

**BARTIN İLİNDE KULLANILAN ISITMA SİSTEMLERİNİN EKONOMİK
VE ÇEVRESEL ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Yasemin OĞUZ

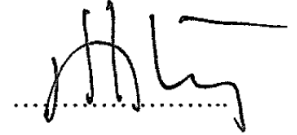
**Bartın Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**BARTIN
Ağustos 2013**

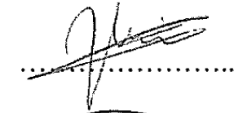
KABUL :

Yasemin OĞUZ tarafından hazırlanan “BARTIN İLİNDE KULLANILAN ISITMA SİSTEMLERİNİN EKONOMİK VE ÇEVRESEL ETKİLERİNİN İNCELENMESİ” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 15 / 08 / 2013

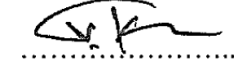
Başkan : Doç. Dr. Mehmet ÖZKAYMAK (K.Ü)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Halil ÇALIŞKAN (B.Ü.)

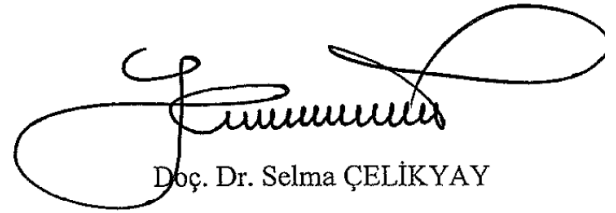


Üye : Yrd. Doç. Dr. Volkan KIRMACI (B.Ü.)



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. (15 / 08 / 2013).



Doç. Dr. Selma ÇELİKYAY

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Yasemin OĞUZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BARTIN İLİNDE KULLANILAN ISITMA SİSTEMLERİNİN EKONOMİK VE ÇEVRESEL ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Yasemin OĞUZ

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Volkan KIRMACI

Ağustos 2013, 135 sayfa

Bu çalışmada, Bartın’ da kullanılan ve kullanılmaya başlanacak olan ısıtma sistemlerinin ekonomik ve çevresel etkileri incelenmiştir. Bu amaçla Bartın’ da bulunan 4 farklı bina modeli ele alınmıştır. Isıtma sistemi olarak; kömürlü merkezi, fuel-oil merkezi, doğalgazlı bireysel, doğalgazlı merkezi olmak üzere dört farklı ısıtma sistemi incelenmiştir. Her bina modeli için ısı kaybı hesapları yapılmış, kullanılan ısıtma sistemine göre yıllık yakıt tüketimleri ve CO₂ emisyon miktarları belirlenmiş böylece hangi ısıtma sisteminin daha çevreci olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada maliyet analizi, hem binanın direkt doğalgazlı tasarlanması, hem de daha önce kömürlü merkezi ısıtma sistemi olan binanın doğalgaz merkezi ve doğalgaz bireysel sisteme dönüşümü göz önünde bulundurularak yapılmış, hangi sistemin daha ekonomik olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Isıtma sistemleri, doğal gaz, maliyet analizi, emisyon.

Bilim Kodu: 625.04.01

ABSTRACT

Master of Science Thesis

ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL EFFECTS OF HEATING SYSTEMS USED IN BARTIN

Yasemin OĞUZ

Bartın University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mechanical Engineering

Thesis Advisor: Assist. Prof. Dr. Volkan KIRMACI

August 2013, 135 pages

In this study, economical and environmental effects of heating systems used or will be used in Bartın were examined. For this purpose, 4 different types of buildings in Bartın were arranged. Four different heating systems; central natural gas, separate natural gas, central coal system and central fuel oil system were observed. The loss of heat for each building was calculated, the amount of annual fuel consumption and annual carbon dioxide emission was determined according to the heating system used, so the most ecologist system was identified. In this study, cost analysis was made by taking the buildings direct natural gas design and the transformation of a building which used to have central coal system to central or separate natural gas system into account.

Key Words: heating systems, natural gas, cost analysis, emission.

Science Code: 625.04.01

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca benden yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Volkan KIRMACI' ya, çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan Kezban Tuçe AYNACI, Safiye SAVTEKİN ve Erdiñç SAVTEKİN' e, manevi desteklerinden dolayı, her zaman yanımda olan Anneme, Babama ve tüm aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL:	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
TABLolar DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
1.1 LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	3
1.2 DÜNYA’ DA VE TÜRKİYE’ DE FOSİL YAKITLARIN GENEL DURUMU	9
1.3 DÜNYA’ DA FOSİL YAKITLARIN DURUMU	9
1.4 TÜRKİYE’ DE FOSİL YAKITLARIN DURUMU	11
BÖLÜM 2	13
ENERJİ VERİMLİLİĞİ.....	13
2.1 ISI YALITIMI	16
2.1.1 Isı Yalıtımının Enerji Tasarrufuna Etkisi.....	17
2.1.2 Isı Yalıtımının Isıl Konfora Etkisi	17
2.1.3 Isı Yalıtımının Ülkemizde Gelişim Süreci.....	20
2.1.3.1 TS 825 - Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı.....	21
2.1.4 TS 825 Binalarda Isı Kaybı ve Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı.....	23

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

2.1.4.1	Binalarda Isı Kaybı Hesap Metodu	23
2.1.4.2	Binalarda Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesap Metodu	28
BÖLÜM 3		37
ISITMA SİSTEMLERİ		37
3.1	TEKİL ISITMA SİSTEMLERİ (KAT VE VİLLA ISITMASI).....	38
3.1.1	Kombi Çeşitleri.....	42
3.1.1.1	Bacalı Kombiler.....	42
3.1.1.2	Hermetik Kombiler.....	43
3.1.1.3	Yoğuşmalı Kombiler	43
3.1.2	Tekil Isıtma Sistemlerinin Avantajları.....	44
3.2	MERKEZİ ISITMA SİSTEMLERİ	45
3.2.1	Sıcak Sulu Merkezi Isıtma Sistemleri.....	45
3.2.1.1	Tabi (Doğal) Dolaşımli Merkezi Isıtma Sistemleri	46
3.2.1.1.1	Alttan Dağıtmalı Tabi (Doğal) Dolaşımli Isıtma Sistemi	46
3.2.1.1.2	Üstten Dağıtmalı Tabi Dolaşımli Isıtma Tesisatı.....	47
3.2.1.2	Cebri (Pompa) Isıtma Sistemleri	48
3.2.1.2.1	Alttan Dağıtmalı Alttan Toplamalı Isıtma Sistemi	49
3.2.1.2.2	Üstten Dağıtmalı Alttan Toplamalı Isıtma Sistemi	51
3.2.1.2.3	Üstten Dağıtmalı Üstten Toplamalı Isıtma Sistemi	52
3.2.1.3	Merkezi Isıtma Sistemlerinin Avantajları.....	53
3.2.1.4	Merkezi Isıtma Sistemlerinin dezavantajları	54
3.3	BÖLGESEL ISITMA SİSTEMLERİ	54
3.3.1	Sıcak Sulu Bölge Isıtma Sistemleri.....	56
3.3.2	Kızgın Sulu Bölge Isıtma Sistemleri	57
3.3.3	Buhar İle Bölge Isıtma Sistemleri.....	57
3.3.3.1	Alçak Basınçlı Buharla Isıtma	58

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

3.3.3.2	Yüksek Basınçlı Buharla Isıtma	58
3.3.3.3	Vakumlu Buharla Isıtma.....	58
3.3.4	Bölgesel Isıtma Sistemlerinin Avantajları	58
3.4	ÖZEL ISITMA SİSTEMLERİ.....	59
3.5	ISITMA SİSTEMLERİNDE KULLANILAN YAKITLAR	59
3.5.1	Kömür	60
3.5.2	Fuel Oil	61
3.5.3	Doğalgaz	61
BÖLÜM 4		63
MATERYAL METOD		63
4.1	YAKACAKLAR.....	63
4.2	KAZAN HESABI	64
4.3	RADYATÖR HESABI	65
4.4	BRÜLÖR HESABI	66
4.5	GENLEŞME DEPOSU HESABI.....	66
4.7	YAKIT DEPOSU HACMİ HESABI	68
4.7	YILLIK YAKIT SARFIYATI	69
4.8	YILIK YAKIT TÜKETİMİ MALİYET HESABI.....	70
4.9	EMİSYON HESABI	70
4.10	EKONOMİK ANALİZ	71
4.10.1	YILLIK EŞDEĞER MALİYET METODU	72
BÖLÜM 5		74
ARAŞTIRMA VE BULGULAR		74
5.1	BARTIN İLİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ.....	74
5.2	ÇALIŞMADA KULLANILACAK OLAN BİNA MODELLERİ	74
5.3	ISI KAYBI HESABI.....	78

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

5.4	YILLIK YAKIT TÜKETİMİ HESABI	86
5.5	YILLIK YAKIT TÜKETİMİ MALİYET HESABI	89
5.6	YILLIK YAKIT TÜKETİMİNE BAĞLI OLARAK OLUŞAN EMİSYON HESABI	91
5.7	YENİ SİSTEMLERDE İLK YATIRIM MALİYET ANALİZİ	92
5.8	ESKİ SİSTEMLERDE DOĞALGAZ DÖNÜŞÜM MALİYET ANALİZİ	94
5.9	İŞLETME MALİYET ANALİZİ.....	96
5.10	YIILLIK EŞDEĞER MALİYET ANALİZİ	98
BÖLÜM 6		102
SONUÇ VE ÖNERİLER		102
6.1	SONUÇLAR	102
6.2	ÖNERİLER	106
KAYNAKLAR.....		108
ÖZGEÇMİŞ		136

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Kaynaklar bazında dünya enerji tüketimi oranları .	10
1.2 Kaynaklar bazında ülkemiz enerji tüketim oranları .	11
1.3 Kaynaklar bazında ülkemiz enerji üretim oranları	12
2.1 Türkiye nihai enerji tüketiminin sektörlere göre payları	15
3.1 Tek borulu tekil ısıtma sistemi.	39
3.2 Tek borulu tekil ısıtma sisteminde radyatörün bağlanma şekli.	39
3.3 Alttan dağıtıp alttan toplamalı çift borulu kat kaloriferi.	40
3.4 Üstten dağıtıp alttan toplamalı çift borulu kat kaloriferi.	40
3.5 Üstten dağıtıp üstten toplamalı çift borulu kat kaloriferi.	40
3.6 Kombin tesisata bağlantısı	41
3.7 Bacalı kombi şematik görünümü.	42
3.8 Hermetik kombi şematik görünümü.	43
3.9 Alttan dağıtım tabi dolaşım ısıtma sistemi.	47
3.10 Üstten dağıtım tabi dolaşım ısıtma tesisatı.	48
3.11 Kapalı genleşme depolu alttan dağıtım alttan toplamalı ısıtma sistemi.	49
3.12 Açık genleşme depolu alttan dağıtım alttan toplamalı ısıtma sistemi.	50
3.13 Kapalı genleşme depolu üstten dağıtım alttan toplamalı ısıtma.	51
3.14 Açık genleşme depolu üstten dağıtım alttan toplamalı ısıtma.	52
3.15 Düz geri dönüşümlü 2 borulu dağıtım sistemi.	55
3.16 Ters geri dönüşümlü 2 borulu dağıtım sistemi.	56
5.1 Tip-1 normal kat planı	76
5.2 Tip-2 normal kat planı	76
5.3 Tip-3 normal kat planı	77
5.4 Tip-4 normal kat planı	77
5.5 XPS yalıtımlı tuğla duvar detayı şematik kesiti.	78
5.6 XPS yalıtımlı betonarme duvar detayı şematik kesiti.	79
5.7 Toprağa temas eden xps yalıtımlı betonarme duvar detayı şematik kesiti.	79

