uygulanması gerekmeyen yüksek kat, kat yüksekliği ve asılan radyatörler

için artırımlar, söz konusu edilmezse, yapı bileşeninden olan artırımlı ısı kaybı

$$q_i = q_n (I + \%Z_D + \%Z_H) \quad (2.4)$$

şeklinde belirlenir. Buradaki Z_D birleştirilmiş artırım katsayısı EK III-7'den, Z_H yön artımı katsayısı ise TS 825 EK III-8'den alınır. $q_n (W)$ yapı bileşeninden olan artırımsız ısı kaybı

$$q_n = UA\Delta T \quad (2.5)$$

bağıntısından bulunur. Burada

U : yapı bileşeninin toplam ısı geçiş katsayısı, ($W/m^2.K$)

A : yapı bileşenin alanı, (m^2)

ΔT : yapı bileşenin iki tarafındaki ortam sıcaklıklarının farkı ($^{\circ}C$) veya (K)

Anlamlandırılır.

- Hava Sızıntısı Isı Kaybı, (q_s)

Çoğu zaman kapatılmış durumda olan pencere ve kapıların açılan kanatları, kasaları ile tam oturmamakta ve arada bir boşluk kalmaktadır. Dış hava ile hacmin iç havası arasındaki basınç farkı nedeniyle bu aralıktan içeriye soğuk olan dış hava sızar. Odaya sızan bu dış hava, aynı miktarda ve sıcak olan iç havanın da dışarıya sızmasına neden olur. Bu durumda, odaya sızan soğuk dış havanın oda sıcaklığına kadar ısıtılması gerekmektedir. Bu soğuk sızıntı havasını ısıtmak için gereken ısı miktarına hava sızıntısı (enfiltasyon) ısı kaybı denir. $q_s (W)$ sembolü ile gösterilen hava sızıntısı ısı kaybı

$$q_s = \Sigma(\alpha l)_{dış} RH \Delta T Z_e \quad (2.6)$$

bağıntısından hesaplanabilir. Bu bağıntıdaki semboller sırasıyla aşağıda açıklanmıştır.

- α (m³/m.h) birim aralık sızdırganlığı

Birim aralık sızdırganlığı, 9,8 Pa değerindeki bir basınç farkında (kapı ve pencerelerden) 1 metre aralık boyunca saatte m³ olarak oda içine sızan hava miktarıdır. Pencerelerin ve kapıların α hava sızdırganlık değerleri, çerçevenin yapıldığı malzemeye bağlıdır. α değerleri TS 825 EK III-10'dan alınabilir.

- l (m), sızıntı aralık (fuga) çevre uzunluğu

Sızıntı aralık çevre uzunluğu, açılıp kapanan pencerelere ve kapıların çevre uzunluğudur. Bu değer mimari projeden bulunamıyorsa, pencerelerin ve kapıların açılan kısımları, TS 825 EK III-11'den yaklaşık olarak elde edilebilir.

- $\Sigma(\alpha l)_{dış}$ (m³/h)

Rüzgarın üflediği kapı ve pencere aralıklarından saatte odaya sızan dış hava miktarıdır.

- R (birimsiz) oda özeliği:

Isı kaybı hesaplanan hacmin, en elverişsiz rüzgar durumunda rüzgarın üflediği kapı ve pencere aralıklarından odaya sızan $\Sigma(\alpha l)_{dış}$ toplam hava miktarının, odadan dışarı (rüzgarın üflemediği yüzeylerden) kaçan $\Sigma(\alpha l)_{iç}$ toplam hava miktarı ile oranının 1 eklenmesiyle elde edilen ifadenin aritmetik tersidir. Bu özellik

$$R = \frac{1}{\frac{\Sigma(\alpha l)_{dış}}{\Sigma(\alpha l)_{iç}} + 1} \quad (2.7)$$

bağıntısından veya TS 825 EK III-12'den alınabilir. R katsayısının tam olarak hesabı imkansızdır. Normal boyutlarda pencere ve kapıları olan odalar için R = 0,9; büyük pencereleri, buna karşılık bir tek iç kapısı olan odalar için ise R = 0,7 değeri kullanılabilir.

- H (W.h/m².K) yapının ısı özelliği:

Isıtılması istenen yapının (tek konut, sıra blok, apartman, bitişik düzen vb.) durumunu, bölgesini ve yapı biçimini belirten bir değer olup, TS 825 EK III-13'den alınabilir.

$\Delta T = (T_i - T_d)$ (°C) : İç ve dış hava sıcaklıkları farkıdır.

- Ze (birimsiz) :

Köşe artırım katsayısıdır. Bu değer bitişik iki duvarın hemen köşesinde bulunan pencereler ve

kapılar için bir artırım çarpanıdır. Her iki dış duvarında kapı veya pencere olan odalar için $Z_e = 1,2$, diğer hacimler için $Z_e = 1,0$ alınır.

- Normalde konut olarak kullanılan binalarda, q_s (W) hava sızıntısı ısı kaybı

$$q_s = \Sigma(\alpha l)_{dış} RH \Delta T Z_e \quad (2.8)$$

denkleminde hesaplanır. Fakat dış kapısı doğrudan dış havaya açılan hacimlerde (dükkan, mağaza, banka vb. yerlerde) hava sızıntısından farklı olarak bir hava değişimi söz konusudur.

Bu gibi yerlerde, ilave bir hava değişimi olduğundan hava sızıntısı ısı kaybı;

$$q_s = \frac{nc_p V \Delta T}{3600} \quad (2.9)$$

bağıntısından hareket ederek hesap edilir. Bu bağıntıda;

n : ısı kaybı hesabı yapılan hacimde, saatte hava değişim sayısı, EK III-15'den alınabilir, (defa/h)

c_p : havanın sabit basınçta özgül ısısı, (=1300 J/m³.K)

V : ısı kaybı hesabı yapılan hacim, (m³)

ΔT : ($T_i - T_d$) iç ve dış sıcaklıklar farkı, (°C)

3600 : bir saatteki saniye, (s/h)

anlamlandırılır. Dış kapısı doğrudan dışarı açılan bu gibi yerlerde, hava sızıntısından gelen ısı kaybı,

$$q_s = \Sigma(\alpha l)_{dış} RH \Delta T Z_e \quad (2.10)$$

denklemini ve

$$q_s = \frac{nc_p V \Delta T}{3600} \quad (2.11)$$

denklemine göre ayrı ayrı hesaplanır ve sonuçta büyük olan değer alınır.

Isı Kaybı Hesap Cetvelinin Kullanımı

Isı kaybı hesabı ve bu çizelgenin sistematik bir şekilde doldurulması aşağıda özetlenmiş ve eklerde yapılan projelerde ısı kaybı hesapları bu sıra izlenerek hesaplanmıştır.

- Isı kaybı hesabına esas teşkil edecek olan veriler belirlenerek, kabul ve seçimleri yapılır.

- Mimari projede kuzey yönü belirtilir.
- Hesaplar ısı kaybı hesap formuna yazılır (TS 825 EK III-17).
- Isı kaybı hesap formuna yazılır, kurşun kalemle ve teknik resim esaslarına göre eğik yazılır.
- Formda üst antedine tesisin veya yapının adı, sayfa numarası, kat numarası ve tarih yazılır.
- Formun hesap kısmına büyük harfle ısıtılacak yer (ODA, YATAK ODASI, SALON vb.), numarası (Z01, N12, Ç03, vb.), sıcaklık değeri (22°C, 20°C, 15°C, vb.) ve oda hacmi (30 m³, 55m³, vb.) yazılır.
- Hesaba başlama noktası belirlenerek saat yönünde her kat aynı şekilde numaralanır (Z01, N01, vb). Birden fazla kat yüksekliklerinde, kat planında radyatör ısı değeri yanında (1.KAT, 2. KAT, 10. KAT, vb.) gösterilir.
- İşaret Bölümü : Yapı bileşeninde ısı kaybı olan yüzeyler, EK III-16'da verilen simgelere göre doldurulur (TP, DD, Ta, Dö, vb.).
- Yön Bölümü : Yapı bileşeninin yönü, EK III-16'da verilen simgelere göre doldurulur (K, G, D, KD, vb.)
- Kalınlık Bölümü: Duvar, döşeme ve tavan kalınlıkları mimari projeden bakılarak ve cm olarak yazılır. Pencere ve kapı kalınlığı için bir şey yazılmayıp (-) olarak belirtilir.
- Uzunluk Bölümü : Dışa bakan duvar ve pencere uzunlukları metre olarak mimari projeden alınarak yazılır.
- Yükseklik veya Genişlik Bölümü :Duvar yüksekliği (tavan – taban) ve pencere kapı yüksekliği mimari projeden alınarak, metre olarak yazılır.
- Toplam Alan Bölümü A_o : Uzunluk ve yükseklik ölçüleri çarpılarak yüzey ölçüsü (m²) cinsinden yazılır.
- Miktar Bölümü: Isıtılan yerde bulunan ısı kaybı olan yapı bileşeni adedi yazılır.
- Çıkarılan Bölümü : Isı kaybı hesabına giren söz konusu duvarda pencere, kapı gibi çıkarılacak elemanların alanı yazılır. Bu tip eleman yoksa bu bölüme (-) işareti konulur.
- Hesaba Giren Bölümü, A : Toplam alan ile çıkarılan bölüm farkı, net alan (m²) olarak yazılır.
- Toplam ısı geçiş katsayısı, U : Duvar, döşeme, tavan, pencere ve kapılara ait U değerleri, (W/m².K) biriminde ısı yalıtım projesi için seçilen ve kullanılan değerler olacaktır.
- Sıcaklık farkı (ΔT) : İç ortam ve dış ortamların sıcaklıkları arasındaki fark, sıcaklık farkı bölümüne yazılır.

- Zamsız ısı kaybı, q_0 : Hesabı yapılan hacmi çevreleyen bütün dış duvarlar, dış pencereler, balkon kapısı, dış kapı, döşeme, tavan gibi ısı kaybı olan bütün yapı bileşenleri için ayrı ayrı $q (W) = U (W/m^2.K) \times A (m^2) \times \Delta T (^\circ C)$ bulunur. Bunların da alt alta toplamı alınarak, hesabı yapılan hacmin q_0 zamsız yapı bileşenlerinden olan ısı kaybı elde edilir ve alt satıra yazılır.
- Birleştirilmiş artırım katsayısı (Z_D) : q_0 zamsız ısı kaybı hesabı toplamının yanına, TS 825 EK III-7'den alınan (Z_D) birleştirilmiş artırım katsayısı yazılır.
- Yön artırımı (Z_H) : Z_D değerinin yanına EK III-8'den alınan Z_H yön ayırımı yazılır.
- Kat yükseklik artırımı (Z_W) : Z_H değerinin yanına EK III-9'dan alınan Z_W kat yükseklik artırımı yazılır.
- Toplam (Z) : $Z = (1 + Z_D + Z_H + Z_W)$ toplamı yazılır
- İletim ve taşınım ile olan toplam ısı kaybı (q_i) : (q_0) Zamsız iletim ve taşınım ile olan toplam ısı kaybı ile (Z) toplam zam değeri çarpılarak (q_i) artırılmış yapı bileşenlerinden olan ısı kaybı bulunur.
- $q_i (W) = q_0 \times Z$
- Hava sızıntısı ısı kaybı, (q_s) : Denklem $q_s = \Sigma(\alpha l)_{dış} R_H \Delta T Z_e$ veya $q_s = \frac{nc_p V \Delta T}{3600}$ denklemleri kullanılarak hesaplanır ve ısı kaybı hesap çizelgesi alt satırına yazılır.
- Toplam ısı kaybı, (q_h) : Bulunan q_i ve q_0 değerleri toplanarak $q_h (W) = q_i + q_0$ göz önüne alınan hacim için toplam ısı kaybı hesabı tamamlanmış olur.

3. YAPILARDA TERLEME VE YOĞUŞMA

3.1 Genel Bilgiler

Kuru hava dışında, hava içinde her zaman bir miktar su buharı vardır. Ayrıca ahşap, tuğla gibi bütün higroskopik malzemeler de belirli oranda nem içerirler. Havadaki su buharının, yapı fiziği yönünden tehlikeli olabilmesi için, bir yüzeyde veya yapı elemanı içinde sıvı fazına dönüşmesi gerekmektedir.