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
5.8 XPS yalıtımlı taban (toprağa oturan döşeme) detayı şematik kesiti.	80
5.9 XPS yalıtımlı tavan (üzeri ısıtılmayan çatı) detayı şematik kesiti.	80
5.10 Bina modelleri için hesaplanmış yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaç miktarları.....	82
5.11 Bina modelleri için hesaplanmış daire başına düşen ısıtma enerjisi ihtiyacı.	82
5.12 Yalıtım ve yalıtımsız durumda hesaplanmış yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaç miktarları.....	83
5.13 Bina modelleri için hesaplanmış aylar bazında ısıtma enerjisi miktarları.....	86
5.14 Bina modelleri için hesaplanmış toplam yakıt miktarı.....	88
5.15 Bina modelleri için hesaplanmış daire başına düşen yakıt miktarı.	88
5.16 Bina modelleri için hesaplanmış toplam yakıt maliyetleri.	90
5.17 Bina modelleri için hesaplanmış daire başına düşen yakıt maliyetleri.	90
5.18 Bina modelleri için hesaplanmış yakıt tüketimine bağlı oluşan emisyon miktarları.	91
5.19 Isıtma sistemlerinin toplam ilk yatırım maliyetleri (TL).	92
5.20 Isıtma sistemlerinin daire başına düşen ilk yatırım maliyetleri (TL / Daire).....	93
5.21 Yeni sistemlerde doğalgazlı merkezi sistem ısıtma sistemi ile bireysel ısıtma sisteminin ilk yatırım maliyetlerinin karşılaştırılması (TL / Daire).	94
5.22 Kömürlü merkezi ısıtma sisteminden doğalgaza dönüşümün ilk yatırım maliyet değerleri.	95
5.23 Isıtma sistemlerinin daire başına düşen işletme maliyetleri açısından karşılaştırılması.	98
5.24 Toplam maliyet analizi.....	99

TABLÖLAR DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Enerji verimliliği açısından ülkelerin kıyaslanması	14
2.2 İç ortam ile iç yüzey sıcaklıkları arasındaki sıcaklık farklarının konfora etkisi.	18
2.3 TS 825'e göre ısıtma derece gün bölgeleri	22
2.4 Birleştirilmiş ısıtım katsayısı (Z_d) değerleri.	25
2.5 Önerilen kat yükseklik artırımları (Z_w)	25
2.6 Yön artırım (Z_h) değerleri	26
2.7 Pencere ve kapılar için hava sızıntı katsayısı (a)	27
2.8 Yapı durum katsayısı (h) değerleri.....	28
2.9 TS 825'e göre bölgelere göre yapı bileşenleri için tavsiye edilen u değerleri.	31
2.10 Binanın bulunduğu yerleşim bölgesinin özelliğine göre $r_{i,ay}$ değerleri.	33
2.11 Güneş enerjisi geçirme faktörü değerleri.	33
2.12 Aylık ortalama güneş ışıınımı şiddeti.....	33
2.13 Farklı derece gün (DG) bölgeleri için dış sıcaklık değerleri.	35
2.14 A/V oranına göre azami yıllık ısıtma enerjisinin (Q') sınır değerleri.....	35
4.1 Yaklaşık yakıt alt ısıtma değerleri	63
4.2 Kazanların yaklaşık ısıtma verimleri (η_k)	64
4.3 Tesisatın durumuna göre ısıtım katsayısı (Z_r) değerleri.	65
4.4 Kazan ısıtma yüzeyi verdisi değerleri (K_v).	65
4.5 D tank doluluk oranı.....	69
4.6 Yakıtların birim fiyatları.	70
4.7 Yakıtların fseg (CO_2) dönüşüm katsayıları.	71
4.8 Isıtma sistemlerinin ekonomik ömürleri.	73
5.1 Çalışmada kullanılan bina modelleri.	75
5.2 Yalıtım yapılmış bina modelleri için hesaplanmış yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaç miktarları	81
5.3 Yalıtım ve yalıtımsız durumda hesaplanmış yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaç miktarları.	83
5.4 Tip-1 için aylık ısıtma enerjisi ve ısı kaybı miktarları.	84

TABLÖLAR DİZİNİ (Devam Ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
5.5 Tip-2 için aylık ısıtma enerjisi ve ısı kaybı miktarları.	84
5.6 Tip-3 için aylık ısıtma enerjisi ve ısı kaybı miktarları.	85
5.7 Tip-4 için aylık ısıtma enerjisi ve ısı kaybı miktarları.	85
5.8 Tip-1 için yakıt tüketim miktarları.	87
5.9 Tip-2 için yakıt tüketim miktarları.	87
5.10 Tip-3 için yakıt tüketim miktarları.	87
5.11 Tip-4 için yakıt tüketim miktarları.	87
5.12 Tip-1 için yakıt tüketimi maliyet miktarları.	89
5.13 Tip-2 için yakıt tüketimi maliyet miktarları.	89
5.14 Tip-3 için yakıt tüketimi maliyet miktarları.	89
5.15 Tip-4 için yakıt tüketimi maliyet miktarları.	90
5.16 Bina modelleri için hesaplanmış yakıt tüketimine bağlı oluşan emisyon miktarları.	91
5.17 Isıtma sistemlerinin toplam ilk yatırım maliyetleri (TL)	92
5.18 Isıtma sistemlerinin daire başına düşen ilk yatırım maliyetleri (TL / Daire)	93
5.19 Kömürlü merkezi ısıtma sisteminden doğalgaza dönüşümün ilk yatırım maliyet değerleri (TL).	95
5.20 Isıtma sistemlerinin işletme maliyeti değerleri (TL / Daire)	97
5.21 Toplam maliyet analizi.	99

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a	:	Hava sızıntı katsayısı
A	:	Isı transfer yüzey alanı
A_d	:	Taban/döşeme alanı
A_{dsis}	:	Düşük sıcaklıktaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının alanı
A_D	:	Dış duvarın alanı
A_i	:	İ yönündeki toplam pencere alanı
A_P	:	Pencere alanı
A_T	:	Tavan alanı
A_t	:	Taban/döşeme alanı
$A/P, A/F$	:	Bileşik faiz faktörü
B	:	Yakıt sarfiyatı
B_p	:	Depolanacak yakıt miktarı
B_y	:	Yıllık yakıt sarfiyatı
C	:	Suyun özgül ısınma ısısı
D	:	Z_D artırımında kullanılan katsayı
F	:	Paranın gelecekteki değeri
g	:	Suyun yoğunluğu
$g_{i,ay}$	:	Güneş enerjisi geçirme faktörü (i yönünde saydam elemanların)
H	:	Özgül ısı kaybı
H_i	:	Isı geçişi yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
H_h	:	Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
H_p	:	Sirkülasyon pompasının basıncı

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

H_u	:	Yakıtın alt ısı değeri
$I_{i,ay}$	:	İ yönünde dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışıınımı şiddeti
KKO_{ay}	:	Aylık kazanç kayıp oranı
I	:	Yapı elemanında (varsa) ısı köprüsü uzunluğu
$\dot{I}$	:	Yıllık faiz oranı
L	:	Pencere / kapının açılan kısımların çevre uzunluğu (m)
L	:	Sistemdeki toplam boru metrajı
M_{ILK}	:	İlk yatırım maliyet
$M_{İş}$	:	İşletme maliyet
M_H	:	Hurda değeri
M	:	Yakıtın mol ağırlığı
N	:	Sistemin ekonomik ömrü
n_h	:	Hava değişim katsayısı (l/h)
P	:	Paranın şimdiki değeri
P_0	:	Kapalı genleşme tankı ön basıncı
P_e	:	Kapalı genleşme tankı üst basıncı
P_{ef}	:	Effektif basınç
P_{hst}	:	Hidrostatik basınç
Q	:	Toplam ısı kaybı
Q_{ay}	:	Aylık ısı kaybı miktarı
Q_i	:	İletimsel ısı kaybı
Q_k	:	Kazan kapasitesi
Q_s	:	Enfiltrasyon ısısı

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

$Q_{yıl}$	:	Yıllık ısı kaybı miktarı
Q_0	:	Artırımsız ısı kaybı
R	:	Oda durum katsayısı (boyutsuz)
$r_{i, ay}$	:	İ yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörleri
$T_{dış}$	:	Dış ortam sıcaklığı
$\theta_{d, ay}$	:	Aylık ortalama dış hava sıcaklığı
$T_{iç}$	:	İç ortam sıcaklığı
$T_{i, ay}$	:	Aylık ortalama iç hava sıcaklığı
U_D	:	Dış duvarın ısı geçirgenlik katsayısı
U_P	:	Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı
U_T	:	Tavanın ısı geçirgenlik katsayısı
U_t	:	Zemine oturan tabanın/döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı
U_d	:	Dış hava ile temas eden tabanın ısı geçirgenlik katsayısı
U_{dsic}	:	Düşük sıcaklıktaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayısı
V	:	Yakıt tankı hacmi
V_e	:	Isıtma sisteminde genleşen su miktarı
V_h	:	Havalandırılan hacim
V_n	:	Genleşme deposu hacmi
V_p	:	Sirkülasyon pompasının debisi
V_s	:	Sistemde (kazan, borular, radyatör) dolaşan gerçek su hacmi
V_v	:	Isıtma sisteminde su ön hacmi
Z	:	Sistemdeki toplam kayıplar

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

Z_A	:	Soğuk dış yüzey ısı kaybı artırımı
Z_D	:	Birleştirilmiş artırım katsayısı
Z_e	:	Katsayı (hacmin pencere sayısına göre tespit edilir)
Z_g	:	Günlük çalışma süresi
Z_H	:	Yön zammı
Z_R	:	Sabit (ana borular ve kat borularına göre tanımlanmış)
Z_U	:	Kesintili ısıtma rejimi artırımı
Z_W	:	Kat zammı
Z_y	:	Yıllık çalışma süresi zammı
η	:	Verim
η_{ay}	:	Kazanç kullanım faktörü
η_k	:	Kazan verimi
$\varphi_{g,ay}$	:	Aylık iç sıcaklık kazancı
$\varphi_{i,ay}$	:	Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı

KISALTMALAR

AB	:	Avrupa Birliği
BK	:	Bodrum kat
$BYKP$	:	Beş yıllık kalkınma planı
DPT	:	Devlet Planlama Teşkilatı
$EİE$	:	Elektrik işleri etüt idaresi
$EPDK$	:	Enerji piyasası denetleme kurulu
$GSYİH$	:	Gayri safi yurt içi hâsıla
KEP	:	Kilogram eşdeğer petrol

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

<i>MTEP</i>	:	Milyon ton eşdeğer petrol
<i>NK</i>	:	Normal kat
<i>TEP</i>	:	Ton eşdeğer petrol
<i>TS</i>	:	Türk standartları
<i>ZK</i>	:	Zemin kat
<i>YEM</i>	:	Yıllık eşdeğer maliyet
<i>PETDER</i>	:	Petrol sanayi derneği

.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Enerji, temel ihtiyaçların karşılanması ve yaşamın sürdürülebilmesi için vazgeçilmez bir unsurdur. Ekonomik ve sosyal kalkınmanın temel girdilerinden biri olan enerji, dünyanın ve insanlığın geleceğini belirleyen öğelerden biri olacaktır. Günümüzde teknolojik gelişmeler ile insanların yaşam standartları ve ihtiyaçları sürekli olarak değişmektedir. Bu değişim içerisinde geçen her gün enerji ihtiyacı daha da artmaktadır. Günümüz de tüketilen enerji miktarı bir toplumun teknoloji bakımından ne kadar fazla geliştiğini gösteren bir ölçüt olarak kabul edilmektedir.

Dünyadaki nüfus artışı ve sanayileşme sürecine paralel olarak enerjiye duyulan talep gittikçe artmaktadır. Enerjideki hızlı talep artışı sonucu klasik enerji kaynakları olarak adlandırılan fosil yakıtlar (petrol, doğalgaz, kömür, fuel-oil) hızla tükenmekte ve buna bağlı olarak enerji fiyatının gittikçe artması sonucu, enerjinin daha verimli ve daha ekonomik kullanılmasına yönelik çalışmalar artmaktadır. Fosil yakıt olarak kullanılan kaynakların tükenmesi ile beraber enerji konusunda dünya’da ve ülkemizde çeşitli enerji politikaları planlanmış ve uygulanmaya başlanmıştır.

Yüzyılımızın en önemli sorunlarından biri olan enerji, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için büyük ölçüde önemli olup, giderek pahalılaşan üretim, işgücü, ısınma ve taşımacılık gibi alanlar arasında yerini almıştır. Bu sebeple son yıllarda petrol fiyatlarındaki artış hükümetleri yeni enerji kaynaklarına ve çeşitli önlemler almaya yöneltmiştir. Alınan önlemler arasında daha verimli taşıt motorları, elektrik makineleri, ısıtma sistemleri ve binaların yalıtımı gibi araştırma alanları yer almakta ve bu amaçla yeni teknolojiler geliştirilmektedir. Alınan bu önlemler ve geliştirilen teknolojiler ile enerjinin daha verimli ve ekonomik kullanılması amaçlanmıştır.

Dünya’ da kullanılan enerjinin büyük bir kısmı konutlarda tüketilmektedir. Konutlarda kullanılan enerjinin yaklaşık % 82’ si konutların ısıtılması amacıyla kullanılmaktadır (Çomaklı vd. 2011). Bu nedenle konutlarda kullanılan ısıtma sistemlerinin tasarımı, kullanılacak yakıtın türü ve yapı bileşenlerinde kullanılan yalıtım malzemesinin cinsi, enerjinin daha verimli kullanılması açısından son derece önemlidir. Konutların ısıtma sistemlerinin seçiminde farklı faktörler belirleyici olmaktadır. Bu faktörler arasında, konutun kullanım amacı, yalıtım malzemesi, yakıt türü ve projenin bütçesi gibi kriterler yer almaktadır. Isıtma tekniği sürdürülebilirlik, güvenlik, ekonomiklik, konfor ve çevre açısından düşünülerek tasarlanmalıdır.

Bartın ilinde 2013 yılı sonu ile 2014 yılı başında konutlarda doğalgaz kullanılması planlanmaktadır. Bartın ilinde mevcut merkezi ısıtma sistemlerinde, katı yakıt olarak Zonguldak kömürü, ithal kömür ve sıvı yakıt olarak ise fuel oil kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, 2013 yılı sonunda konutlarda doğalgaz kullanımının başlayacak olması ile birlikte tüketicilerin merkezi ısıtma sistemlerinde kullandıkları mevcut yakıtlar ile konutlarda yeni kullanılmaya başlanacak olan doğalgazın karşılaştırılması yapılarak, kullanıcılara ve şehre sağlayacağı avantajların belirlenmesidir. Bunun için Bartın ilinde genel bina yapısı olarak kullanılan dört farklı bina projesi belirlenmiştir. Belirlenen binaların ısıtılmasında Zonguldak maden kömürü, fuel oil ve doğalgaz yakıtları ile çalışan merkezi ısıtma ve bireysel ısıtma sistemleri tasarlanmıştır. Bu tasarlanan ısıtma sistemleri, kurulum maliyeti, işletme maliyeti, çevreye verdikleri zarar, ısı enerjisi ve elde edilecek olan konfor şartları teorik olarak birbirleri ile karşılaştırılarak avantaj ve dezavantajları belirlenmiştir.

1.1 LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Çalışmanın bu kısmında ısıtma sistemleri ve enerji verimliliği alanlarında literatür çalışması yapılmıştır.

Efe (2008) yaptığı yüksek lisans çalışmasında, Erzurum ili için belirlemiş olduğu 6 farklı tipte tasarlanan her bir bina modelini tek tek inceleyerek, bina nizamı ile ısı kaybı arasındaki ilişkiyi vurgulamıştır. Isıtma sistemlerini ilk yatırım maliyeti ve işletme maliyeti değerleri açısından karşılaştırmıştır. Ayrıca yakıtların emisyon değerlerini hesaplayarak, hangi yakıtın daha çevreci olduğunun tespitini yapmış, bu çalışma sonucunda doğalgazlı merkezi ısıtma sistemlerinin en ekonomik ve en çevreci sistem, en temiz yakıtın ise doğalgaz olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Morgül (2004) yaptığı yüksek lisans çalışmasında, binalarda sık kullanılan ısı yalıtım malzemeleri ve ısı yalıtım uygulamalarını teknik ve ekonomik açıdan incelemiştir. Çalışmada örnek bir bina seçilmiş ve bu binaya dört farklı ısı yalıtım uygulaması yapılmıştır. Binaya uygulanan dört farklı ısı yalıtım uygulamasının ısı kaybı hesapları yapılmış ve yalıtım kalınlıkları belirlenmiştir. Yalıtım kalınlıkları ve yalıtım uygulamalarına göre yakıt tüketimleri temel alınarak ekonomik analizler yapılmıştır. Doğru yapılmış bir yalıtımın yakıt tüketimini ciddi oranda azalttığı tespit edilmiştir.

Onaylı (2002) yüksek lisans çalışmasında, dünyada ısı yalıtımı ile ilgili yapılan çalışmaları, ısı yalıtım malzemelerinin özelliklerini ve yapılarda yalıtım uygulamasının bina üzerine etkilerini incelemiş, yapılan çalışma sonucunda binalara uygulanan yalıtım ile daha konforlu ortamlar oluşturulduğu sonucuna ulaşmıştır.

Çomaklı ve Yüksel (2002), Çelik ve Yüksel (1992) yaptıkları çalışmalarında, Erzurum için dış duvarlarda optimum yalıtım kalınlığı değerlerini hesaplamışlardır. Yapılan bu çalışmalarda, Erzurum için optimum yalıtım kalınlığı 10 cm bulunmuş ve bu yalıtım kalınlığına uyulması durumunda dış duvarlardaki ısı kaybının yalıtımsız duvara göre yaklaşık % 80 oranında azalacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Bayer (2006) yaptığı yüksek lisans çalışmasında, yapılarda sık kullanılan ısı yalıtım malzemeleri ve bu malzemelerden istenilen özellikler detaylı olarak anlatılmış, duvar yalıtımında kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin teknik özellikleri karşılaştırılmıştır. Yapıların duvar, çatı ve döşeme kısımlarına uygulanan ısı yalıtım teknikleri ve yalıtım uygulamasında kullanılan malzemeler incelenmiştir. TS 825 ısı yalıtım kuralları esas alınarak örnek bir bina için öncelikle yalıtımsız olarak, daha sonra ise alternatif ısı yalıtım malzemeleri kullanılarak oluşturulan ısı yalıtım uygulamaları ile örnek binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı, özgül ısı kaybı hesapları ve maliyet analizleri yapılmıştır. Bayer çalışmasında, ısı yalıtımı için yapılan yatırım maliyetinin bina maliyetine yaklaşık oranının % 3,8 ve geri ödeme süresinin 4-5 yıl arasında olduğunu belirlemiştir.

Aydın (2000) yaptığı çalışmasında, pencerelerdeki iki cam arasındaki hava tabaka kalınlığının ısı kayıplarına etkisini inceleyerek, Ankara, Kars, Trabzon ve Antalya illeri için optimum hava tabaka kalınlıklarını hesaplamıştır. Bu çalışmaya göre hava tabaka kalınlıkları, Antalya için 18-21, Ankara ve Trabzon için 15-18, Kars için 12-15 mm olarak bulunmuştur. Bu değerlere uyulması halinde pencerelerden olan ısı kayıplarının, Antalya'da % 40, Trabzon'da % 34, Ankara'da % 29 ve Kars'ta % 21 azalacağı tespit edilmiştir.

Song (2000) yaptığı çalışmasında, ısıtma sistemlerini, toplam enerji sistemi açısından inceleyerek gerçek yakıt maliyetlerini hesaplamıştır. Ayrıca bu sistemleri, çevreye yaydıkları zararlı emisyon değerleri açısından incelemiştir.

Bakos vd. (1999), merkezi ısıtma sistemlerinde yakıt tasarrufunu sağlamak için enerji yönetim metodu geliştirmiş, bu metodu gerçek bir sistemde uygulamış ve % 14 lük bir yakıt tasarrufu sağlandığını tespit etmiştir.

Ulaş (2010) yapmış olduğu çalışmasında, ülkemizin en yaygın kurumu olan okullarımızın yürürlükteki ısı yalıtım kurallarına göre yapılması durumunda, elde edilecek enerji tasarrufu, maliyeti ve çevreye etkisi açılarından incelemiştir. Çalışmasında önce binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacına göre (ısıtma sisteminin ısıtma sezonu boyunca kapatılmadığı, bina iç ortam sıcaklığının 20 °C tutulduğunu varsayarak), ısı kaybı, yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonu hesaplanmıştır. Daha sonra ısıtma sisteminin uygulamada varsayılan yakma rejimine göre ısı

kaybı, yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonu hesaplanmış, yaşam döngüsü maliyet analizi yöntemi kullanılarak ekonomik analiz yapılmıştır. Maliyet analizlerinde yıllık kullanılan (gerçek) yakıt miktarı dikkate alınmıştır.

İleri ve Moshiri (1996) tarafından yapılan çalışmada, farklı tipteki ısıtma sistemlerinin farklı iller için enerji ve ekonomik analizi yapılmıştır.

Türkeri (2005) tarafından yapılan çalışmada, merkezi ve bireysel ısıtma sistemleri karşılaştırmıştır. Bireysel ve merkezi ısıtma sistemlerinin 20 daireli bir apartman modelinde karşılaştırılması sonucu ilk yatırım maliyeti, işletme giderleri, amortisman giderleri ve diğer giderlerin toplamı olan toplam maliyet açısından 20 daireli bir apartman için merkezi ısıtma sisteminin daha ekonomik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yazıcı vd. (2012) tarafından yapılan çalışma sonucunda, doğalgazın bina ısı ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanımının linyit kömür, motorin ve fuel oile göre daha ucuz olduğu, ayrıca diğer üç yakıtı göre çevreye en az emisyon yayan yakıt olduğu görülmüştür. Bu sebeple bina ısıtmasında doğalgaz kullanımının yaygınlaştırılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kürekçi vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada, ülkemizde bulunan tüm iller için optimum yalıtım kalınlıkları belirlenmiş, Bartın ili için yalıtım malzemesi olarak XPS kullanıldığında optimum yalıtım kalınlığı 0,08 m olarak hesaplanmıştır.