Isı tekniği açısından, özellikle kış aylarında hava içindeki nemin yoğuşmasında iki olay gözlenir. Terleme adı verilen birinci olayda, iç hava soğuk yüzeyler üzerinde soğuyarak, içindeki su buharı sıvı fazına geçip bu yüzey üzerinde birikir. Yoğuşma adı verilen ikinci olayda ise, bir duvarın iki tarafında bulunan iç ve dış hava içindeki su buharının kısmi basınçları farklıdır. Bu kısmi basınç farklılığı, duvar içinde, yüksek basınçtan düşük basınca doğru bir su buharı geçişine neden olur. İşte bu esnada su buharı yeter derecede soğursa, duvar içinde belirli bir yerde sıvı fazına geçebilir.

Sunulan bu bölümde, nemli hava ile ilgili tanımlar, terleme ve yoğuşma olaylarının gerçekleşebilme mekanizmaları, bunların hesaplanması ve önlenmesi için alınması gereken tedbirler kısaca açıklanacaktır. Özellikle projelendirme safhasında, yapı elemanlarındaki su buharının geçişinin kontrolü ve sınırlandırılması hususunda, TS 825'e başvurulması önerilir.

3.2 Yapı Elemanlarında Buhar Difüzyonunun Hesaplanması

Yapı elemanlarından su buharının difüzyonla geçişinin kontrolü ve sınırlandırılması TS 825'deki bilgilere göre yapılmalıdır. Bunun için sırayla aşağıda özetlendiği şekilde, işlemlerin yapılması gerekir.

- Yapı bileşenini oluşturan elemanların kesit kalınlıkları, ısı iletim ve taşınım dirençleri ile su buharı difüzyon direnç katsayıları bulunur.
- Yapı bileşeninin toplam ısı geçiş katsayısı hesaplanır.
- İç ve dış yüzeyler ile ara yüzeylerin sıcaklıkları hesaplanır.
- Bu sıcaklıklara karşılık gelen doymuş su buharı basınçları bulunur.
- Yapı bileşenini oluşturan malzemelerin difüzyon eşdeğeri hava tabakası kalınlıkları hesaplanır.

- X-ekseni difüzyon eşdeğeri hava tabakasını, Y-ekseni su buharı basıncını göstermek üzere iki eksenli bir grafik çizilir.
- Hesaplanan difüzyon eşdeğeri hava tabakası ve su buharı basıncı grafikte işaretlenerek bulunan noktalar eğrilerle birleştirilir. Bulunan eğri, doymuş su buharı eğrisidir.
- İç ve dış ortamlardaki su buharının kısmi basıncı hesaplanarak grafiğe işlenir ve bu iki nokta bir doğruyla birleştirilir.
- Çizilen doğrunun doymuş su buharı eğrisini kesip kesmediğine bakılır.
- Doğru eğriyi kesmiyorsa, yapı bileşeninde yoğuşma olmadığı anlaşılır.
- Doğru eğriyi kesiyorsa, yapı bileşeninde yoğuşma olduğu anlaşılır.
- Grafik üzerinde eğriyi kesen doğru, kaydırılarak, doymuş buhar eğrisine teğet kesikli bir doğru haline getirilir.
- Teğet noktadan geçen düzlem, yoğuşmanın olduğu düzlemdir.
- Grafikten okunan değerler kullanılarak yoğuşma düzleminde yoğuşma periyodu boyunca oluşan suyun miktarı hesaplanır.
- Hesaplanan miktarın TS 825’de belirtilen sınırların altında olup, olmadığı kontrol edilir.
- Bu miktar sınırların altında ise buharlaşma periyodu boyunca bu suyun buharlaşıp buharlaşmayacağı kontrol edilir.

4. SICAK SULU ISITMADA BORU TESİSATI

Isı kaybı hesabı tamamlandı, sistem ve ısıtıcı tipi seçildikten sonra, kazan ile ısıtıcılar arasındaki irtibatı sağlayan boru tesisatının tasarımı yapılmalıdır. Bunun içinde öncelikle boru cinsi seçilmelidir. Merkezi ısıtma tesislerinde çoğunlukla siyah çelik borular kullanılır. Ancak son yıllarda plastik ve bakır boru kullanımını da giderek yaygınlaştırmıştır.

Boru seçimi ile birlikte, genellikle boru malzemesi ile aynı olan flanş, ara bağlantı parçaları da seçilmelidir. Boruların, armatür, flanş ve ara bağlantı parçalarının dayanabileceği en yüksek çalışma basıncı, anma basıncı olarak tanımlanır. Anma basınçları DIN'e göre standartlaştırılmış olup, bunlar : 1 – 1,6 – 2,5 – 4 – 6 – 10 – 16 – 25 – 40 – 63 – 100 bar şeklinde belirlenmiştir. Kalorifer borusu olarak kullanılan boruların anma basıncı genellikle 10 bar değerindedir. Bir üst standart anma basıncına geçmek, tesisat maliyetini önemli ölçüde artıracığından, basınç standardının seçiminde dikkatli olmak gerekir. Anma basınçları 20°C sıcaklıklar için verilmiştir. Yüksek sıcaklıktaki akışkanlar için kullanılacak borunun anma basıncı, sistemin çalışma basıncından daha yüksek olmalıdır.

TS 3990'a göre boru elemanlarının anma boyutu DN tarifi ve seçilmesi verilmiştir. DN harfinden sonra gelen sayılar, ölçülebilir bir değeri göstermez ve belirtilmedikçe hesaplama amacıyla kullanılmaz. DN ile elemanın boyutları arasındaki her türlü ilişki verilmelidir. (örnek olarak DN/OD veya DN/ID vb.). Kalorifer tesisatında tercih edilen DN değerleri ise; DN 10, DN 15, DN 20, DN 25, DN 32, DN 40, DN 50, DN 60, DN 65, DN 80, DN 100, DN 125, DN 150, DN 200, DN 250 olarak verilmektedir.

4.1 Boru Çapları Hesabı

Kritik devreyi gösteren kolonda her bir boru parçası, ısıtıcıdan başlayıp, kazana doğru büyüyen sayılarla numaralanır. Boru çapları, bu amaçla hazırlanmış olan cetveller doldurularak hesaplanır. Boru Hesabı Cetveli, ζ Özel Basınç Kaybı Katsayıları Cetveli'ne ait boş örnekler, TS 825 EK VI-15 ve TS 825 EK VI-16'da verilmiştir.

Boru çapları hesaplanırken, bransmanlarda en küçük değerde olan su hızı, boru çapları büyüdükçe düzgün şekilde artmalı ve kazan girişinde en büyük hıza ulaşmalıdır. Ancak, 90°C/70°C sıcak sulu ısıtma sisteminde su hızı 0,8 m/s değerinden büyük olmamalıdır.

TS 825 EK VI-15'de verilen Boru Hesabı Cetveli'nin ilk dört sütunu kolon şemasındaki bilgileri içerir. Kritik devredeki borular için bu bilgiler işaretlendikten sonra e sütununa her

bir boru için seçilen veya ilk tahmin edilen boru çapları değeri yazılır. Bu seçim daha çok deneyime dayanır.

TS 825 EK VI-14a ve EK VI-14c'de yüksek hızlarda (pompalı) sıcak su ile ısıtma, EK VI-14b'de ise düşük hızlarda (doğal taşınımlı) sıcak su ile ısıtma halinde borulardaki özgül düz boru basınç kaybı verilmiştir.

TS 825 EK VI-17'de verilen Toplam Özel Basınç Kaybı Çizelgesi yardımıyla Z (Pa) değeri de hesaplanır.

Kritik devredeki toplam düz boru basınç kaybı ile toplam özel direnç basınç kayıpları toplamı yardımıyla

$$\Delta p = \Sigma R L + \Sigma Z \quad (4.1)$$

Toplam basınç kaybı bulunur.

Boru hesapları sadece kritik devrenin boyutlandırılmasından ibaret değildir. Kritik devre boyutlandırıldıktan sonra, bu devreyle ilgili devrelerden devam edilerek, bütün borular hesapla boyutlandırılmalıdır. Böylece sistemin kendi içinde en iyi dengelenmesi mümkün olur.

Pompa seçimi için;

- Pompa kataloglarından istenen debiyi en yüksek verimli sağlayabilen bir dolaşım pompası seçilir.
- Pompa karakteristik eğrisinden pompa basıncı belirlenir.
- Pompa basıncı düz boru ve özel basınç kayıpları karşılamak üzere ikiye ayrılır. $\Sigma R L$ düz boru basınç kayıpları bina ısıtmasında %60, bölgesel ısıtmanın birinci devresinde %80 oranında kabul edilebilir.
- Örnek olarak, bina ısıtmasında düz boru basınç kayıpları %60 kabul edilirse,

$$R_m L = 0,60 H_p \quad (4.2)$$

Yazılabilir. Burada, R_m (Pa/m) ortalama düz boru özgül basınç kaybı, L (m) kritik devre toplam boru boyu, H_p (Pa) pompa basıncı anlamlarındadır.

5. BİREYSEL VE MERKEZİ SİSTEME GÖRE ISI KAYBI HESAPLAR

İstanbul'da bulunan 5 katlı simetrik bir binanın 7 ayrı varyasyona göre ısıtılması yapılarak karşılaştırması yapılmıştır.

Buna göre aynı binanın, merkezi sistem – daireler arası yalıtım uygulanmış; merkezi sistem – daireler arasında yalıtım uygulanmamış; bireysel sistem – daireler arası yalıtılmış ve tüm daireler ısıtılmış; bireysel sistem – daireler arası yalıtılmış ve bir daire ısıtılmış kalan mahaller ısıtılmamış; bireysel sistem – daireler arası yalıtılmamış ve tüm daireler ısıtılmış; bireysel sistem – daireler arası yalıtılmamış ve bir daire ısıtılmış kalan mahaller ısıtılmamış; merkezi sistem dış cephe dahil yalıtım uygulanmamış şeklinde 7 farklı ısı kaybı hesabı yapılarak radyatörleri seçilmiş ve buna göre ısı yük cinsinden kıyaslamaları yapılmıştır.

Ayrıca günümüzdeki genel yapım esasları dahilinde, binanın merkezi sistem ve bireysel sistem olmak üzere daireler arası yalıtılmamış, dış cepheler yalıtılmış haliyle yapılan hesaplara göre; tesisat şemaları ve kolon şemaları çizilmiştir. Merkezi sistem, çok kolonlu sistem ve kollektörlü sisteme göre ayrı ayrı dizayn edilmiş ve buna göre kıyaslamalar yapılmıştır.

Aşağıda önce merkezi sistem sonra da bireysel sisteme göre proje raporları sunulmuştur. Isı kaybı hesapları, radyatör seçimleri, boru çapı hesapları tablolar halinde ilgili eklerde verilmektedir.

5.1 Merkezi Sistem Proje Raporu

Bina, bodrum katına yerleştirilecek olan gaz yakıtlı (doğalgaz), çelik gövdeli, 90/70°C 'da çalışan sıcak sulu kazanla ısıtılacaktır.

Isıtma tesisatı; pompalı (pompa gidişte), alttan dağıtma-alttan toplamalı, daire başı bir grup olmak üzere gidiş-dönüş kollektörü ile daire içlerinde döşemeden geçen kılıflı borulardan ve çelik panel radyatörlerden oluşmaktadır.

Bina, 1 bodrum, 1 zemin ve 4 normal kattan oluşmaktadır. Bodrumda 0, zemin ve normal katlarda ise 4 'er daire bulunmaktadır.

Bina, II. ısı bölgesine giren İstanbul 'dadır. Dış hava sıcaklığı -3°C olup rüzgarlı bölgededir.

Yapı bileşenleri ve bu bileşenlerin ısı iletim katsayıları, ısı kaybı hesapları ve radyatör seçimleri :

- 1 – Merkezi sistem, dış cepheler yalıtılmış, daireler arası yalıtılmamış
- 2 – Merkezi sistem, dış cepheler ve daireler arası yalıtılmış
- 3 – Merkezi sistem, daireler arası ve dış cepheler yalıtılmamış

Şeklinde belirtilmiştir.

EK 1 Merkezi Sistem, daireler arası yalıtım uygulanmamış proje baz alınarak çok kolonlu ve kolektörlü olmak üzere iki farklı şekilde baca, kazan, pompa ve genişleme deposu seçimi yapılmış ve aşağıda yapılan hesaplamalar verilmiştir.

İşletme şekli, I. İşletme şekli (kesintisiz-konut)'dir.

- Hesap Sıcaklıkları
 - Isıtılan Yer Sıcaklıkları
 - Banyo: 24⁰C
 - Salon 22⁰C
 - Yatak Odası: 20⁰C
 - Mutfak 18⁰C
 - Hol: 18⁰C
 - Antre : 18⁰C
 - WC : 18⁰C
 - B- Isıtılmayan Yer Sıcaklıkları
 - Kazan Dairesi: 6⁰C
 - Isıtılmamış mahaller: 12⁰C
 - Merd.-Asansör Boşluğu: 10⁰C

Bina, ilk olarak daireler arasında yalıtım yapılmadan tasarlanarak, merkezi sistem ısıtılması yapılmıştır. Buna göre sadece dış cephede 3 mm. Yalıtım kullanılmış fakat daireler ve katlar arasında yalıtım uygulanmamıştır.

Buna göre yapılan duvar bileşenleri ve katsayıları, ısı kaybı hesapları, radyatör seçimleri ve boru çapı hesapları EK-1'de tablolar halinde sunulmuştur.

5.1.1 Merkezi Kolektörlü Sisteme Göre Kazan, Baca, Pompa ve Genleşme Deposu Seçimi (Proje EK 1)

5.1.1.1 Kazan Hesabı

$$Q_K = Q_R (1+Z_R) \quad (5.1)$$

Q_K : Kazan kapasitesi.

Q_R : Radyatörlerin toplam ısı verimi.

Z_R : 0,10 (Ana dağıtım ve toplama boruları ısıtılmayan hacimlerden geçiyor. Kolonlar bina duvarları iç yüzeyinde.)

$$Q_R = 168.260 \text{ kcal/h}$$

$$Q_K = 168.260 (1+0,10)$$

$$Q_K = 185.083 \text{ kcal/h}$$

$$Q_K = 200.000 \text{ kcal/h} \quad \text{seçildi (standart kazan kapasitesine tamamlandı).}$$

E.C.A. - EMAS EKS-200 tip çelik kazan kullanılmıştır.

$$\text{Brülör Hesabı} = 232 \text{ kW} / 0,9 = 258 \text{ kW}$$

Brülör olarak E.C.A. De Dietrich GT 32-8S (175-330 kW) tip brülör kullanılmıştır.

5.1.1.2 Baca Hesabı

Baca kesit hesabı yapılırken kullanılan yakıt ve kazan tipinin önemi büyüktür. Her yakıtın yanması için gerekli hava miktarıyla, ortaya çıkan atık gaz miktarının farklı olması nedeniyle baca kesit hesabı yakıt tipine önemli ölçüde bağlıdır.

$$F_B = 0,012x \frac{0,86xQ_k}{\sqrt{H}} \quad (5.2)$$

Q_K = Kazan kapasitesi (Watt)

H = Baca yüksekliği (m)

F = Baca kesit alanı (cm²)

$$F_B = 0,012 \frac{0,86 \times 232}{\sqrt{16}} = 0,598$$

H = 16 m. Baca yüksekliği.

Baca çapı diagramından 233 kW ve 16m. yükseklik için baca çapı 25 cm seçilmiştir.

Seçilen EKS-200 tip kazanın baca çapı 200mm.'dir. Schiedel Baca kullanılacaktır.

5.1.1.3 Genleşme Deposu Hesabı

Genleşme deposu için aşağıdaki denklem kullanılır.

$$V_{gd,k} = \frac{V_{xe}}{1 - \frac{P_{st}}{P_{t\ddot{u}}}} \quad (5.3)$$

$V_{gd,k}$: Kapalı genleşme deposu hacmi (lt)

V : Tesisattaki su hacmi (lt)

e : Suyun 10°C ile 80°C arası özgül hacim artışı (e= 0,0286dm³/kg)

P_{st} : Sistemdeki statik su seviyesine karşılık gelen basınç (bar)

$P_{t\ddot{u}}$: Maksimum İşletme Basıncı (bar)

EKS-200 kazan su hacmi = 350 lt.

76 m. E.C.A. Panel radyatör kullanılmıştır. Buna göre;

$V = 5,97 \times 76 = 454$ lt olarak bulunur.

Borulardaki su hacmi yaklaşık 700 lt'dir.

Buna göre toplam su hacmi;

$V = 1514$ lt

$P_{st} = 2,6$ bar

$P_{t\ddot{u}} = 3,6$ bar

Bu durumda genişleme deposu hacmi $V_{gd,k}$,

$$V_{gd,k} = \frac{1514 \times 0,0286}{1 - \frac{2,6}{3,6}} = 160,3 \text{ lt}$$

200 lt lik G-tipi ISISAN-REFLEX genişleme deposu kullanılmıştır.

5.1.1.4 Sirkülasyon Pompası Seçimi

Pompalar debi ve basınç karakteristik özellikleriyle belirlenir. Dolaşım pompası, sistemde meydana gelen sürtünme kayıplarını yenebilecek güçte seçilmelidir.

- Dolaşım Pompası Debisi (V_p)

Dolaşım pompası debisi tesisin toplam ısı ihtiyacı (Q_k), ve suyun gidiş-dönüş sıcaklıkları ($T_g - T_d$) değerlerine bağlıdır.

$$V_p = \frac{3,6 \times Q_k}{C \times g \times (T_g - T_d)} \quad (5.4)$$

V_p : Dolaşım pompası debisi (m^3/h)

Q_k : Toplam ısı ihtiyacı (W)

C : Suyun özgül ısınma ısısı ($C=4,186 \text{ kJ/kgK}$)

g : Suyun yoğunluğu (kg/m^3)

$T_g - T_d$: Sisteme gidiş ve dönüş sıcaklıkları arasındaki fark (K)

Pompanın Basıncı ;

$$H_p = \sum(LR) + \sum Z \quad (5.4)$$

Emniyetli çalıştırma yapabilmek için bu basınca %10 ilave yapılır. Kazan dairesi kayıpları için de 3000-8000 Pa kadar artırılır.

EK1'de yapılan hesap doğrultusunda;

$$H_p = 2668 \text{ Pa} = 2668 + 6132 = 8800 \text{ Pa} = 1mSS$$

Pompa debisi;

$$V_p = \frac{3,6 \times 232000(W)}{4,186 \times 1000 \times 20} = 9,97 \text{ m}^3/\text{h}$$

TOP-S 40/10 – PN6 debi=10m³/h WILO marka pompa kullanılmıştır.

5.1.2 Merkezi Çok Kolonlu Sisteme Göre Kazan, Baca, Pompa ve Genleşme Deposu Seçimi (Proje EK 1)

5.1.2.1 Kazan Hesabı

$$Q_K = Q_R (1+Z_R) \quad (5.1)$$

Q_K: Kazan kapasitesi.

Q_R: Radyatörlerin toplam ısı verimi.

Z_R: 0,10 (Ana dağıtım ve toplama boruları ısıtılmayan hacimlerden geçiyor. Kolonlar bina duvarları iç yüzeyinde.)

$$Q_R = 168.260 \text{ kcal/h}$$

$$Q_K = 168.260 (1+0,10)$$

$$Q_K = 185.083 \text{ kcal/h}$$

$$Q_K = 200.000 \text{ kcal/h} \quad \text{seçildi (standart kazan kapasitesine tamamlandı).}$$

E.C.A. - EMAS EKS-200 tip çelik kazan kullanılmıştır.

$$\text{Brülör Hesabı} = 232 \text{ kW} / 0,9 = 258 \text{ kW}$$

Brülör olarak E.C.A. De Dietrich GT 32-8S (175-330 kW) tip brülör kullanılmıştır.

5.1.2.2 Baca Hesabı

Baca kesit hesabı yapılırken kullanılan yakıt ve kazan tipinin önemi büyüktür. Her yakıtın yanması için gerekli hava miktarıyla, ortaya çıkan atık gaz miktarının farklı olması nedeniyle baca kesit hesabı yakıt tipine önemli ölçüde bağlıdır.

$$F_B = 0,012 \times \frac{0,86 \times Q_k}{\sqrt{H}} \quad (5.2)$$

Q_K = Kazan kapasitesi (Watt)

H = Baca yüksekliği (m)

F= Baca kesit alanı (cm²)

$$F_B = 0,012 \frac{0,86 \times 232}{\sqrt{16}} = 0,598$$

H = 16 m. Baca yüksekliği.

Baca çapı diagramından 233 kW ve 16m. yükseklik için baca çapı 25 cm seçilmiştir.

Seçilen EKS-200 tip kazanın baca çapı 200mm.'dir. Schiedel Baca kullanılacaktır.

5.1.2.3 Genleşme Deposu Hesabı

Genleşme deposu için aşağıdaki denklem kullanılır.

$$V_{gd,k} = \frac{V_{xe}}{1 - \frac{P_{st}}{P_{t\ddot{u}}}} \quad (5.3)$$

$V_{gd,k}$: Kapalı genleşme deposu hacmi (lt)

V : Tesisattaki su hacmi (lt)

e : Suyun 10°C ile 80°C arası özgül hacim artışı (e= 0,0286dm³/kg)

P_{st} : Sistemdeki statik su seviyesine karşılık gelen basınç (bar)

$P_{t\ddot{u}}$: Maksimum İşletme Basıncı (bar)

EKS-200 kazan su hacmi = 350 lt.

76 m. E.C.A. Panel radyatör kullanılmıştır. Buna göre;

$V = 5,97 \times 76 = 454$ lt olarak bulunur.

Borulardaki su hacmi yaklaşık 900 lt'dir.

Buna göre toplam su hacmi;

$V = 1704$ lt

$$P_{st} = 2,6 \text{ bar}$$

$$P_{tü} = 3,6 \text{ bar}$$

Bu durumda genişleme deposu hacmi $V_{gd,k}$,

$$V_{gd,k} = \frac{1704 \times 0,0286}{1 - \frac{2,6}{3,6}} = 180 \text{ lt}$$

200 lt lik G-tipi ISISAN-REFLEX genişleme deposu kullanılmıştır.

5.1.2.4 Sirkülasyon Pompası Seçimi

Pompalar debi ve basınç karakteristik özellikleriyle belirlenir. Dolaşım pompası, sistemde meydana gelen sürtünme kayıplarını yenebilecek güçte seçilmelidir.

- Dolaşım Pompası Debisi (V_p)

Dolaşım pompası debisi tesisin toplam ısı ihtiyacı (Q_k), ve suyun gidiş-dönüş sıcaklıkları ($T_g - T_d$) değerlerine bağlıdır.

$$V_p = \frac{3,6 \times Q_k}{C \times g \times (T_g - T_d)} \quad (5.4)$$

V_p : Dolaşım pompası debisi (m^3/h)

Q_k : Toplam ısı ihtiyacı (W)

C: Suyun özgül ısınma ısısı ($C=4,186 \text{ kJ/kgK}$)

g: Suyun yoğunluğu (kg/m^3)

$T_g - T_d$: Sisteme gidiş ve dönüş sıcaklıkları arasındaki fark (K)

Pompanın Basıncı ;

$$H_p = \sum(LR) + \sum Z \quad (5.4)$$

Emniyetli çalıştırma yapabilmek için bu basınca %10 ilave yapılır. Kazan dairesi kayıpları için de 3000-8000 Pa kadar arttırılır.

EK1'de yapılan hesap doğrultusunda;

$$H_p = 3652 \text{ Pa} = 3652 + 5148 = 8800 \text{ Pa} = 1\text{mSS}$$

Pompa debisi;

$$V_p = \frac{3,6 \times 232000 (W)}{4,186 \times 1000 \times 20} = 9,97 \text{ m}^3/\text{h}$$

TOP-S 40/10 – PN6 debi=10m³/h WILO marka pompa kullanılmıştır.

5.2 Bireysel Sistem Proje Raporu

Bina dairelere yerleştirilecek olan gaz yakıtlı (doğalgaz), kombi (kat kaloriferi) ile ısıtılacaktır.