Selalmaz (1997) yaptığı yüksek lisans çalışmasında, doğalgaz hakkında bilgiler vermiş, önümüzdeki yıllarda doğal gaz ihtiyacını karşılamak için yapılması gereken yatırımlar sunmuştur. Katı, sıvı ve gaz yakıtlar ile yanma sonucu çıkan ürünlerin karşılaştırılmasını yapmıştır. Bu çalışmada ısıtma sistemleri karşılaştırılmış ve ağırlıklı olarak doğalgazlı ısıtma sistemleri anlatılmıştır. Isıtma sistemlerinde bacanın önemi vurgulanmıştır. Çalışmada doğalgaz tesisatı anlatılmış, doğalgaz tesisatı yapılırken uyulması gereken kurallar açıklanmıştır. Ayrıca, merkezi ve bireysel olarak ısıtılan doğalgazlı konutlara ait projeler sunulmuştur. Örnek bir proje üzerinde kazan dairesinin doğalgaza dönüşüm projesi çizilerek basınç kaybı ve kazan dairesi hesapları yapılmıştır.

Çabukoğlu (1999) yaptığı yüksek lisans çalışmasında, ısıtma sistemi olarak bölgesel ısıtma, merkezi ısıtma, bireysel ısıtma baz alınarak, radyatörlü ısıtma, döşemeden ısıtma sistemlerin ekonomik boyutunu incelemiştir. Bütün bu çalışmaları yaparken konutlarda en çok ısı kaybı ve kazancının meydana geldiği kısımların optimum izolasyon kalınlığı belirlenerek yalıtımın yapılması gerektiğini vurgulamıştır. Böylece istenen düzeyde enerji ekonomisi, ısı konfor ve daha az hava kirliliği sağlamanın mümkün olacağı sonucuna ulaşmıştır.

Acarkan (2005) yaptığı yüksek lisans çalışmasında, bireysel ve merkezi ısıtma sistemlerinde verimlilik ve ekonomiklik analizi yapmış, hazırlanan karşılaştırma tabloları doğrultusunda, merkezi ısıtma sistemlerinde, bireysel ısıtma sistemine göre, ilk yatırım maliyeti olarak yaklaşık % 30' luk bir kazanç sağlandığı görülmüştür. Ayrıca binalarda yalıtım uygulanması ile yaklaşık % 20' lik bir enerji tasarrufu sağlandığı tespit edilmiştir.

Savaşan (2007) yaptığı yüksek lisans çalışmasında, merkezi ve bireysel ısıtma sistemlerinin termoekonomik analizini yapmış, bireysel ısıtma sistemlerinde ilk yatırım maliyetinin merkezi ısıtma sistemlerine göre daha fazla olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Demir (2000) yaptığı yüksek lisans çalışmasında, İstanbul'da bulunan 12 daireli bir apartmanın ısıtılması için merkezi sistem (klasik merkezi sistemle ısıtmadan farklı olarak her daire girişinde ısı sayacı kullanılmıştır) ile bireysel (kombili) sistemin yatırım ve işletme maliyetleri yönünden karşılaştırılması yapmıştır. Merkezi ısıtma sistemlerinin işletme ve yatırım maliyeti açısından en ekonomik sistem olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Öztürk (2001) yaptığı yüksek lisans çalışmasında Eskişehir merkez ilçede bulunan 27 mahalleye ait bina bazında kat sayısı, konut sayısı, ısıtma sistemi ve yakıt türünü içeren veriler değerlendirilerek yanmadan kaynaklanan karbon monoksit, azot oksitler, kükürt oksitler, partikül maddeler ve hidrokarbon emisyonları emisyon faktörleri kullanarak hesaplamıştır. Isınma amaçlı çevreye salınan emisyon miktarları oranlarının oldukça yüksek olduğu, konutsal ısıtma amaçlı kullanılabilecek yakıt türlerinin ve bu yakıtların verimli yakılmasını sağlayacak sistemlerin araştırılmasına ve Eskişehir'de mevcut jeotermal kaynakların bu açıdan değerlendirilmesine ihtiyaç olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Şengüllü (1997) yaptığı yüksek lisans çalışmasında, ısıtma sistemlerinde otomatik kontrol sistemleri kullanılarak yakıt sarfiyatının azaltılması ve azami yakıt tasarrufunun sağlanması konusunu incelemiş, mevcut ve yeni kurulacak ısıtma sistemlerinde, otomatik kontrol sistemlerinin kullanılması durumunda yakıt sarfiyatından % 35-40 tasarruf sağlanabileceği sonucuna ulaşmıştır.

Güleç (1996) yaptığı yüksek lisans çalışmasında, sıvı yakıt ve doğal gaz ayrı ayrı esas alınarak otomatik kontrol ile elde edilen yıllık yakıt tasarrufunun mertebesi, farklı kontrol sistemlerinin özellikleri ve bunlar arasındaki tasarruf farkları esas almıştır. Kurulan bu teorik model yardımıyla farklı kontrol sistemlerinin performansı, örnek olarak seçilen yılların meteorolojik datalar kullanılarak, oluşturulan bilgisayar programıyla parametrik olarak incelemiştir. Her durumdaki yıllık yakıt harcamaları ve ortalama sistem verimleri hesaplamış, en iyi durumda bile elle kontrol ile otomatik kontrol arasında yıllık en az % 9 mertebelerinde yakıt tasarrufu sağlandığı sonucuna ulaşmıştır.

Manas (1995) yaptığı yüksek lisans çalışmasında, örnek bir fabrikanın tesisat hesabı ve fabrikanın doğalgaza geçişi üzerinde durmuş, tesisat ekipmanlarının seçimini yapmış ve projelendirmiştir. Doğalgaza geçildiğinde fabrikaya getireceği avantajlar belirlemiş, ayrıca fabrikanın 1991 ve 1992 yıllarında kullandığı diğer yakıt maliyetlerini doğalgaz eşdeğeri olarak karşılaştırılmasını yapmıştır.

Küçükçalı (1993) yaptığı çalışmasında, iyi bir ısıtma sisteminin işletme maliyetinin % 30 - %50 daha az olabileceği düşünülürse, kazan kuruluş maliyetinin tamamını bir yıla yakın sürelerde bile amorti etmenin mümkün olabileceği, ayrıca servis, yedek parça, tamir ve bakım maliyetleri ve ekonomik ömür faktörleri kazan ve sistem seçerken mutlaka dikkate alınması gerektiği üzerinde durmuştur. Bu çalışmaya göre bir ısıtma sistemi seçimi yapılıyorsa öncelikle işletme projesi adını verebileceğimiz bir maliyet hesabı yapılmalıdır. Ancak, bu hesabın sonunda, kullanılacak yakıt cinsi, kazan tipi, kontrol sistemi gibi konularda karar verilmelidir. Bu çalışmada Küçükçalı detaylı bir hesap yöntemi ile yıllık sistem maliyetinin bulunmasını anlatmıştır. Bu yöntem uygulanarak yapılan değerlendirmede, yıllık maliyetler açısından ana ögenin yakıt maliyeti olduğu, hatta bu ögenin yatırım maliyetlerinden bile fazla yer tuttuğu görülmüştür. Ayrıca yakıt maliyetlerinin oluşmasında, yakıt fiyatından

çok sistemin ve yakıtın iyiliğinin rol oynadığı görülmüştür. Yıllık yüksek işletme verimine sahip sistemlerin pahalı yakıt kullanılsa bile daha ucuz olabileceği ortaya çıkmıştır.

Can (1994) yaptığı çalışmada, Ülkemizde, özellikle büyük kentlerde hava kirliliği, büyük ölçüde kışın baca dumanlarından ve motorlu taşıtların egzozlarından çıkan gazlardan meydana geldiğini, hava kirliliğini önleme yanında enerji tasarrufu ve ucuz ısınmayı sağlamak için batıda uzun yıllardan beri kent veya bölge ısıtması başarı ile uygulandığı vurgulanmıştır. Bu makalede Can, özellikle büyük yerleşim alanlarında yakıt, kazan ve işletme uyumsuzluğundan kaynaklanan hava ve çevre kirliliğinin önlenmesi, enerji tasarrufu ve ekonomik şartlar nedeniyle konutların ısı üretim altyapılarını dikkatli ve ayrıntılı bir fizibilite çalışması sonunda belirlenmesinin önemi vurgulamıştır. Bu çalışmada üniversite kampusu için yapılan kızgın sulu, buharlı ve münferit ısıtma sistemleri arasındaki karşılaştırmada kızgın sulu sistemlerin yaklaşık % 30' luk ekonomik avantaj sağladığı görülmüştür. Merkezi ısıtma sistemlerinde, kömür yerine depolama sorunu olmayan doğalgazın kullanılması ile çevre kirliliğini azaltma açısından büyük yarar sağlanacağı sonucuna ulaşmıştır.

Küçükçalı yaptığı çalışmada, ısıtma sistemlerinde ve ekipmanlarında gelişmelerin çok hızlı olduğunu vurgulamıştır. Küçükçalı bu çalışmada sıcak sulu ısıtma sistemlerinde kullanılan kazan ve brülörlerdeki gelişmeleri anlatmıştır. Öte yandan özellikle hafta sonu evlerinde kesintili çalışmanın yarattığı yüksek yakıt tüketimi ve konforsuzluk üzerinde durmuş ve bunun önlemleri konusunda önerilerde bulunmuştur.

Özsoy (2009) yaptığı çalışmada, Isparta' da merkezi ısıtma sistemi kullanan konutlarda oturanların ısıtma sisteminden memnuniyetleri ve şikayetleri bir alan araştırması ile incelemiştir. Yapılan çalışma sonucunda apartman sakinlerinin önemli bir kısmında çeşitli derecelerde ısıtma sisteminden memnuniyetsizlik gözlenmiştir. Isınma problemlerini azaltmak amacıyla daha adil bir paylaşım için tüketim temelli ölçme ve faturalandırma yapan ısı paylaşım sistemlerine de fazla sıcak bakılmadığı yapılan anket çalışması ile görülmüştür.

1.2 DÜNYA’ DA VE TÜRKİYE’ DE FOSİL YAKITLARIN GENEL DURUMU

Fosil yakıtlar, hidrokarbon içeren kömür, fuel-oil, petrol ve doğalgaz gibi doğal enerji kaynaklarıdır. Fosil yakıtlar, ölmüş canlı organizmaların oksijensiz ortamda milyonlarca yıl boyunca çözülmesi ile oluşmaktadırlar. Fosil yakıtlar, Dünya’ da birçok alanda geniş bir kullanım alanına sahiptirler. Dünya’ da kullanılan enerji birincil ve ikincil enerji kaynağı olmak üzere iki farklı şekilde ifade edilmektedir. Birincil enerji kaynakları, doğada bulundukları şekilde kullanılarak enerji üretebilen kaynaklardır. İkincil enerji kaynakları ise birincil enerji kaynaklarının kullanılması ile elde edilen enerji kaynaklarıdır. Kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil yakıtlar birincil enerji kaynağı olup, bunların kullanılması ile elde edilen elektrik ve ısı enerjisi ikincil enerji kaynaklarıdır (Efe 2008).