Isıtma tesisatı; daire başı bir grup olmak üzere gidiş-dönüş kollektörü ile daire içlerinde döşemeden geçen kılıflı borulardan ve çelik panel radyatörlerden oluşmaktadır.

Bina 1 bodrum, 1 zemin ve 4 normal kattan oluşmaktadır. Bodrumda 0, zemin ve normal katlarda ise 4 'er daire bulunmaktadır.

Bina II. ısı bölgesine giren İstanbul 'dadır. Dış hava sıcaklığı -3⁰C olup rüzgarlı bölgededir.

Yapı bileşenleri ve bu bileşenlerin ısı iletim katsayıları, ısı kaybı hesapları ve radyatör seçimleri;

4 – Bireysel sistem, daireler arası yalıtılmamış ve tüm daireler ısıtılmış

5 – Bireysel sistem, daireler arası yalıtılmış ve tüm daireler ısıtılmış

6 – Bireysel sistem, daireler arası yalıtılmamış, bir daire ısıtılmış, kalan mahaller ısıtılmamış

7 – Bireysel sistem, daireler arası yalıtılmış ve bir daire ısıtılmış kalan mahaller ısıtılmamış

- Hesap Sıcaklıkları

- Isıtılan Yer Sıcaklıkları

Banyo: 24⁰C

Salon 22⁰C

Yatak Odası: 20⁰C

Mutfak 18⁰C

Hol: 18⁰C

Antre : 18⁰C

WC : 18⁰C

- **B- Isıtılmayan Yer Sıcaklıkları**

Kazan Dairesi: 6°C

Isıtılmamış mahaller: 12°C

Merd.-Asansör Boşluğu: 10°C



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Aynı binayı çeşitli şekillerde incelendikten sonra yapılan ısı yükü tablolarıyla aradaki farklar belirlenmiştir. Sistem, merkezi olarak da bireysel olarak da tasarlandığında, eğer tüm daireler ısıtılıyorsa ısı yükü olarak aynı ısı değerler hesaplanmaktadır. Fakat aynı ısı yüküne karşılık bireysel sistemde kombi kullanılacağından kullanım sıcak suyu da hesaba katılarak standart en uygun kombi kapasitesi olan 20.000 kcal/h'lik kombi uygulaması yapılmaktadır. Bu da ilk yatırım maliyeti anlamında 20 dairelik apartmanda 20 ayrı kombi ve tesisatı olmak üzere ciddi bir artış sağlamaktadır. Ayrıca kombilerde oda sensörü bulunmaması durumunda kombi yandığı sürece kapasite yeterli olacağından daha ılıman günlerde ısıtma yapmaya devam edecek ve boşuna enerji kullanımı gerçekleşecektir. Bu durumlarda, muhakkak oda sensörü kullanılması önerilmektedir. Merkezi sistemde genel olarak kazana bağlı bir dış hava sensörü bulunacağından, dış hava sıcaklığına göre çalışma sıcaklığını set edebilecektir. Ayrıca enerji tasarrufu yapabilmek anlamında yoğuşmalı kombi ve kazan kullanımı önerilmektedir. Yoğuşma teknolojisi sayesinde bacadan atılan gaz, yoğuşturularak yoğuşma gizli ısı sistemine geri kazandırılmakta ve böylece optimum şartlar altında yaklaşık %1'lik bir yakıt dolayısıyla enerji tasarrufu sağlamaktadır.

Diğer bir konu binada yalıtım uygulanıp uygulanmaması durumudur. Bu projede aynı binanın hem yalıtımlı hem de yalıtımsız olarak incelemesi yapılmıştır. Özellikle dış cephede yapılacak yalıtım enerji tüketiminde ciddi farklılıklar sunmaktadır. Hiç yalıtım yapılmamış bir dairenin ısı kaybı, 10.207 kcal/h iken yalıtım yapılmış bir binada, 8.192 kcal/h' tir. Bu da yalıtımın %20 enerji tasarrufu sağladığı açıkça görülmektedir.

Binanın diğer bir kıyaslaması daireler arasında yalıtım uygulanması ve uygulanmaması durumunda incelenmesidir. Bireysel sistemde tüm daireler ısıtılması durumunda, ki merkezi sistemde tüm daireler zaten ısıtılmaktadır, herhangi bir sorun teşkil etmemektedir. Çünkü daireler ısıtıldığından yan cephelerden ısı kaçıışı olmamaktadır. Fakat bireysel sistem genel kullanım itibarıyla özellikle gündüzleri kullanılmamakta ve ya bazı kullanımlarda da bir odanın ısıtılması diğer odaların peteklerinin kapatılması gibi farklılıklar içerebilmektedir. Bu noktada daireler arasında yalıtım uygulanmaması durumunda 7.676 kcal/h ısı kaybına sahiptir. Bu da bütün daireler ısıtılmış kullanıma göre %19 daha fazla enerji tüketimi demektir. Kısacası daire merkezi sistemde yapıldığında tüm daireler ısıtılacağından %19 luk bir enerji tasarrufu anlamına gelmektedir. Bireysel kullanımda bu kaybı azaltabilmek için daireler arasında yalıtım uygulandığı takdirde ısı kaybı 7.239 kcal/h olmaktadır. Bu da %6'lık

bir enerji kazanımı anlamına gelmektedir.

Tablolarda seçilen radyatörler üzerinden ve hesaplanan ısı yükler üzerinden kıyas tabloları sunulmuştur. Burada ısı kaybı açısından en verimli yöntemin yalıtımlı uygulamada merkezi sistemdir. Çünkü bireysel sistemde daima tüm daireler ısıtılmış olmayacaktır.

Çizelge 6.1 Merkezi ve Bireysel sistem projelerin seçilen radyatör ısı yüküne göre karşılaştırma tablosu

(TÜM DAİRELERDE PKKP 600 TİP RADYATÖR KULLANILMIŞTIR.)

NO	ADI	SICAKLIĞI	MERKEZİ SİSTEM YALITILMIŞ		MERKEZİ SİSTEM YALITILMAMIŞ		MERKEZİ SİSTEM TÜM CEPHELER YALITILMAMIŞ		BİREYSEL SİSTEM YALITILMIŞ - TÜM DAİRELER ISITILMIŞ		BİREYSEL SİSTEM YALITILMAMIŞ - TÜM DAİRELER ISITILMIŞ		BİREYSEL SİSTEM YALITILMIŞ - DAİRELER ISITILMAMIŞ		BİREYSEL SİSTEM YALITILMAMIŞ - DAİRELER ISITILMAMIŞ	
			UZUNLUK	ISIL VERİMİ	UZUNLUK	ISIL VERİMİ	UZUNLUK	ISIL VERİMİ	UZUNLUK	ISIL VERİMİ	UZUNLUK	ISIL VERİMİ	UZUNLUK	ISIL VERİMİ	UZUNLUK	ISIL VERİMİ
302	SALON	22	1300	2821,4	1400	3049	1700	3703	1300	2821,4	1400	3049	1400	3049	1500	3287
303	YATAK ODASI	20	400	915	400	915	700	1601	400	915	400	915	500	1144	500	1143,5
304	YATAK ODASI	20	400	915	400	915	500	1144	400	915	400	915	400	915	400	914,8
305	BANYO	24	400	832	400	832	400	832	400	832	400	832	400	832	400	831,6
306	BANYO	24	400	832	400	832	400	832	400	832	400	832	400	832	400	831,6
307	YATAK ODASI	20	400	915	400	915	500	1144	400	915	400	915	400	915	400	914,8
308	MUTFAK	18	400	953	400	953	400	953	400	953	400	953	400	953	400	952,8
TOPLAM (kcal)				8,192		8,410		10,207		8,192		8,410		8,638		8,856

yalıtılmış daireler	
yalıtılmamış daireler	

Çizelge 6.2 Merkezi ve Bireysel sistem projelerin ısı yük karşılaştırma tablosu

ISIL YÜK BAZINDA 3. NORMAL KATA GÖRE KIYAS TABLOSU

MERKEZİ SİSTEM YALITILMIŞ	MERKEZİ SİSTEM YALITILMAMIŞ	MERKEZİ SİSTEM TÜM CEPHELER YALITILMAMIŞ	BİREYSEL SİSTEM YALITILMIŞ - TÜM DAİRELER	BİREYSEL SİSTEM YALITILMAMIŞ - TÜM DAİRELER	BİREYSEL SİSTEM YALITILMIŞ - DAİRELER	BİREYSEL SİSTEM YALITILMAMIŞ - DAİRELER
(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)
262	328	260	262	328	347	426
2760	2840	3547	2760	2840	3044	3125
890	890	1426	890	890	970	970
760	759	1119	760	759	843	843
254	253	318	254	253	293	293
193	260	260	193	260	344	494
656	656	868	656	656	808	870
463	463	609	463	463	590	655
TOPLAM	6238	6,449	6238	6,449	7,239	7,676

	TİP	ADET	TİP	ADET	TİP	ADET		
Panel Radyatör	PKKP 600 2100	2	PKKP 600 1400	4	PKKP 600 1400	4		
	PKKP 600 800	4	PKKP 600 500	6	PKKP 600 500	6		
	PKKP 600 700	20	PKKP 600 400	114	PKKP 600 400	114		
	PKKP 600 400	72	PKKP 600 1300	10	PKKP 600 1300	10		
	PKKP 600 600	9	PKKP 600 1200	4	PKKP 600 1200	4		
	PKKP 600 2000	3	PKKP 600 1500	2	PKKP 600 1500	2		
	PKKP 600 1700	6						
	PKKP 600 500	15						
	PKKP 600 1600	6						
	PKKP 600 1900	2						
PKKP 600 1800	2							
1 adet 233 KW kazan 1 adet 259 KW brülör Baca çapı = 200 mm, uzunluk = 16m. 1 adet debi =10 m3/h pompa 1 adet 200 lt lik genişleme tankı			1 adet 233 KW kazan 1 adet 259 KW brülör Baca çapı = 200 mm, uzunluk = 16m. 1 adet debi =10 m3/h pompa 1 adet 200 lt lik genişleme tankı 2880 m2 dış cephe yalıtım malzemesi			20 adet 24 KW Kombi Yalıtım malzemesi 2880 m2 dış cephe yalıtım malzemesi		

Çizelge 6.4 Bireysel sistem fiyat

BİREYSEL SİSTEM FİYAT ANALİZİ

ÜRÜN	MARKA	TİP	ADET	FİYAT (YTL)	AÇIKLAMA
Panel Radyatör	E.C.A.	PKKP 600 1400	4	591	
		PKKP 600 500	6	381	
		PKKP 600 400	114	5,787	
		PKKP 600 1300	10	1,373	
		PKKP 600 1200	4	607	
		PKKP 600 1500	2	317	
Kombi	E.C.A.	Calora	20	21,600	
7 li kollektör				1,600	
Daire içi boru tesisatı				22,000	
Yalıtım	izocam			33,900	Tüm cephelerde toplam 2280 m2 duvar alanı bulunmaktadır. 3 cm. poliüretan mavi sıkıştırılmış fileli sıvalı boyalı yalıtım kullanılmış olup m2 si işçilik ve montaj dahil 15 YTL dir.
İŞÇİLİK				2,400	
TOPLAM				80,455	YTL + KDV

Çizelge 6.5 Merkezi sistem fiyat analizi

MERKEZİ SİSTEM YALITIMSIZ FİYAT ANALİZİ

ÜRÜN	MARKA	TİP	ADET	FİYAT (YTL)	AÇIKLAMA
Panel Radyatör	E.C.A.	PKKP 600 2200	2	425	
		PKKP 600 800	4	359	
		PKKP 600 700	20	1,714	
		PKKP 600 400	72	3,655	
		PKKP 600 600	9	681	
		PKKP 600 2000	3	613	
		PKKP 600 1700	6	1,042	
		PKKP 600 500	15	952	
		PKKP 600 1600	6	961	
		PKKP 600 1900	2	388	
PKKP 600 1800	2	388			
Kazan	E.C.A.	EMAS / EKS-200	1	1,998	
Brülör	E.C.A.	DE DIETRICH / GT 32-8S	1	4,462	
Baca	Schiedel	200cm. Çap	1	880	İçi 304 krom paslanmaz dışı izole cam yünü kaplı üzeri alüminyum kaplama
Pompa	WILO	TOP S 40/10	1	684	
Genleşme Tankı	REFLEX - Isısan	LRS 200/10	1	351	
	REFLEX - Isısan	1" Emniyet ventili	1	41	
Otomatik kazan suyu besi ventili				81	
Kollektör ve vanalar	E.C.A.	kazan giriş çıkışına vana		1,600	
		sirkülasyon pompası giriş çıkış vana			
		bypass vanası			
		çıkış kollektörü dağılım hatları			
		dönüş hattı vanaları kollektörler			
merkezi sistem borular, fittings vana sarf malzeme				5,400	Borular (siyah boru kullanılacak)
İŞÇİLİK				2,800	
TOPLAM				28,355	YTL + KDV

Çizelge 6.6 Merkezi sistem fiyat analizi

MERKEZİ SİSTEM YALITIMLI FİYAT ANALİZİ

ÜRÜN	MARKA	TİP	ADET	FİYAT (YTL)	AÇIKLAMA
Panel Radyatör	E.C.A.	PKKP 600 1400	4	591	
		PKKP 600 500	6	381	
		PKKP 600 400	114	5,787	
		PKKP 600 1300	10	1,373	
		PKKP 600 1200	4	507	
		PKKP 600 1500	2	317	
Yalıtım	izocam			33,900	Tüm cephelerde toplam 2260 m2 duvar alanı bulunmaktadır. 3 cm. poliüretan mavi sıkıştırılmış fileli sıvalı boyalı yalıtım kullanılmış olup m2 si işçilik ve montaj dahil 15 YTL dir.
Kazan	E.C.A.	EMAS / EKS-200	1	1,998	
Brülör	E.C.A.	DE DIETRICH / GT 32-8S	1	4,462	
Baca	Schiedel	200cm. Çap	1	890	
Pompa	WILO	TOP S 40/10	1	684	
Genleşme Tankı	REFLEX - Isısan	LRS 200/10	1	351	
	REFLEX - Isısan	1" Emniyet ventili	1	41	
Otomatik kazan suyu besli ventili				81	
Kollektör					
Vanalar	E.C.A.	kazan giriş çıkışına vana sirkülasyon pompası giriş çıkış bypass vanası çıkış kollektörü dağılım hatları dönüş hattı vanaları kollektörler		1,500	
merkezi sistem borular, fittings vana sarf malzeme				5,400	Borular (siyah boru kullanılacak)
İŞÇİLİK				2,800	
TOPLAM				61,052	YTL + KDV

Çizelge 6.7 Merkezi Sistem yıllık yakıt tüketimi

MERKEZİ SİSTEM DIŞ CEPHE YALITIMLI

	ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	ağustos	eyül	ekim	kasım	aralık
Aylık ısı kaybı (kJ)	301,796,000	283,986,240	212,766,180	131,915,032	0	0	0	0	0	112,127,777	212,766,180	286,706,200
Alt ısı değeri (kJ/m ³)	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485
Cihaz verimi	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Gaz tüketim miktarı m ³	9,724	9,140	6,855	4,250	0	0	0	0	0	3,613	6,855	9,236
Gaz birim fiyatı YTL/m ³	0.348	0.349	0.361	0.362	0.365	0.37	0.37	0.372	0.375	0.385	0.386	0.387
Fatura tutarı (YTL)	3,384	3,190	2,475	1,539	0	0	0	0	0	1,391	2,646	3,575
TOPLAM FATURA (YTL)	18,189											
Ocak present value (YTL)	3,181	2,386	1,479	0	0	0	0	0	1,257	2,366	3,215	0
TOPLAM OCAK PRESENT VALUE (yıl)	17,287	YTL										

MERKEZİ SİSTEM DIŞ CEPHE VE DAİRELER ARASI YALITIMSIZ

	ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	ağustos	eyül	ekim	kasım	aralık
Aylık ısı kaybı (kJ)	409,586,496	385,011,306	288,758,480	179,030,257	0	0	0	0	0	152,175,719	288,758,480	389,107,171
Alt ısı değeri (kJ/m ³)	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485
Cihaz verimi	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Gaz tüketim miktarı m ³	13,197	12,405	8,304	5,768	0	0	0	0	0	4,903	8,304	12,537
Gaz birim fiyatı YTL/m ³	0.348	0.349	0.361	0.362	0.365	0.37	0.37	0.372	0.375	0.385	0.386	0.387
Fatura tutarı (YTL)	4,583	4,329	3,359	2,088	0	0	0	0	0	1,888	3,591	4,852
TOPLAM FATURA (YTL)	24,700											
Ocak present value (YTL)	4,317	3,236	2,007	0	0	0	0	0	1,706	3,236	4,363	0
TOPLAM OCAK PRESENT VALUE (yıl)	23,462	YTL										

Çizelge 6.8 Bireysel Sistem yıllık yakıt tüketimi

BİREYSEL SİSTEM DIŞ CEPHELER YALITILMIŞ (20 DAİRE İÇİN TOPLAM)

	ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	ağustos	eyül	ekim	kasım	aralık
Aylık ısı kaybı (kJ)	301,796,000	283,986,240	212,766,180	131,915,032	0	0	0	0	0	112,127,777	212,766,180	286,706,200
Alt ısı değeri (kJ/m ³)	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485
Cihaz verimi	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Gaz tüketim miktarı m ³	9,513	8,942	6,706	4,158	0	0	0	0	0	3,534	6,706	9,037
Gaz birim fiyatı YTL/m ³	0.348	0.349	0.361	0.362	0.365	0.37	0.37	0.372	0.375	0.385	0.386	0.387
Fatura tutarı (YTL)	3,310	3,121	2,421	1,505	0	0	0	0	0	1,361	2,589	3,487
TOPLAM FATURA (YTL)	17,804											
Ocak present value (YTL)	3,112	2,334	1,447	0	0	0	0	0	1,230	2,334	3,145	0
TOPLAM OCAK PRESENT VALUE (yıl)	16,911	YTL										

BİREYSEL SİSTEM DAİRELER ARASI VE DIŞ CEPHE YALITILMIŞ (20 DAİRE İÇİN TOPLAM) - BÜTÜN DAİRELER ISITILMAMIŞ

	ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	ağustos	eyül	ekim	kasım	aralık
Aylık ısı kaybı (kJ)	408,379,600	381,996,824	288,497,618	177,628,523	0	0	0	0	0	150,984,245	288,497,618	388,080,820
Alt ısı değeri (kJ/m ³)	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485
Cihaz verimi	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Gaz tüketim miktarı m ³	12,809	12,040	9,030	5,589	0	0	0	0	0	4,759	9,030	12,169
Gaz birim fiyatı YTL/m ³	0.348	0.349	0.361	0.362	0.365	0.37	0.37	0.372	0.375	0.385	0.386	0.387
Fatura tutarı (YTL)	4,458	4,202	3,260	2,027	0	0	0	0	0	1,832	3,486	4,709
TOPLAM FATURA (YTL)	23,973											
Ocak present value (YTL)	4,180	3,143	1,948	0	0	0	0	0	1,856	3,143	4,235	0
TOPLAM OCAK PRESENT VALUE (yıl)	22,772	YTL										

NOT: DOĞAL GAZ TÜKETİMİNDE KULLANIM SICAK SUYU İHMAL EDİLMİŞTİR

Çizelge 6.9 Bireysel Sistem yıllık yakıt tüketimi

BİREYSEL SİSTEM -DIŞ CEPHELER, DAİRELER ARASI, TAVAN, TABAN YALITILMAMIŞ (20 DAİRE İÇİN TOPLAM) - BÜTÜN DAİRELER ISITILMAMIŞ

(Dairenin ısı kaybı : 14,19 kw (12.210 kcal/h))

	ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	agustos	eyül	ekim	kasım	aralık
Aylık ısı kaybı (kJ)	489,882,880	460,585,107	345,423,830	214,162,775	0	0	0	0	0	182,038,359	345,423,830	485,464,736
Alt ısı değeri (kJ/m ³)	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485
Çihaz verimi	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Gas tüketim miktarı m ³	15,443	14,517	10,888	6,750	0	0	0	0	0	5,738	10,888	14,671
Gas birim fiyatı YTL/m ³	0,348	0,348	0,361	0,362	0,385	0,37	0,37	0,372	0,375	0,385	0,386	0,387
Fatura tutarı (YTL)	5,374	5,086	3,930	2,444	0	0	0	0	0	2,209	4,203	5,678
TOPLAM FATURA (YTL)	28,904											
Ocak present value (YTL)	5,052	3,789	2,349	0	0	0	0	0	1,997	3,789	5,108	0
TOPLAM OCAK PRESENT VALUE (yıl)	27,455											

NOT: DOĞAL GAZ TÜKETİMİNDE KULLANIM SICAK SUYU İHMAL EDİLMİŞTİR

BİREYSEL SİSTEM -DIŞ CEPHELER YALITILMIŞ; DAİRELER ARASI, TAVAN, TABAN YALITILMAMIŞ (20 DAİRE İÇİN TOPLAM) - BÜTÜN DAİRELER ISITILMAMIŞ

(Dairenin ısı kaybı : 12,1 KW (10,413 kcal/h))

	ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	agustos	eyül	ekim	kasım	aralık
Aylık ısı kaybı (kJ)	417,852,864	382,781,692	284,588,289	182,643,487	0	0	0	0	0	155,246,964	284,588,289	398,980,221
Alt ısı değeri (kJ/m ³)	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485
Çihaz verimi	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Gas tüketim miktarı m ³	13,171	12,380	9,285	5,757	0	0	0	0	0	4,893	9,285	12,512
Gas birim fiyatı YTL/m ³	0,348	0,348	0,361	0,362	0,385	0,37	0,37	0,372	0,375	0,385	0,386	0,387
Fatura tutarı (YTL)	4,583	4,321	3,352	2,084	0	0	0	0	0	1,884	3,584	4,842
TOPLAM FATURA (YTL)	24,850											
Ocak present value (YTL)	4,308	3,231	2,003	0	0	0	0	0	1,703	3,231	4,354	0
TOPLAM OCAK PRESENT VALUE (yıl)	23,415											

NOT: DOĞAL GAZ TÜKETİMİNDE KULLANIM SICAK SUYU İHMAL EDİLMİŞTİR

Çizelge 6.10 Daireler arası yalıtım uygulanması durumunda ısı kaybının yıllık yakıt tüketimi

DAİRELER ARASINDA YALITIM UYGULANMAMASI DURUMUNDA 200 kcal/h ISI KAYBININ YAKIT TUTARI

	ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	agustos	eyül	ekim	kasım	aralık
Aylık ısı kaybı (kJ)	72,069,888	68,187,092	51,890,319	32,171,998	0	0	0	0	0	31,208,638	51,890,319	72,069,888
Alt ısı değeri (kJ/m ³)	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485	34,485
Çihaz verimi	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Gas tüketim miktarı m ³	2,272	2,181	1,638	1,014	0	0	0	0	0	984	1,638	2,272
Gas birim fiyatı YTL/m ³	0,348	0,348	0,361	0,362	0,385	0,37	0,37	0,372	0,375	0,385	0,386	0,387
Fatura tutarı (YTL)	791	761	590	367	0	0	0	0	0	379	631	883
TOPLAM FATURA (YTL)	4,152											
Ocak present value (YTL)	759	589	353	0	0	0	0	0	342	589	759	0
TOPLAM OCAK PRESENT VALUE (yıl)	3,852											

- Yalıtım masrafı m2 başına 15 YTL olduğu göz önünde bulundurulduğunda; iç duvarların yalıtılması halinde 980 m2 alan için 14.400 YTL ek yalıtım masrafı gelecek bunun da amortisman süresi, yıllık tüketim kazancının 3.128 YTL olduğundan 4,8 yıl olacaktır.