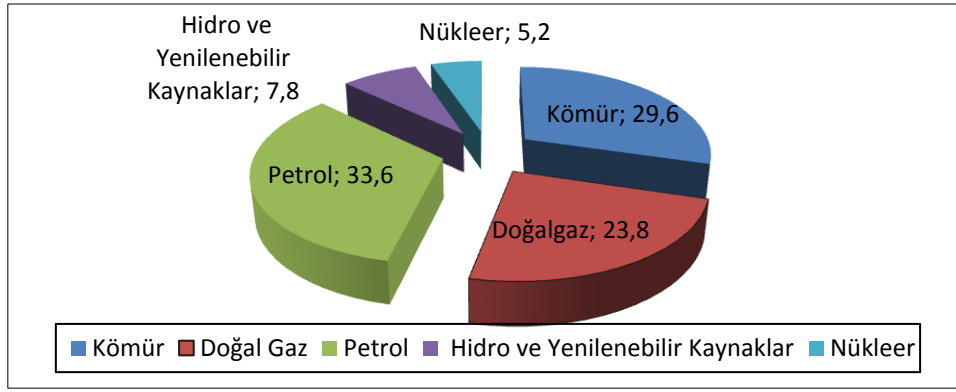
1.3 DÜNYA’ DA FOSİL YAKITLARIN DURUMU

Enerji, kullanım oranı ülkelerin gelişmişlik ve toplumların çağdaşlık oranını belirlemektedir. Dünya enerji tüketimi,

- Sanayideki gelişmeler,
- Hızlı nüfus artışı,
- Kaynakların verimli kullanılmaması,
- Enerji tasarrufu konusunda toplumun yeterince bilinçlendirilmemiş olması,
- Elektrikli cihazların kullanımının gün geçtikçe artması

gibi sebeplere bağlı olarak hızla artmaktadır. 2005 yılında 462 katrilyon BTU (BTU = 252 Cal = 1055,07 joule) olan dünya enerji tüketiminin 2030 yılında % 50’ lik inanılmaz bir artışla 695 katrilyon BTU’ ya ulaşacağı tahmin edilmektedir (URL-1, 2013).

Günümüzde dünya enerji tüketiminde fosil yakıtlar ilk sırayı almaktadır. Şekil 1.1’ de görüldüğü gibi dünya enerji ihtiyacının karşılanmasında, petrol yaklaşık olarak % 33,6’ lık pay ile birinci sırada yer almaktadır. Petrolü % 29,6’ lık pay ile kömür, % 23,8’ lık pay ile doğalgaz takip etmektedir. Geleceğe yönelik yapılan çalışmalarda ise enerji ihtiyacının karşılanmasında fosil yakıtların popülerliğini sürdüreceği tahmin edilmektedir (ETKB 2010).



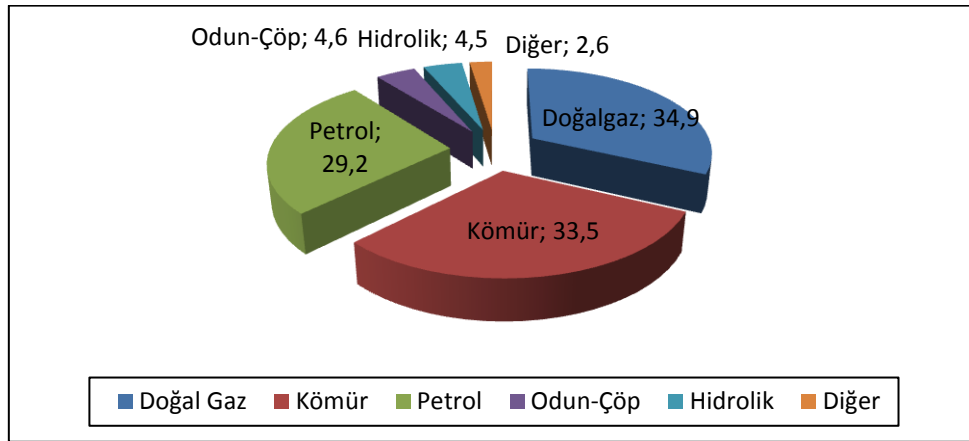
Şekil 1.1 Kaynaklar bazında dünya enerji tüketimi oranları (ETKB 2010).

Dünya’ da tüketilen enerji miktarına karşılık olarak yeryüzünde bulunan mevcut fosil yakıt rezervleri de giderek azalmaktadır. Fosil yakıt rezervleri, dünya üzerinde dağınık bir şekilde bulunmaktadır. En çok tüketilen fosil yakıtların dünya üzerindeki yerleşimi şu şekildedir; kömür rezervlerinin % 27,6’ sı ABD’de, % 18,2’ si Rusya’da, % 13,3’ ü Çin’de, % 8,9’ u Avustralya’da, % 7’si Hindistan’ da, % 4,7’ si Almanya’da, % 3,9’ u Ukrayna’da, %3,9’ u Kazakistan’da, %3,5’ i Güney Afrika’da bulunmaktadır. Bu oranlardan anlaşıldığı üzere, dünya kömür rezervlerinin % 90’ dan fazlası bu dokuz ülkenin elinde bulunmaktadır (ETKB 2012). Petrol rezervlerinin % 54,4’ ü Ortadoğu’ da, % 17,3’ ü Orta-Güney Amerika’da, % 9,5’ i Afrika’ da, Dünya doğalgaz rezervlerinin ise % 40,5’ i Ortadoğu’ da, % 23,9’ u Rusya’ da, % 5,3’ ü Kuzey Amerika’da, % 7,9’ u Afrika’ da bulunmaktadır. Dünya üzerinde en çok bulunan fosil yakıt türü kömürdür. Dolayısıyla rezerv miktarının çokluğu, kömürün uzun vadeli yeterliliğini beraberinde getirmektedir. Mevcut üretim seviyeleri ile dünya görünür kömür rezervlerinin ortalama 120 yıllık bir sürede tüketileceği tahmin edilmektedir. Buna karşılık görünür petrol ve doğalgaz rezervlerinin tükenme ömürlerinin mevcut üretim seviyeleri ile sırasıyla 45 ve 60 yıl süreceği tahmin edilmektedir. (ETKB 2010). Ancak dünya’ da enerji verimliliğine ilişkin gelişmeler ile bu tahmin sürelerinin arttırılması hedeflenmektedir. Fosil yakıt kullanımının gün geçtikçe artması, sadece bu yakıtların tükenme zamanları konusunda tehdit oluşturmamaktadır. Fosil yakıtların kullanımının artmasına paralel olarak atmosfere salınan zararlı gazların miktarı da her geçen gün artmakta ve meydana getirdikleri çevre kirliliğinin yanı sıra oluşturdukları sera etkisi ile küresel ısınma ve iklim değişikliklerine neden olmaktadır. 2010 yılında yaklaşık olarak 31 milyar ton olarak gerçekleşen dünya enerji kaynaklı CO₂ gazı emisyonunun, 2030 yılında 43 milyar ton seviyelerine ulaşacağı tahmin edilmektedir. CO₂ ve diğer sera gazlarının emisyonunda ki

artıştan kaynaklanan küresel ısınma ve iklim değişikliği, su kaynakları, tarım ve doğa açısından tehdit oluşturmaktadır (URL-1, 2013).

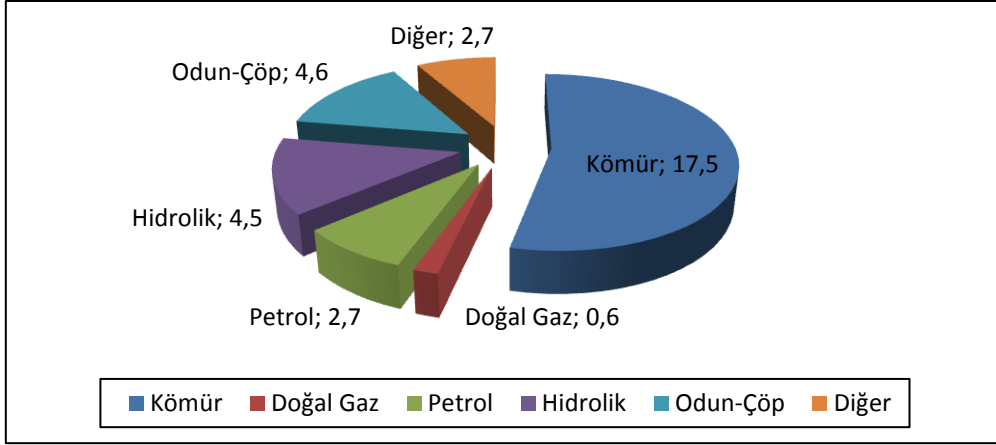
1.4 TÜRKİYE’ DE FOSİL YAKITLARIN DURUMU

Ülkemizde 2010 yılı sonu itibariyle toplam birincil enerji talebi 109,3 milyon Ton Eşdeğer Petrol (TEP)’ dür. Şekil 1.2’ de görüldüğü gibi bu talebin kaynaklara dağılımında ilk sırayı 34,9 milyon TEP ile doğalgaz alırken, bu sırayı 33,5 milyon TEP ile kömür, 29,2 milyon TEP ile petrol, 4,6 milyon TEP ile odun, hayvan ve bitki artıkları, 4,5 milyon TEP ile hidrolik ve 2,6 milyon TEP ile jeotermal, rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir kaynaklar izlemektedir (ETKB 2012).



Şekil 1.2 Kaynaklar bazında ülkemiz enerji tüketim oranları (ETKB 2012).

Tüketim oranlarına karşılık, 2010 yılı sonu itibariyle ülkemizin birincil enerji üretimi 32,6 milyon TEP olmuştur. Bu değerler Şekil 1.3’ de görüldüğü gibi yerli üretimin kaynaklara dağılımında, 17,5 milyon TEP ile kömür ilk sırayı alırken, bu sırayı 4,6 milyon TEP ile odun, hayvan ve bitki artıkları, 4,5 milyon TEP ile hidrolik, 2,7 milyon TEP ile petrol, 2,7 milyon TEP ile jeotermal, rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynakları ve 0,6 milyon TEP ile doğalgaz izlemektedir. (ETKB 2012). Ülkemiz sadece enerji ihtiyacının yaklaşık % 30’ luk kısmını yerli kaynaklarından üretebilmektedir. Diğer % 70’ lik kısmı dışarıdan ithal etmektedir. Bu oranlardan anlaşılacağı üzere ülkemiz enerji ihtiyacı konusunda dışarıya bağımlı bir ülkedir.



Şekil 1.3 Kaynaklar bazında ülkemiz enerji üretim oranları (ETKB 2012).

Ülkemizde, doğalgaz rezervleri oldukça sınırlıdır. Gelişen teknolojiye paralel olarak doğalgaz ithalatı hızlı bir şekilde artmaktadır. Ülkemiz doğalgaz ithalatın yaklaşık % 64' ünü Rusya'dan, % 17' sini İran'dan ve % 3,5' ini de Azerbaycan'dan gerçekleştirmektedir. Ülkemiz, petrol açısından yeterli rezerve sahip olmayan bir ülkedir. Ülkemizde petrolün yerli üretimi giderek azalmakta ve yurt içinde tüketilen petrolün yaklaşık % 90' ını ithal edilmektedir. Bu ithalatın yaklaşık % 40' ı Rusya'dan, % 38' i İran' dan, % 14' ü S.Arabistan' dan, geri kalanı da Kazakistan, İtalya, Suriye ve Libya'dan karşılanmaktadır. Bu sebeple 2002 yılından bu yana Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO)' nın yurt içinde ve dışında petrol arama ve üretim faaliyetlerine önem ve öncelik verilmiştir.