Çizelge 6.11 Bireysel ve Merkezi Sistem Ekonomiklik Analizi

MERKEZİ VE BİREYSEL SİSTEM EKONOMİKLİK ANALİZİ

	Tesisat+işçilik+cihazlar (YTL)	Yıllık yakıt tüketimi (YTL)	toplam (YTL)
Merkezi sistem dış cephede yatırım uygulanmış	61,052	17,287	77,964
Merkezi sistem dış cephede yatırım uygulanmamış	29,355	23,462	52,817
Bireysel sistem dış cephede yatırım uygulanmış ve tüm daireler ısıtılmış	90,455	16,911	107,742
Bireysel sistem dış cephede yatırım uygulanmış ve dairelerin hepsi ısıtılmamış	90,455	22,772	113,227

- İlk yatırım maliyetine göre değerler olup yatırım uygulandığında yıllık yaklaşık 6000 YTL DG tüketiminde kar sağlanmaktadır.
- Yatırım malzemesi ve montajının amortisman süresi 5,6 yıldır.
- 5,6 yıl sonra her yıl 6.000 YTL kazanç sağlanmış olacak ve fazla yakıt tüketimi önlenerek, enerji korunmasına katkıda bulunulacaktır.
- Bireysel sistemde tüm daireler ısıtılmadığından tüketilen yakıt miktarı artacaktır. Yakıt tüketim miktarı yatırım uygulanmamış bir bina ile hemen hemen aynı değerlere gelmektedir.
- Merkezi sistem yerine bireysel sistem kullanıldığında ; 29.403 YTL ilk yatırım masrafı artacaktır.

KAYNAKLAR

Heperkan H., (2004) “Isıtma Sistemlerinin Seçimi”, Emas Teknik Yayınları.

Karakoç H., (2001), “Uygulamalı TS 825 ve Kalorifer Tesisatı Hesabı”, İzocam Yayınları.

Parmaksızoğlu C., Genceli O.F. (2003), “Kalorifer Tesisatı”, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayınları, MMO/2003/352

TS 825 standardı

Çengel A. Y., Boles M. (1996). “Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik”, Literatür Yayıncılık

Kalorifer Tesisatı, Isısan Çalışmaları No.70

Dağsöz K., (1999), “Doğalgaz”, Demirdöküm Yayınları



EKLER

- Ek 1 Merkezi sistem – Daireler Arasında Yalıtım Uygulanmamış - Isıtma Projesi
Ek 2 CD - Merkezi Sistem Kollektörlü ve Çok Kolonlu Isıtma Tesisatı ve Kolon Şeması Çizimi ve Bireysel Sistem Isıtma Tesisatı ve Kolon Şeması Çizimi ve Diğer Projelerin Hesapları, Kataloglar



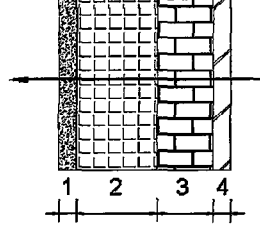
EK 1 Merkezi sistem – Daireler Arasında Yalıtım Uygulanmamış - Isıtma Projesi

Bina II. ısı bölgesine giren İstanbul 'dadır. Dış hava sıcaklığı -3°C olup rüzgarlı bölgededir.

Öncelikle binayı oluşturan duvarların yapı malzemelerine göre K iletim katsayıları hesaplanmıştır. Bu katsayılara göre binanın özgül ısı kaybı hesaplanmıştır. Yıllık ısıtma ihtiyacı tabloda verilen TS 825'e göre belirlenmiş değerler doğrultusunda hesaplanmıştır. Buna göre Isı kaybı hesabı cetveli doldurularak dairelerdeki odaların ısı yükleri hesaplanmış ve bu ısı yüklerine göre de radyatör ve teferruatı hesap cetvelinde odalardaki radyatörler belirlenmiştir. EK-2 CD'de bulunan kolon şemasında belirlenen kritik devreye göre boru çapı hesapları yapılmıştır. Ayrıca dış cephelerde uygulanan yalıtıma göre yoğuşma hesabı yapılmıştır. Buna göre projede 5.1.1 bölümünde hesaplandığı üzere;

- Kazan : EMAS – EKS 200 (200.000 kcal/h) seçilmiştir.
- Baca : Schiedel baca (baca çapı = 200 mm) seçilmiştir.
- Pompa : TOP-S 40/10 – PN6 debi= $10\text{m}^3/\text{h}$ WILO seçilmiştir.
- Genleşme deposu : 200 lt lik G-tipi ISISAN-REFLEX seçilmiştir.

25 cm. Dış Duvar

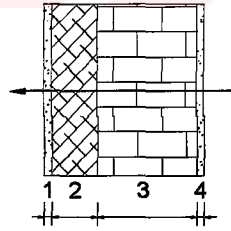


Şekil Ek.6.1 Dış Duvar Detayı

Çizelge Ek 6.1 Dış Duvar K Katsayısı Hesabı

NO	CİNSİ	KALINLIK [d]		ISI İLETİM KATSAYISI	d / l
		cm	m		
1	DIŞ SIVA	2.0	0.020	0.870	0.02299
2	YATAY DELİKLİ TUĞLA	19.0	0.190	0.450	0.42222
3	POL. SERT KÖPÜK L.	3.0	0.030	0.030	1.00000
4	İÇ SIVA	1.0	0.010	1.400	0.00714
TOPLAM		25.0			
1 / L					1.45235
$1/k = (1/\alpha_i) + (1/L) + (1/\alpha_D)$ $1/k = (1/7) + 1/L + (1/20)$ $k = 0.608 \text{ W/m}^2\text{K}$					

25 cm İç Duvar

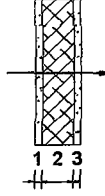


Şekil Ek.6.2 İç Duvar Detayı

Çizelge Ek 6.2 İç Duvar K Katsayısı Hesabı

NO	BİLEŞEN CİNSİ	KALINLIK [d]		ISI İLETİM KATSAYISI	d / l
		cm	m		
1	İÇ SIVA	2.0	0.020	0.870	0.02299
2	KİREÇ-ÇİMENTO HARCI	3.0	0.030	0.870	0.03448
3	YATAY DELİKLİ TUĞLA	19.0	0.190	0.450	0.42222
4	İÇ SIVA	1.0	0.010	0.870	0.01149
TOPLAM		25.0			
1 / L					0.49119
$1/k = (1/\alpha_i) + (1/L) + (1/\alpha_D)$ $1/k = (1/7) + 1/L + (1/7)$ $k = 01.287 \text{ W/m}^2\text{K}$					

10 cm. İç Duvar

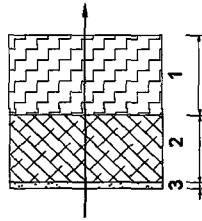


Şekil Ek.1.3 İç Duvar Detayı

Çizelge Ek.1.3 İç Duvar K Katsayısı Hesabı

NO	BİLEŞEN CİNSİ	KALINLIK [d]		ISI İLETİM KATSAYISI	d / l
		cm	m		
1	İÇ SIVA	0.5	0.005	0.870	0.00575
2	BETONARME	9.0	0.090	0.290	0.31034
3	İÇ SIVA	0.5	0.005	0.870	0.00575
TOPLAM		10.0			
1 / L					0.32184
$1/k = (1/\alpha_i) + (1/L) + (1/\alpha_D)$ $1/k = (1/7) + 1/L + (1/7)$ $k = 1.646 \text{ W/m}^2\text{K}$					

Üzeri çatı ile Örtülü Tavan

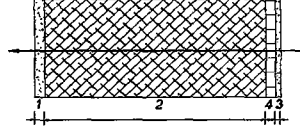


Şekil Ek.1.4 Üzeri Çatı Örtülü Tavan Duvar Detayı

Çizelge Ek.1.4 Üzeri Çatı Örtülü Tavan K Katsayısı Hesabı

NO	BİLEŞEN CİNSİ	KALINLIK [d]		ISI İLETİM KATSAYISI	d / l
		cm	m		
1	YALITIM MALZEMESİ	12.0	0.120	0.033	3.63636
2	DÖŞEME BETONU	10.0	0.100	1.400	0.07143
3	TAVAN SIVASI	1.0	0.010	0.870	0.01149
TOPLAM		23.0			
1 / L					3.71929
$1/k = (1/\alpha_i) + (1/L) + (1/\alpha_D)$ $1/k = (1/7) + 1/L + (1/7)$ $k = 0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$					

50 cm. Kiriş

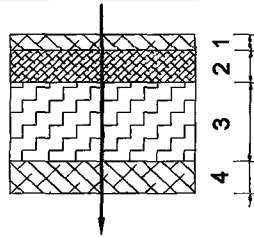


Şekil Ek.1.5 Kiriş Detayı

Çizelge Ek1.5 Kiriş K Katsayısı Hesabı

NO	BİLEŞEN CİNSİ	KALINLIK [d]		İ İSİ İLETİM KATSAYISI	d / l
		cm	m		
1	DIŞ SIVA	2.0	0.020	0.870	0.02299
2	BETONARME	45.0	0.450	1.400	0.32143
3	KİREÇ ÇİMENTO HARCI	2.0	0.020	0.870	0.02299
4	İÇ SIVA	1.0	0.010	0.870	0.01149
TOPLAM		50.0			
1 / L					0.37890
$1/k = (1/\alpha_i) + (1/L) + (1/\alpha_D)$					
$1/k = (1/7) + (1/L) + (1/7)$					
$k = 01.505 \text{ W/m}^2\text{K}$					

Zemine Oturan Döşeme

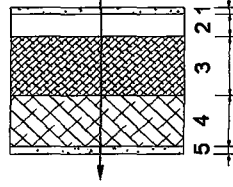


Şekil Ek.1.6 Zemine Oturan Döşeme Detayı

Çizelge Ek1.6 Zemine Oturan Döşeme K Katsayısı Hesabı

NO	BİLEŞEN CİNSİ	KALINLIK [d]		İ İSİ İLETİM KATSAYISI	d / l
		cm	m		
1	DÜZELTME BETONU	2.0	0.020	0.870	0.02299
2	BETONARME	4.0	0.040	1.400	0.02857
3	POLYSTREN SERT KÖP.	10.0	0.100	0.030	3.33333
4	BETONARME	4.0	0.040	1.400	0.02857
5	SU YALITIMI				
TOPLAM		20.0			
1 / L					3.41346
$1/k = (1/\alpha_i) + (1/L) + (1/\alpha_D)$					
$1/k = (1/7) + (1/L) + (1/7)$					
$k = 0.281 \text{ W/m}^2\text{K}$					

Döşeme



Şekil Ek.1.7 Döşeme Detayı

Çizelge Ek1.7 Döşeme K Katsayısı Hesabı

NO	BİLEŞEN CİNSİ	KALINLIK [d]		ISI İLETİM KATSAYISI	d / l
		cm	m		
1	DÜZELTME BETONU	1.0	0.010	0.870	0.01149
2	GAZ BETON LEVHA	3.0	0.030	0.140	0.21500
3	POLYSTREN SERT KÖP.	8.0	0.080	0.030	2.66667
4	BETONARME	7.0	0.070	1.400	0.05000
5	TAVAN SIVASI	1.0	0.010	0.870	0.01149
TOPLAM		20.0			
1 / L					2.95466
$1/k = (1/\alpha_i) + (1/L) + (1/\alpha_D)$ $1/k = (1/7) + (1/L) + (1/5)$ $k = 0.303 \text{ W/m}^2\text{K}$					

DIŞ CEPHELER YALITIMLI KONSTRÜKSİYON

DIŞ DUVAR İÇİN BUHAR DİFÜZYONU HESABI

no	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su buharı difüzyon direnci katsayısı (m)	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı (Sd)	Isı iletkenlik hesap değeri (1)	Yüzeysel ısı taşınım direnci malzemenin ısı direnci	Sıcaklık T	Doymuş su buharı basıncı Ps
-	-	m	-	m	W/(m.K)	m ² .K/W	°C	Pa
	1/ai Yüzeysel ısı Taşınım katsayısı					0.13	20	2340
							18.158	2084.8
1	DIŞ SIVA (çimento harcı)	0.020	15	0.3	0.87	0.023	17.832	2043.2
2	YATAY DELİKLİ TUĞLA	0.190	5	0.95	0.45	0.422	11.850	1389.35
3	POL. SERT KÖPÜK L.	0.030	80	2.4	0.03	1.000	-2.318	504.29
4	İÇ SIVA (Kireç, çimento harcı)	0.010	15	0.15	1.4	0.007	-2.419	500.19
	1/αd Yüzeysel ısı Taşınım katsayısı					0.04	-2.433	499.37
							-3	476

$$1/U = 1.622$$

$$0.616$$

$$q = U (T_i - T_d)$$

$$q = 14.17693418$$

U	T _i	T _d
0.616	20	-3.00

iç yüzey sıcaklığı

$$T_{yi} = T_i - \frac{K}{\alpha_i} (T_i - T_d)$$

T_{yi} : İç yüzey sıcaklığı [°C].

T_i : İç mahal sıcaklığı [°C].

T_d : Dış sıcaklık [°C].

K : İletim ısı transfer katsayısı [kcal/m²h°C]

α_i : İç hava tarafındaki ısı taşınım katsayısı [kcal/m²h°C]

T _i	1/α _i	q
20	0.13	14.168

$$T_{yi} = 18.15816$$

dış yüzey sıcaklığı

$$T_{yd} = T_d + (1/\alpha_d) \times q$$

T _d	1/α _d	q
-3	0.04	14.168

$$T_{yd} = -2.43328$$

ortak yüzeylerin sıcaklığı

$$T_1 = T_{yi} - (1/L_1) \times q$$

$$= 18.35 - 0.034 \times 12,696$$

$$T_1 = 17.832$$

T _{yi}	1/L	q
18.15816	0.023	14.168

$$T_1 = T_{yi} - (1/L_1) \times q$$

T_1	$1/L$	q
17.832	0.422	14.168

$$T_2 = 11.850$$

$$T_1 = T_{yi} - (1/L_1) \times q$$

T_2	$1/L$	q
11.850414	1.000	14.168

$$T_3 = -2.318$$

$$T_1 = T_{yi} - (1/L_1) \times q$$

T_3	$1/L$	q
-2.317586	0.007	14.168

$$T_4 = -2.419$$

Sınırlandırma Şartları Çizelgesi

	iç iklim şartları	dış iklim şartları
Yoğuşma periyodu		
Hava sıcaklığı (°C)	20	-3
Bağıl nem (%)	50	80
Doymuş su buharı basıncı (Pa)	2340	476
Su buharı kısmi basıncı (Pa)	1170	380
Buharlaştırma periyodu		
Hava sıcaklığı (°C)	12	12
Bağıl nem (%)	70	70
Doymuş su buharı basıncı (Pa)	1403	1403
Su buharı kısmi basıncı (Pa)	982	982

Yoğuşma periyodu için:
iç iklim şartları:

$$P = jP_s$$

$$= 0,50 \times 2340$$

$$= 1170 \text{ Pa}$$

Buharlaştırma periyodu için :
dış ve iç iklim şartları için

$$P = jP_s$$

$$= 0,70 \times 1403$$

$$= 982 \text{ Pa}$$

Dış iklim şartları için

$$P = jP_s$$

$$= 0,80 \times 476$$

$$= 380 \text{ Pa}$$

yoğuşma ve buharlaştırma grafiğinde hiçbir noktada kesime olmadığı için yapı bileşeninin hiçbir noktasında yoğuşma olmamaktadır.

ÜZERİ ÇATI İLE ÖRTÜLÜ TAVAN

no	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su buharı difüzyon direnci katsayısı (m)	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı (Sd)	Isı iletkenlik hesap değeri (1)	Yüzeysel ısı taşınım direnci malzemenin ısı direnci	Sıcaklık T	Doymuş su buharı basıncı Ps
-	-	m	-	m	W/(m.K)	m ² .K/W	°C	Pa
	1/ai Yüzeysel ısı Taşınım katsayısı					0.13	20	2340
							19.245	2231
1	YALITIM MALZEMESİ	0.120	80	9.6	0.033	3.636	-1.888	530
2	DÖŞEME BETONU	0.100	5	0.5	1.4	0.071	-2.303	499
4	TAVAN SIVASI	0.01	15	0.15	0.87	0.08	-2.768	485
	1/αd Yüzeysel ısı Taşınım katsayısı					0.04	-2.768	489
							-3	476

$$1/U = 3.958$$

$$0.253$$

$$q = U (T_i - T_d)$$

U	T _i	T _d
0.253	20	-3.00

$$q = 5.811320755$$

iç yüzey sıcaklığı

$$T_{yi} = T_i - \frac{K}{\alpha_i} (T_i - T_d)$$

T_{yi} : İç yüzey sıcaklığı [°C].

T_i : İç mahal sıcaklığı [°C].

T_d : Dış sıcaklık [°C].

K : İletim ısı transfer katsayısı [kcal/m²h°C]

α_i : İç hava tarafındaki ısı taşınım katsayısı [kcal/m²h°C]

T _i	1/ai	q
20	0.13	5.81132

$$T_{yi} = 19.2445283$$

dış yüzey sıcaklığı

$$T_{yd} = T_d + (1/a_d) \times q$$

T _d	1/a _d	q
-3	0.04	5.81132

$$T_{yd} = -2.76754717$$

ortak yüzeylerin sıcaklığı

$$T_1 = T_{yi} - (1/L_1) \times q$$

$$= 18,35 - 0,034 \times 12,696$$

$$T_1 = -1.888$$

T _{yi}	1/L	q
19.2445	3.636	5.81132

$$T_1 = T_{yi} - (1/L_1) \times q$$

T_1	$1/L$	q
-1.888	0.071	5.81132

$$T_2 = -2.303$$

$$T_1 = T_{yi} - (1/L_1) \times q$$

T_2	$1/L$	q
-2.303	0.080	5.81132

$$T_3 = -2.77$$

Sınırlandırma Şartları Çizelgesi

	iç iklim şartları	dış iklim şartları
Yoğuşma periyodu		
Hava sıcaklığı (°C)	20	-3
Bağıl nem (%)	50	80
Doymuş su buharı basıncı (Pa)	2340	476
Su buharı kısmi basıncı (Pa)	1170	380
Buharlaşma periyodu		
Hava sıcaklığı (°C)	12	12
Bağıl nem (%)	70	70
Doymuş su buharı basıncı (Pa)	1403	1403
Su buharı kısmi basıncı (Pa)	982	982

Yoğuşma periyodu için:
iç iklim şartları:

$$\begin{aligned} P &= jP_s \\ &= 0,50 \times 2340 \\ &= 1170 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Buharlaşma periyodu için :
dış ve iç iklim şartları için

$$\begin{aligned} P &= jP_s \\ &= 0,70 \times 1403 \\ &= 982 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Dış iklim şartları için

$$\begin{aligned} P &= jP_s \\ &= 0,80 \times 476 \\ &= 380 \text{ Pa} \end{aligned}$$

yoğuşma ve buharlaşma grafiğinde hiçbir noktada kesişme olmadığı için yapı bileşeninin hiçbir noktasında yoğuşma olmamaktadır.

ZEMİNE OTURAN DÖŞEME								
no	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su buharı difüzyon direnci katsayısı (m)	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı (Sd)	Isı iletkenlik hesap değeri (1)	Yüzeysel ısı taşınım direnci malzemenin ısı direnci	Sıcaklık T	Doymuş su buharı basıncı Ps
-	-	m	-	m	W/(m.K)	m ² .K/W	°C	Pa
	1/ai Yüzeysel ısı Taşınım katsayısı					0.13	20	2340
1	DÜZELTME BETONU	0.020	15	0.3	0.87	0.023	19.018	2197
2	BETONARME	0.040	10	0.4	1.4	0.029	18.835	2150
3	POLYSTREN SERT KÖP.	0.100	80	8	0.03	3.333	-2.560	495
4	BETONARME	0.040	10	0.4	1.4	0.029	-2.743	485
	1/ad Yüzeysel ısı Taşınım katsayısı					0.04	-2.743	485
							-3	476

1/U		3.583
		0.279

$q = U (T_i - T_d)$

U	T _i	T _d
0.279	20	-3.00

$q = 6.418369358$

İç yüzey sıcaklığı

$T_{yi} = T_i - \frac{K}{\alpha_i} (T_i - T_d)$

T_{yi} : İç yüzey sıcaklığı [°C].
T_i : İç mahal sıcaklığı [°C].
T_d : Dış sıcaklık [°C].
K : İletim ısı transfer katsayısı [kcal/m²h°C]
α_i : İç hava tarafındaki ısı taşınım katsayısı [kcal/m²h°C]

T _i	1/ai	q
20	0.13	6.41837

T_{yi} = 19.16561198

Dış yüzey sıcaklığı

$T_{yd} = T_d + (1/a_d) \times q$

T _d	1/a _d	q
-3	0.04	6.41837

T_{yd} = -2.743265226

Ortak yüzeylerin sıcaklığı

$T_1 = T_{yi} - (1/L_1) \times q$
= 18,35 - 0,034 x 12,696
T₁ = 19.018

T _{yi}	1/L	q
19.1656	0.023	6.41837

$$T_1 = T_{yi} - (1/L_1) \times q$$

T_1	$1/L$	q
19.018	0.029	6.41837

$$T_2 = 18.835$$

$$T_1 = T_{yi} - (1/L_1) \times q$$

T_2	$1/L$	q
18.8347	3.333	6.41837

$$T_3 = -2.560$$

$$T_1 = T_{yi} - (1/L_1) \times q$$

T_3	$1/L$	q
-2.55988	0.029	6.41837

$$T_4 = -2.743$$

Sınırlandırma Şartları Çizelgesi

	iç iklim şartları	dış iklim şartları
Yoğuşma periyodu		
Hava sıcaklığı (°C)	20	-3
Bağıl nem (%)	50	80
Doymuş su buharı basıncı (Pa)	2340	476
Su buharı kısmi basıncı (Pa)	1170	380
Buharlaşma periyodu		
Hava sıcaklığı (°C)	12	12
Bağıl nem (%)	70	70
Doymuş su buharı basıncı (Pa)	1403	1403
Su buharı kısmi basıncı (Pa)	982	982

Yoğuşma periyodu için:
iç iklim şartları:

$$\begin{aligned} P &= jP_s \\ &= 0,50 \times 2340 \\ &= 1170 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Buharlaşma periyodu için :
dış ve iç iklim şartları için

$$\begin{aligned} P &= jP_s \\ &= 0,70 \times 1403 \\ &= 982 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Dış iklim şartları için

$$\begin{aligned} P &= jP_s \\ &= 0,80 \times 476 \\ &= 380 \text{ Pa} \end{aligned}$$

yoğuşma ve buharlaşma grafiğinde hiçbir noktada kesişme olmadığı için yapı bileşeninin hiçbir noktasında yoğuşma olmamaktadır.