Ülkemiz doğalgaz ve petrol rezervleri bakımından fakir bir ülke olmasına karşın kömür ve linyit rezervleri bakımından zengin bir ülkedir. Ülkemizde kömür rezervlerinin 515 milyon tonu görünür olmak üzere, yaklaşık 1,3 milyar ton taşkömürü ve 10,8 milyar tonu görünür rezerv niteliğinde toplam 11,8 milyar ton linyit rezervi bulunmaktadır. Bu miktarlar, dünya işletilebilir kömür rezervlerinin % 1,5' i, linyit rezervlerimizi ise % 6' sı büyüklüğündedir (ETKB 2012).

Tüm bu veriler göz önünde bulundurulduğunda ülkemizin yerli kaynaklarından enerji üretebilme konusunda yeterli olmaması sebebi ile ülkemizin dışarıya bağımlı bir ülke olduğu açıkça görülmektedir. Bu nedenle enerji açısından dışa bağımlılığın giderek artmasını önleyebilmek için çeşitli önlemler alınması gerektiği açıkça görülmektedir. Bu önlemlerden en önemlisi enerjiyi her alanda verimli kullanabilmektir.

BÖLÜM 2

ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Enerji verimliliği, enerjinin üretimi, iletimi ve tüketimi alanında genel etkinlik çalışmalarının tümünü kapsamaktadır. Bir tarafta daha az maliyet ve daha az birincil kaynak kullanımıyla daha çok enerji üretimi yönünde çalışmalar sürerken, diğer tarafta aynı miktar enerjiyle daha çok iş yapılması veya aynı miktar işin daha az enerji tüketilerek yapılması konusunda çeşitli çalışmalar yürütülmektedir (Kavak 2005).

Enerji verimliliği, yeni teknoloji kullanma yoluyla üretimi, kaliteyi ve performansı düşürmeden, sosyal refahı engellemeden enerji tasarrufu sağlanmasıdır. Kısacası enerji verimliliği, aynı miktar işi daha az enerji ile gerçekleştirmektir (Kavak 2005).

Dünya’ da artan enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılayan fosil yakıtların giderek azalması enerjinin korunumu ve enerji verimliliği konusundaki çalışmaların sürekli olarak gündemde olmasını zorunlu kılmaktadır. Küresel ısınma, iklim değişikliği, çevre kirliliği gibi faktörler bu tip çalışmaların gelişmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Günümüzde ülkeler, sanayi, konut, ulaşım gibi sektörler başta olmak üzere birçok sektörde enerjinin verimli kullanımını, uyguladıkları enerji politikaları ile teşvik etmektedirler. Mali teşvikler, kontrol ve bilgilendirme gibi hizmetler ortaya sunulmaktadır. Kimi ülkelerde ise, enerji verimliliği yatırımları için devletler ucuz kredi veya vergi muafiyeti gibi katkılar sunmaktadırlar (Yılmaz 2009).

Bir ülkenin gelişmişlik düzeyini belirleyen iki temel unsur vardır. Bunlardan birincisi kişi başına düşen enerji miktarı, ikincisi ise enerji yoğunluğudur. Enerjinin verimli kullanımının sağlanmasında en temel gösterge enerji yoğunluğudur. Enerji yoğunluğu, Gayri Safi Milli Hâsıla başına tüketilen birincil enerji miktarını temsil eden ve tüm Dünya’ da kullanılan bir göstergedir. Bir ülkenin enerji yoğunluğu ne kadar düşük ise enerji açısından gelişmişliği o oranda yüksek demektir. Tablo 2.1’ de ülkemize ve bazı ülkelere ait enerji yoğunluğu ve kişi

başına tüketim oranları verilmiştir. Bu çizelge incelendiğinde ülkemizin bugüne kadar yürütülen çalışmalara rağmen enerji yoğunluğunun, düşme eğilimine girmediği görülmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre gelişmiş ülkelerde enerji yoğunluğu 0,09–0,19 arasında iken, ülkemizde 0,38 olması ve azalma eğilimi göstermemesi bu konunun ciddi olarak ele alınması gereğini ortaya koymaktadır. Sadece bu rakam bile, ülkemizin enerji verimliliğinin artırılması konusunda yapılabilecek çok şey olduğunu göstermektedir (ETKB).

Tablo 2.1 Enerji verimliliği açısından ülkelerin kıyaslanması (Topal 2008).

Ülke	Enerji yoğunluğu	Kişi başına düşen enerji miktarı (TEP/nüfus)
Türkiye	0,38	1,06
Japonya	0,09	4,09
ABD	0,25	7,98
Yunanistan	0,20	2,62
OECD	0,19	4,68
Dünya	0,29	1,64

Enerjinin verimli kullanılmasının sağlanması, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi, enerji verimliliği konusunda bir bilinç oluşturulması için gerekli kanuni düzenlemelerin yapılması zorunluluk arz etmiştir. Enerji Bakanlığı tarafından enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması amacı ile 18.04.2007 tarihinde, 26510 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak Enerji Verimliliği Kanunu yürürlüğe girmiştir. 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanununun (EV) amacı;

- Enerjinin ve enerji kaynaklarının rasyonel ve verimli bir şekilde değerlendirilmesi,
- Enerji verimliliği stratejisi çerçevesinde etkin programların geliştirilmesi ve uygulanması,
- Enerji verimliliği konusunda bilinç oluşturulması ve geliştirilmesi,
- Artan enerji talebinden dolayı yeni enerji yatırımlarında azalma sağlanması,
- Enerji kullanımından kaynaklanan çevre kirliliğinin azaltılması,
- Yeni iş ve istihdam olanakları geliştirilmesi gibi çok yönlü faydalar sağlanmasıdır.

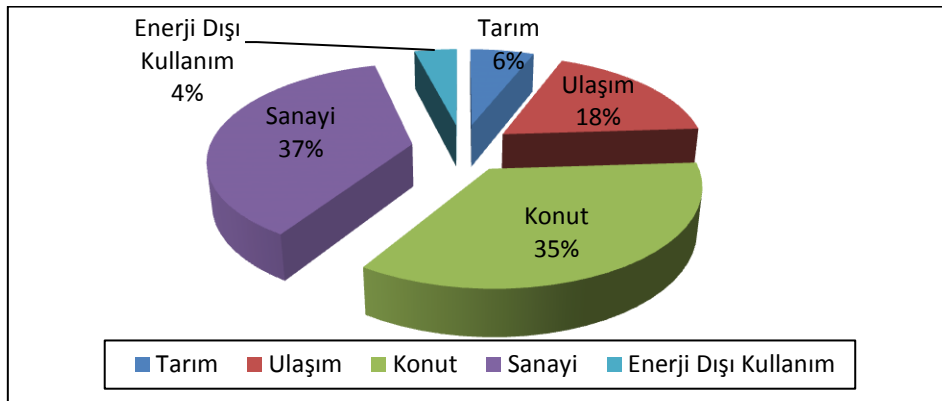
2007 yılında yürürlüğe giren bu kanun ile enerji sektöründe bazı yasal değişiklikler meydana gelmiştir. EV kanunu ile;

- Binaların yıllık maksimum enerji tüketim miktarları (kWh/m²) belirlenecek,
- Yapılarda ısı yalıtımı standartları yasaya göre değişecek,
- Binalarda enerji izleme yöntem ve sistemleri kullanılmaya başlanacak,
- Her binanın bir enerji pasaportu olacak,
- Yapı tesisatları düzenli olarak denetlenecek,
- Kanun kapsamına giren endüstriyel işletmelerde ve binalarda enerji yönetimi ile ilgili faaliyetleri yerine getiren enerji yöneticileri bulundurulacaktır.

Yürürlüğe giren bu kanun ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, ülkemizin enerji yoğunluğu miktarını 2020 yılına kadar % 15 azaltmayı hedeflemektedir. Ülkemizde enerji ağırlıklı olarak üç sektörde tüketilmektedir. Bu nedenle enerji verimliliği uygulamaları genel olarak bu sektörlerde gerçekleştirilmektedir. Enerjinin en fazla tüketildiği sektörler;

- Konut Sektörü,
- Sanayi Sektörü,
- Ulaşım Sektörüdür.

Şekil 2.1’ de 2010 yılına ait enerji kullanımının sektörel dağılımı verileri incelendiğinde, konutlarda % 35, sanayide % 37, ulaşımda % 18 oranlarında enerji tüketimi meydana geldiği görülmektedir (ETKB 2010).



Şekil 2.1 Türkiye nihai enerji tüketiminin sektörlere göre payları (ETKB 2010).

Konutlarda % 35 oranında tüketilen enerjinin % 82’ si ısıtma amaçlıdır ve bu enerjinin büyük bir kısmı fosil kaynaklı yakıtlardan sağlanmaktadır. Bu oran konutlarda enerji tüketim

maliyetinin, enerji konusunda dışa bağımlı olan ülkemiz için oldukça yüksek olduğunu açıkça göstermektedir. Ayrıca bu oran hava kirliliği oluşumunda konutların etkisini açık olarak ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, konutlarda ısıtma amaçlı enerji kullanımını azaltma yönünde yapılacak düzenlemelerin, ekonomiye sağlayacağı katkının yanı sıra hava kirliliğinin azaltılmasına da katkı sağlayacağı açıktır. Konutlarda enerji verimliliği büyük ölçüde ısı yalıtım önlemleri ve ısıtma sistemlerinin iyileştirilmesi üzerine alınacak önlemler ile sağlanabilmektedir (URL-2, 2013).

2.1 ISI YALITIMI

Isı bir enerji türüdür ve Termodinamiğin 2. Yasası gereği ısı, yüksek sıcaklıklı ortamdaki düşük sıcaklıklı ortama transfer olmaktadır. Bu nedenle yapılarda, kışın enerji kayıpları, yazın ise istenmeyen enerji kazançları meydana gelmektedir. Bina içerisinde istenen konfor ortamının sağlanabilmesi için kış mevsiminde kaybolan ısıya bir ısıtma sistemiyle karşılanması gerekmektedir. Isıtma işlemleri için enerji harcanmaktadır. Bir yapıda ısı kayıplarının sınırlandırılması, ısıtma amaçlı olarak elde edilen tüketilmesi gereken enerji miktarının azaltılması anlamına gelmektedir. Isıtma işlemleri çoğunlukla sıcak akışkanın ısıtma sistemleri aracılığı ile ısıtılacak yere taşınması ile gerçekleşmektedir. Termodinamiğin 2. Yasası gereği sıcak olan akışkandan soğuk olan ortama doğru veya sıcak ortamdaki soğuk akışkana doğru enerjinin niteliğini azaltan bir ısı transferi meydana gelmesi kaçınılmazdır. Isıtma sistemlerinin istenen performansla işletilebilmeleri için bu ısı kayıplarının miktarı göz önüne alınarak, akışkanın olması gerekenden daha sıcak veya soğuk olarak kullanılması gerekmektedir (Ekinci vd. 2012). Bu da ancak iyi yapılmış bir yatırım ile sağlanabilmektedir.

Yapılarda ve ısıtma sistemlerinde ısı kayıplarının sınırlandırılması için yapılan işleme ısı yalıtımı denir. Teknik olarak ısı yalıtımı, farklı sıcaklıktaki iki ortam arasında ısı geçişini azaltmak için uygulanmaktadır (URL-3, 2013).

Isı yalıtımı yaparak binanın ömrünü uzatmak, kullanıcıya sağlıklı, konforlu mekânlar sunabilmek ve bina kullanım aşamasında yakıt giderlerinde büyük kazanım sağlamak mümkündür. Binaların ısıtılması amacıyla büyük oranda fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Fosil yakıtların yakılması sonucu yanma ürünü olarak açığa çıkan gazlar, hava kirliliğine ve küresel ısınmaya neden olmaktadır. Isı yalıtımı uygulamaları ile konfor koşullarının oluşturulmasında

kullanılan enerji miktarının azalması, küresel ısınma ve hava kirliliğinin artmasını önlemektedir. Yapılarda kurallara uygun şekilde gerçekleştirilen ısı yalıtımının bireyler ve ülkeler açısından pek çok yararı bulunmaktadır. Bunların en önemlisi ısı yalıtımının enerji tasarrufuna ve ısıl konfora olan etkisidir (URL-3, 2013).

2.1.1 Isı Yalıtımının Enerji Tasarrufuna Etkisi

Ülkemizin başlıca enerji kaynakları, taş kömürü, linyit, petrol, doğalgaz, hidroelektrik vb. olarak sıralanabilir. Bu kaynaklarla enerji gereksiniminin ancak sınırlı bir bölümü karşılanabilmektedir. Ülkemiz enerji kaynakları yönünden yeterli olmayıp tükettiği enerjinin büyük bir bölümünü ithal etmek zorunda kalan bir ülkedir. Ülkemizin enerji kaynaklarını korumak, temiz bir çevrede yaşamak ve ekonomik varlığımızı geliştirebilmek için enerji tasarrufuna gereken önem verilmelidir (Koçu 2007). İnsanların yaşam kalitesinden ve konforundan ödün vermeden, enerji tasarrufu sağlamak için alınabilecek üç önlem vardır. Bu önlemler, yüksek verimli cihazların kullanılması, otomasyon sistemleri ve ısı yalıtımıdır. Bu önlemlerin arasında ilk sırayı ısı yalıtımı almaktadır. Verimli bir ısı yalıtımının yapılmadığı binalarda, enerji tüketimi çok fazladır. Verimli bir ısı yalıtımı ile yapılarda ortalama % 50 oranında enerji tasarrufu sağlanabilmektedir (İZODER 2013). Günden güne enerji kaynaklarının azalması ile ısınma giderlerinin pahallaşması, yapıların ısı yalıtımı kurallarına uyulması zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Isı yalıtımı sayesinde, ısıtma giderleri azalmakta ve yapılarda konforlu bir ortam oluşturularak enerji tasarrufu sağlanmış olmaktadır (Koçu 2007).

2.1.2 Isı Yalıtımının Isıl Konfora Etkisi

Kapalı bir ortamda sıcaklık ve diğer hava şartlarından ileri gelen bir rahatsızlık olmaması durumuna konfor denir. Isıtma konfor şartlarını etkileyen başlıca faktörler hava ve duvar yüzeyi sıcaklığı, havanın bağıl nemi ve hızıdır. Isıl konfor koşulları, kullanılan ortamın türü, ortamda yürütülen etkinlik, giyim-kuşam vb. etkenlere bağlı olarak değişen değerler alabilmektedir.

İnsan vücudundan, içinde bulunduğu ortama doğru sürekli bir ısı akışı söz konusudur. Vücuttaki ısı, alınan besinlerin yakılması ve kasların hareketi ile oluşmaktadır. Vücutta

Üretilen ısı ile vücuttan çevreye olan ısı kayıpları dengede olursa insan rahatlık hissetmektedir. Vücutta üretilen ısıнын dışarıya, birim zamanda belirli değerlerde atılmasının engellenmesi halinde vücutta depolanan ısı yorgunluk, bulantı, baş ağrısı ve benzeri rahatsızlıklara neden olmaktadır. Üretilen ısıdan daha fazla kayıp söz konusu ise, rahatsızlık üşüme şeklinde belirmerkte ve birçok hastalığa sebep olmaktadır. İnsanların yaşamlarını sürdürebilmesi için 20-22 °C sıcaklık ve yüzde 50 bağıl nem değerine sahip olan ortamlara ihtiyaçları vardır.

İnsan etkinlik düzeyine bağlı olarak 100 ile 1000 W arasındaki değerlerde ısı üretir. Isıl konfor hissi bu üretilen ısıнын rahatça ortama yayılabilmesi ile ilişkilidir. Konfor hissinin devamı için vücut sıcaklığının çok dar bir aralıkta korunabilmesi gerekmektedir. Bu sıcaklığın sabit tutulabilmesi ise, üretilen bu ısıнын ortama geçmesi ile olanaklıdır. Bu tanımlama ile ısıl konforun bir enerji dengesi olarak kurulabileceği anlaşılmaktadır. Ortam havasını çevreleyen yüzey sıcaklıkları, insan vücudundan ışıınımla olan ısı kaybını etkilediğinden, belirli değerlerde tutulması gerekmektedir. Tablo 2.2’ de iç ortam ile i yüzey sıcaklıkları arasındaki sıcaklık farklarının konfora etkisi verilmiş olup, iç ortam hava sıcaklığı ile ortamı çevreleyen i yüzeylerin ortalama sıcaklığı arasındaki farkın 3 °C’ den büyük olmaması gerektiği görülmektedir (Küçükçalı 2000).

Tablo 2.2 İç ortam ile i yüzey sıcaklıkları arasındaki sıcaklık farklarının konfora etkisi (Küçükçalı 2000).

İç Ortam Sıcaklığı-İ Yüzey Sıcaklığı	Konfor Durumu
2	çok konforlu
3	Konforlu
4	Az konforlu
6	Konforsuz
8,5	Soğuk
>8,5	çok soğuk

İnsanlar, beden i ısısına değişikliklere neden olabilecek iklim değişikliklerine pek dayanıklı değillerdir. Çalışanlar kendilerini rahat hissettikleri iş koşullarında verimli çalışabilirler ve her türlü ortam streslerinden etkilendiklerinde bu verimli çalışma aksamaya başlamaktadır. İklm değişiklikleri yanında, kapalı yerlerde çalışmak büyük ölçüde ısı yayan ocak ya da fırınlar karşısında görev yapmak veya tam tersine, soğuk iklim koşullarında ya da soğutulmuş tesislerde çalışmak gibi etkenler önemli ölçülerde stres yaratmaktadır. Bu nedenle, insanların

rahat çalışabildikleri ortam koşullarını iyi tanımlamak ve çeşitli stres hallerinde de tolerans sınırlarını bilmek önemlidir. Biyolojik açıdan önemli olan, beden iç ısısının pek dar sınırlar içinde tutulması zorunluluğudur. İnsan vücudunun sıcaklığı 37 °C civarındadır. Bu değerden çok küçük ölçüde farklı olabilir. Aksi takdirde, soğuk ya da sıcak rahatsız edici biçimde algılanmakta ya da hastalık belirtileri görülmektedir. Deri altında iki santimetre derinliğe kadar dokular ısı değişikliklerine oldukça dayanıklıdır. Derinin ısısı, kısa süreler için, beden ısısından 15 °C daha aşağı ya da yüksek seviyelere çıkabilir. Ortam ısısı streslerinin daha uzun süreli olması halinde de insan bedeninin kendine özel bir koruma dinamiği vardır. Vücut iç sıcaklığının sürdürülmesi işlemini, vücudun iç kısımlarındaki sıcaklığı kan aracılığıyla dış bölgelere taşıyan kan dolaşımı üstlenir. Kan dolaşımının ısıyı düzenleme işlevinin etkisi, örneğin nemli sıcak bir çevrede nabızın artması şeklinde kendini gösterir. Buradan, yüksek iklim yüklenmelerinde uzun süreli kassal çalışmadan kaçınılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. İnsan yapısının vücut sıcaklığını korumak amacı ile ısı düzenlemesi gerçekleşmektedir. Ortam ısısının yükselmesi, merkezi sinir sisteminin derideki kan dolaşımını hızlandırmasına ve ter bezlerinin uyarılarak terlemenin başlamasına neden olur. Aşırı soğuk halinde önceleri kan dolaşımı yavaşladığı halde, daha sonra bu dolaşım artmakta ve deri üzerindeki tüyler diklenerek bir tür koruma mekanizması harekete geçmektedir. Tüm bunların sonucunda ise hastalıklar meydana gelmektedir. Isı yalıtımı ile mekânın her noktasında homojen bir sıcaklık sağlamak ve hava akımlarını engellemek mümkündür. Isı yalıtımı sayesinde hem konforlu hem de sağlıklı bir ortam sağlamak mümkündür. Bu nedenle ısıtma projelerinin hazırlanmasında, ortamı çevreleyen yüzey sıcaklıklarının da göz önüne alınacak şekilde tasarım yapılmasına özen gösterilmelidir.

Isı yalıtımı uygun kalınlıkta ve doğru bir şekilde yapıldığı takdirde sağladığı ısı konforu ve enerji tasarrufunun yanında birçok avantajı bulunmaktadır. Bu avantajlar şu şekildedir;

- Uygulanan yalıtım kalınlığına ve kullanılan malzemenin ısı iletkenliğine bağlı olarak, ısı kaybı % 30-60 oranında azaltılır,
- Yoğuşma riski azaltılarak küflenme v.b. olaylar önlenir,
- Yakıt tasarrufuna bağlı olarak ısıtma tesisatı ilk yatırım ve işletme masrafları azalır,
- Daha az yakıt kullanımı sonucunda hava kirliliği azalır,
- Duvar kalınlığında inceltme ile birim alandan kazanç sağlanır (URL- 4, 2013).

2.1.3 Isı Yalıtımının Ülkemizde Gelişim Süreci

Konutların doğru bir şekilde yalıtılması sonucu % 50' ye varan oranlarda enerji tasarrufu elde etmek mümkündür. Bunun yanı sıra iyi yapılmış bir yalıtım ile insanların yaşadıkları ortamlarda ısıl konforu sağlamak mümkündür. Konutlarda, çatılardan % 7, dış duvarlardan % 40, döşemelerden % 6 ve kapılardan % 17 oranlarında ısı kayıpları meydana gelmektedir (İYEM 2007). Enerji tasarrufu ve ısıl konfor şartlarının iyileştirilebilmesi için bu oranların düşürülmesi gerekmektedir. Günümüzde ısınma için gerekli olan enerji maliyetlerinin artması, ısıl konfor isteği ve çevre kirliliğinin artması ile ısı yalıtımının iyileştirilmesi üzerine yapılan çalışmalar artmıştır. Ancak ülkemizde ısı yalıtımı uygulamaları halen yeterli düzeyde değildir. Ülkemizde kişi başına düşen yalıtım malzemesi Avrupa ülkelerine göre çok daha düşüktür. Ülkemiz ısı yalıtım malzemesi kullanım miktarı açısından İsveç ile karşılaştırıldığında ülkemizin İsveç' e göre 50 kat daha az yalıtım malzemesi kullandığı belirlenmiştir.