Binanın Özgül Isı Kaybının Hesabı

$$H = H_i + H_h$$

$$H_i = SAU + IU_t$$

$$SAU = U_D \cdot A_D + U_p \cdot A_p + 0,8 U_T \cdot A_T + 0,5 U_t \cdot A_t$$

U_D	: Dış duvarın ısı geçirgenlik katsayısı	0.608	W/m ² K
U_p	: Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı	2.6	W/m ² K
U_T	: Üzeri çatı ile örtülü tavanın ısı geçirgenlik katsayısı	0.25	W/m ² K
U_t	: Zemine oturan döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı	0.282	W/m ² K

A_p : Pencerenin alanı

K	: 105,4	D	: 43,2
G	: 105,4	B	: 43,2

Toplam : 297,2

A_D : Dış duvarın alanı

K	: 814,8	D	: 744,8
G	: 814,8	B	: 744,8

Toplam : 2866,40

$$A_{T1} : \text{Üzeri çatı ile örtülü tavan alanı} = 680 \text{ m}^2$$

$$A_t : \text{Zemine oturan döşemenin alanı} = 680 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{toplam}} : \text{Toplam ısı kaybeden yüzey} = 3450 \text{ m}^2$$

$$H_i = 1772.1392 \text{ W/K}$$

$$H_h = r.c.V' = r.c.n_h.V_h = 0,33 \cdot n_h.V_h$$

$$r : \text{Havanın birim hacim kütlesi} \quad [\text{kg/m}^3]$$

$$c : \text{Havanın özgül ısısı} \quad [\text{J/kgK}]$$

$$V' : \text{Hacimsel hava değişim debisi} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$n_h=1 : \text{Hava değişim katsayısı} \quad [\text{h}^{-1}]$$

$$V_h : \text{Havalandırılan hacim (} V_h=0,8.V_{\text{brüt}} \text{)} \quad [\text{m}^3]$$

$$V_h = 0,8 \times 10200$$

$$V_h = 8160 \text{ m}^3$$

$$H_h = 0,33.1.8160$$

$$H_h = 2692.8 \text{ W / K}$$

$$H = H_i + H_h$$

$$H = 4464.9392 \text{ W / K}$$

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı

Aşağıdaki formülle her ay için enerji ihtiyacı hesaplanarak toplanır:

$$Q_{ay} = [H(T_i - T_d) - h(f_{i,ay} + f_{g,ay})] \cdot t (86400 \cdot 30 / 1000)$$

Aylık Ortalama İç Kazançlar ($f_{i,ay}$) :

Konutlar için;

$$f_{i,ay} < 5 \times A_n \text{ (W)}$$

$$A_n = V_{brüt} \cdot 0,32 = 10200 \cdot 0,32 = 5408 \quad 3264$$

$$f_{i,ay} = 5 \times A_n = 5 \cdot 5408 = 16320 \text{ W} \quad 16320$$

Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Kazançları ($f_{g,ay}$) :

$$f_{g,ay} = S_{r,i,ay} \cdot g_{i,ay} \cdot I_{i,ay} \cdot A_i$$

$r_{i,ay}$: "i" yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgeleme faktörü,

$g_{i,ay}$: "i" yönünde saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü (0,8x0,75)

$I_{i,ay}$: "i" yönünde yüzeylere dik gelen aylık ortalama ışınım şiddeti,

A_i : "i" yönündeki toplam pencere alanı.

Kazanç Kullanım Faktörü (h) :

$$\text{Aylık ortalama kazanç kullanım faktörü :} \quad h = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$$

KKO_{ay} : Kazanç / Kayıp oranı

$$KKO_{ay} = (f_{i,ay} + f_{g,ay}) / H(T_{i,ay} - T_{d,ay})$$

$T_{i,ay}$: Aylık ortalama iç ortam sıcaklığı [Konutlar için 19 C alınır]

$T_{d,ay}$: Aylık ortalama dış hava sıcaklığı

$f_{i,ay}$: Aylık iç kazançlar

$f_{g,ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı

KKO_{ay} oranı 2,5 ve üzerinde olursa o ay için ısı kaybı olmadığı kabul edilir.

Toplam yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı : 127,462.6 kWh

$$Q = Q_{yıl} / V_{brüt}$$

$$Q = 12.496 \quad \text{kWh/m}^2$$

2. Bölge için :

$$Q' = 21,95 \cdot A/V + 10,34 \quad [\text{kWh/m}^2]$$

$$Q' = 17.76426 \quad \text{kWh/m}^2$$

$$17.764 > 12.496$$

olduğundan yapılmış olan yalıtım ve hesaplar yönetmeliklere uygundur.

A _i DEĞERLERİ [m ²]	
KB	53.88
GB	111.76

$$B_{i,ay} = 0.60$$

$$r_{i,ay} = 0.80$$

YILAR	BİRİM GÜNEŞ ENERJİ KAZANCI				DİŞ SICAKLIK SICAKLIK Td [°C]	ÖZGÜL ISI KAYBI H	SICAKLIK FARKI Ti - Td	ISI KAYIPLARI Hk(Ti-Td)	ISI KAZANCI	BİRİM GÜNEŞ ENERJİ KAZANÇLARI				GÜNEŞ ENERJİSİ ISI KAZANCI	TOPLAM	KKO	h	AYLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI
	GÜNEY	KUZUY	BATI	DOĞU						G	K	B	D					
AK	72	26	43	43	3.3		15.7	70099.55		3656.4	1320.4	891.6	891.6	6760.1	23080.1	0.329	0.952	124745486.8
3AT	84	37	57	57	4.5		14.5	64741.62		4265.9	1879.0	1182.0	1182.0	8508.8	24828.8	0.384	0.926	108200433.1
RT	95	52	77	77	7.2		11.8	52686.28		4824.5		1596.7	1596.7	8017.8	24337.8	0.462	0.885	80722346.1
AN	83	66	90	90	12.6		6.4	28575.61		4215.1	3351.7	1866.2	1866.2	11299.3	27619.3	0.967	0.645	27923353.5
YİS	92	79	114	114	17.8		1.2	5357.93		4672.1	4011.9	2363.9	2363.9	13411.9	29731.9	5.549	0.165	0.0
ZİRAN	95	83	122	122	21.9	4464.94	0.0	0.00	16320	4824.5	4215.1	2529.8	2529.8	14099.1	30419.1	0.000	0.000	0.0
İMÜZ	93	81	118	118	24.4		0.0	0.00		4722.9	4113.5	2446.8	2446.8	13730.1	30050.1	0.000	0.000	0.0
USTOS	93	73	106	106	23.8		0.0	0.00		4722.9	3707.2	2198.0	2198.0	12826.2	29146.2	0.000	0.000	0.0
JÖL	89	57	81	81	19.6		0.0	0.00		4519.8	2894.7	1679.6	1679.6	10773.7	27093.7	0.000	0.000	0.0
M	82	40	59	59	14.1		4.9	21878.20		4164.3	2031.4	1223.4	1223.4	8642.5	24962.5	1.141	0.584	18942940.9
SİM	67	27	41	41	9.1		9.9	44202.90		3402.5	1371.2	850.2	850.2	6474.0	22794.0	0.516	0.856	63991543.8
ALIK	64	22	37	37	4.9		14.1	62955.64		3250.2	1117.2	767.2	767.2	5901.9	22221.9	0.353	0.941	108972344.1

TOPLAM YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI : 458,498,448.4 kJ

127,462.6 kWh

RADYATÖR VE TEFERRUATI HESAP ÇETVELİ										
ODANIN					RADYATÖRLERİN					
NO	ADI	SICAKLIĞI	HACMI	HESAP EDİLEN ISI KAYBI	HESAP EDİLEN ISI KAYBI	BİRİM VERİMİ	UZUNLUK	YÜKSEKLİK	VERİMİ	CİNSİ
		°C	m ³	W	kcal/h	kcal/mtül	mm	mm	kcal	
Z01	ANTRE	18		407	367					
Z02	SALON	22		3001	2700	2178	1400	600	3049.2	PKKP
Z03	YATAK ODASI	20		944	850	2287	500	600	1143.5	PKKP
Z04	YATAK ODASI	20		822	740	2287	400	600	914.8	PKKP
Z05	BANYO	24		275	247	2079	400	600	831.6	PKKP
Z06	BANYO	24		297	267	2079	400	600	831.6	PKKP
Z07	YATAK ODASI	20		737	663	2287	400	600	914.8	PKKP
Z08	MUTFAK	18		508	457	2382	400	600	952.8	PKKP
Z11	ANTRE	18		407	367					
Z12	SALON	22		3001	2700	2178	1400	600	3049.2	PKKP
Z13	YATAK ODASI	20		944	850	2287	500	600	1143.5	PKKP
Z14	YATAK ODASI	20		822	740	2287	400	600	914.8	PKKP
Z15	BANYO	24		275	247	2079	400	600	831.6	PKKP
Z16	BANYO	24		297	267	2079	400	600	831.6	PKKP
Z17	YATAK ODASI	20		737	663	2287	400	600	914.8	PKKP
Z18	MUTFAK	18		508	457	2382	400	600	952.8	PKKP
Z21	ANTRE	18		407	367					
Z22	SALON	22		2866	2580	2178	1400	600	3049.2	PKKP
Z23	YATAK ODASI	20		892	803	2287	400	600	914.8	PKKP
Z24	YATAK ODASI	20		822	740	2287	400	600	914.8	PKKP
Z25	BANYO	24		275	247	2079	400	600	831.6	PKKP
Z26	BANYO	24		280	252	2079	400	600	831.6	PKKP
Z27	YATAK ODASI	20		737	663	2287	400	600	914.8	PKKP
Z28	MUTFAK	18		485	437	2382	400	600	952.8	PKKP
Z31	ANTRE	18		407	367					
Z32	SALON	22		2866	2580	2178	1400	600	3049.2	PKKP
Z33	YATAK ODASI	20		892	803	2287	400	600	914.8	PKKP
Z34	YATAK ODASI	20		822	740	2287	400	600	914.8	PKKP
Z35	BANYO	24		275	247	2079	400	600	831.6	PKKP
Z36	BANYO	24		280	252	2079	400	600	831.6	PKKP
Z37	YATAK ODASI	20		737	663	2287	400	600	914.8	PKKP
Z38	MUTFAK	18		485	437	2382	400	600	952.8	PKKP

RADYATÖR VE TEFERRUATI HESAP ÇETVELİ										
ODANIN				RADYATÖRLERİN						
NO	ADI	SICAKLIĞI °C	HACMI m ³	HESAP	HESAP	BİRİM VERİMİ	UZUNLUK mm	YÜKSEKLİK mm	VERİMİ kcal	CİNSİ
				EDİLEN ISI KAYBI W	EDİLEN ISI KAYBI kcal/h					
401	ANTRE	18		490	441					
402	SALON	22		3203	2882	2178	1500	600	3267	PKKP
403	YATAK ODASI	20		1012	911	2287	500	600	1143.5	PKKP
404	YATAK ODASI	20		881	793	2287	400	600	914.8	PKKP
405	BANYO	24		298	268	2079	400	600	831.6	PKKP
406	BANYO	24		325	292	2079	400	600	831.6	PKKP
407	YATAK ODASI	20		808	727	2287	400	600	914.8	PKKP
408	MUTFAK	18		556	500	2382	400	600	952.8	PKKP
411	ANTRE	18		490	441					
412	SALON	22		3203	2882	2178	1500	600	3267	PKKP
413	YATAK ODASI	20		1012	911	2287	500	600	1143.5	PKKP
414	YATAK ODASI	20		881	793	2287	400	600	914.8	PKKP
415	BANYO	24		298	268	2079	400	600	831.6	PKKP
416	BANYO	24		325	292	2079	400	600	831.6	PKKP
417	YATAK ODASI	20		808	727	2287	400	600	914.8	PKKP
418	MUTFAK	18		556	500	2382	400	600	952.8	PKKP
421	ANTRE	18		490	441					
422	SALON	22		3063	2756	2178	1500	600	3267	PKKP
423	YATAK ODASI	20		958	863	2287	500	600	1143.5	PKKP
424	YATAK ODASI	20		881	793	2287	400	600	914.8	PKKP
425	BANYO	24		298	268	2079	400	600	831.6	PKKP
426	BANYO	24		307	276	2079	400	600	831.6	PKKP
427	YATAK ODASI	20		808	727	2287	400	600	914.8	PKKP
428	MUTFAK	18		531	478	2382	400	600	952.8	PKKP
431	ANTRE	18		491	442					
432	SALON	22		3063	2756	2178	1500	600	3267	PKKP
433	YATAK ODASI	20		958	863	2287	500	600	1143.5	PKKP
434	YATAK ODASI	20		881	793	2287	400	600	914.8	PKKP
435	BANYO	24		298	268	2079	400	600	831.6	PKKP
436	BANYO	24		307	276	2079	400	600	831.6	PKKP
437	YATAK ODASI	20		808	727	2287	400	600	914.8	PKKP
438	MUTFAK	18		531	478	2382	400	600	952.8	PKKP

EK 2 CD - Merkezi Sistem Kolektörlü ve Çok Kolonlu Isıtma Tesisatı ve Kolon Şeması Çizimi ve Bireysel Sistem Isıtma Tesisatı ve Kolon Şeması Çizimi ve Diğer Proje Hesapları, Kataloglar

Hesapların ve çizimlerin bulunduğu CD arka kapakta ek olarak sunulmuştur.



ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	05.02.1980	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1991-1998	Nişantaşı Anadolu Lisesi (E.H.S.)
Lisans	1998-2002	Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fak. Makine Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2003-2005	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Müh. Anabilim Dalı, Isı Proses Programı

Çalıştığı kurum(lar)

2002-Devam ediyor E.C.A.- Isı Grubu; Proje Geliştirme Sorumlusu