Türkiye'de yalıtım uygulamaları ile ilgili yönetmelikler incelendiğinde, ilk olarak 1970 yılında TSE tarafından "TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" nın hazırlanmış olduğu görülmektedir. Ancak o dönemde bu yönetmeliğin uygulanması konusunda bir zorunluluk getirilmemiştir.

1977 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca çıkarılan "Isıtma ve Buhar Tesislerinin Yakıt Tüketiminde Ekonomi Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği" ile bu konuda önemli bir adım atılmıştır. 30.10.1981 tarihinde "Isı Yalıtım Yönetmeliği" yürürlüğe konmuş ve 16.01.1985 tarihinde üzerinde çeşitli değişiklikler yapılmıştır. 1995 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na "TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" revize çalışmalarına başlanmış, 29.04.1998 yılında TS Teknik Kurulu'na onaylanarak yürürlüğe girmiştir (Karagöz 2004). TS 825 standardı 14.06.1999 gün ve 23725 sayılı resmi gazetede yayınlanmış, 14.06.2000 tarihinden itibaren de zorunlu standart olarak, yeni yapılacak binalarda uygulanmaya başlamıştır. Bu tarihten itibaren mevcut binalarda herhangi bir yasal uygulamaya gidilmemiş, ancak uygulanan tüm yapıların ısı yalıtım proje hesaplarında bu standarttaki kurallara uyulması zorunlu hale getirilmiştir (TS 825 1999). Değişik tarihlerde ihtiyaçlar doğrultusunda revize edilen bu yönetmeliğin en yeni hali, 24 Mayıs 2008 tarihinde TSE teknik kurulunda kabul edilerek yürürlüğe girmiştir. Konutlar, bürolar, tiyatrolar, kongre

ve konser salonları, kültür merkezleri, eğitim yapıları, spor tesisleri, hastaneler, yurtlar, konaklama tesisleri, bankalar, oteller gibi ısı konforu ihtiyacı duyarak yaşadığımız her türlü mekân TS 825'in uygulama alanları içinde yer almaktadır.

2.1.3.1 TS 825 - Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı

14 Haziran 1999 Tarih ve 23725 Sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan ve yayım tarihinden bir yıl sonra, 14 Haziran 2000' de uygulanması zorunlu hale gelen ve 24 Mayıs 2008 tarihinde revize edilerek halen günümüzde kullanılan "TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" standardının amacı; binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarını sınırlamak, dolayısıyla enerji tasarrufunu, ısı konforu arttırmak ve ısıtma enerjisi gereksiniminin hesaplanması sırasında kullanılacak standart hesap yöntem değerlerini belirlemektir. TS 825' in sunduğu diğer amaçlar şu şekildedir;

- Yeni yapılacak bir binaya ait çeşitli taksim seçeneklerine bu standart da açıklanan hesap metodunu ve değerlerini uygulayarak, ideal enerji performansını sağlayacak tasarım miktarlarını belirlemek,
- Mevcut binaların net ısıtma enerjisi tüketimlerini belirlemek,
- Mevcut bir binaya yenileme projesi uygulamadan önce, uygulanabilecek enerji tasarruf tedbirlerinin sağlayacağı tasarruf miktarlarını belirlemek,
- Bina sektörünü temsil edebilecek muhtelif binaların enerji ihtiyacını hesaplayarak, bina sektöründe gelecekteki enerji ihtiyacını milli seviyede tahmin etmek.

Konut, büro, tiyatro, kongre ve konser salonu, eğitim yapısı, hastane, alışveriş merkezi gibi yeni inşa edilecek tüm binalarda ve mevcut binaların oturma alanlarının üzerinde yapılacak onarımlarda TS 825 kuralları zorunlu hale gelmiştir. Standart da açıklanan hesap yöntemi kararlı (daimi) durum için denge denklemlerini kullanmakla birlikte, dış ortam sıcaklık değişimleri ve güneş enerjisi kazançlarının dinamik etkilerini de dikkate almaktadır. TS 825 ayrıca, yapı bileşenleri içerisindeki buhar geçişi ve yoğuşma riski konusunda da sınırlamalar getirmektedir. Buna göre, yapı bileşenlerinde yoğuşma sonucu su birikiminin olup olmayacağı verilen bir hesap yöntemi ile belirlenerek, verilen sınır değerleri aşmayacak

şekilde projelendirme yapılması da zorunlu kılınmaktadır (MMO 2000). “TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Standardına” göre;

➤ Ülkemiz 4 derece gün bölgesine ayrılmıştır.

Konutlarda, iş yerlerinde vb. yerlerde genellikle sonbahar aylarında başlayarak ilkbahar aylarına kadar devam eden ısıtmanın yapıldığı sürece ısıtma süreci ya da ısıtma periyodu denir. Bir ısıtma sürecinde ki Derece Gün sayısı, ısıtma günlerindeki ısıtılan ortam sıcaklığı ile dış ortam sıcaklığı farklarının toplamına eşittir. Derece gün değerleri (DG) denge noktası sıcaklığına bağlıdır. Denge noktası sıcaklığı, bir binada ısıtma ve soğutmaya ihtiyaç duyulmadığı zamandaki dış ortam sıcaklığı olarak alınmaktadır. Denge sıcaklığı bir binadan diğerine farklılık gösterebilmektedir. Isıtma derece gün sayıları 18 °C denge sıcaklığında hesaplanmaktadır (ULIBTK 2007). Ülkemizdeki 81 il merkezi için ısıtma derece gün sayıları TS 825 standartlarına göre hesaplanmış, bu değerlere göre ülkemiz Çizelge 2.3’ de verildiği gibi 4 yalıtım bölgesine ayrılmıştır. 1. bölgede yer alan iller, en az ısıtma gereksinimi olan, 4. bölgede yer alan iller ise en fazla ısıtma gereksinimi olan illeri kapsamaktadır. Binalara uygulanacak olan yalıtım malzemesi kalınlıkları, yalıtım malzemesi türü ya da binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı binanın bulunduğu yalıtım bölgesine göre farklılık göstermektedir.

Tablo 2.3 TS 825’e göre ısıtma derece gün bölgeleri (ULIBTK 2007).

Bölge	TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı
1. Bölge	Adana, Antalya, Aydın, Hatay, İzmir, Mersin, Osmaniye
2. Bölge	Adapazarı, Adıyaman, Amasya, Balıkesir, Bartın, Batman, Bursa, Çanakkale, denizli, Diyarbakır, Düzce, Edirne, Gaziantep, Giresun, İstanbul, Kahramanmaraş, Kilis, Kocaeli, Manisa, Mardin, Muğla, Ordu, Rize, Samsun, Siirt, Sinop, Şanlıurfa, Şırnak, Tekirdağ, Trabzon, Yalova, Zonguldak
3. Bölge	Afyon, Aksaray, Ankara, Artvin, Bilecik, Bingöl, bolu, burdur, Çankırı, çorum, Elazığ, Eskişehir, Iğdır, Isparta, Karabük, Karaman, Kırıkkale, Kırklareli, Kırşehir, Konya, Kütahya, Malatya, Nevşehir, Niğde, Tokat, Tunceli, Uşak
4. Bölge	Ağrı, Ardahan, Bayburt, Bitlis, Erzincan, Erzurum, Gümüşhane, Hakkâri, Kars, Kastamonu, Kayseri, Muş, Sivas, Van, Yozgat

- Bölgelere göre yapı bileşenleri için tavsiye edilen ısı geçirme katsayıları (U) oluşturulmuştur.
- Bitişik nizam olarak projelendirilmiş alanlarda yapılacak yapılarda, ısıtma enerjisi ihtiyacı hesabı yapılırken, bitişik duvar bölümleri de iç duvar gibi katılmıştır.

- Binanın şekline ($A_{top} / V_{büt}$ oranı) ve binanın bulunduğu derece gün bölgesine göre, binanın bir yılda kaybedeceği ısı miktarı sınırlandırılmıştır.
- Binada ısı köprüsü olabilecek kolon, kiriş gibi elemanların mutlaka yalıtılması şartı getirilmiştir.
- İç ısı kazançları ve pencerelerden kaynaklanan güneş enerjisi kazançları hesaplara katılmıştır.
- İletim ve havalandırma yoluyla ortaya çıkan ısı kayıpları hesaplara katılmıştır.

2.1.4 TS 825 Binalarda Isı Kaybı ve Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı

İki ortam arasında sıcaklık farkı olduğunda daima sıcak ortamdaki soğuk ortama bir ısı geçişi meydana gelmektedir. Kışın ısı geçişi binadan dış ortama doğrudur ve bu olaya ısı kaybı denir. Yazın ise ısı geçişi dış ortamdaki bina içine doğrudur, bu olaya ısı kazancı denir. Isı kayıpları, ısı kazançları, kazanç / kayıp oranı, kazanç kullanım faktörü, aylık ve yıllık ısınma enerjisi ihtiyacının büyüklükleri, TS 825’ de verilen binanın özgül ısı kaybı ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı çizelgeler halinde verilmeli ve hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının sınır değerden büyük olmadığı gösterilmelidir.

2.1.4.1 Binalarda Isı Kaybı Hesap Metodu

İki tarafında farklı sıcaklıkta hava bulunan duvardan geçen iletimsel (transmisyon) ısı transferi (Q_i) ve pencere, kapı, odalardan sızan ısı (enfilitrasyon) ısı (Q_s) değerlerinin toplamı binadaki toplam ısı kaybını (Q) vermektedir (Anonim). Toplam ısı kaybı Eşitlik 2.1 ile hesaplanmaktadır;

$$Q = Q_i + Q_s \quad (W) \quad (2.1)$$

Her hacim için uygulanması gerekmeyen yüksek kat, kat yüksekliği ve asılan radyatörler için artırımlar, söz konusu edilmezse, yapı bileşenlerinden olan artırımlı ısı kaybı Eşitlik 2.2 ile hesaplanmaktadır;

$$Q_i = Q_o \times (1 + \%Z_H + \%Z_W + \%Z_D) \quad (W) \quad (2.2)$$

Bu eşitlikte yer alan, Q_o ; artırısız ısı kaybı (W), Z_H ; yön artımı katsayısı, Z_W ; kat yükseklik artırımı, Z_D ; birleştirilmiş artırım katsayısı anlamlarındadır.

Birleştirilmiş artırım katsayısı Z_D , soğuk dış yüzey ısı kaybı (Z_A) ile kesintili ısıtma rejimi (Z_U)' nun toplamına eşittir ve Eşitlik 2.3 ile hesaplanmaktadır.

$$Z_D = Z_A + Z_U \quad (2.3)$$

Bu eşitlikte yer alan;

Z_A ; ısıtılan hacimde soğuk dış yüzeylere ışınlama olan ısı kaybının olumsuz etkilerini karşılamak için kabul edilen bir artırım katsayısıdır. Hacmi çevreleyen dış yüzey oranına bağlıdır.

Z_U ; kesintili ısıtma rejimi artırımıdır. Isıtma rejimi azaltılmasından veya ısıtmaya bir süre ara verilmesinden sonra, soğuyan yapı bileşenlerinin ve ısıtma sistemleri elemanlarının kısa zamanda tekrar eski sıcaklıklarına getirilmesi için göz önüne alınan ısı kapasitesi artırımıdır. Yapı ve ısıtma sistemi ne kadar ağırsa ve ne kadar kesintili çalışıyorsa bu artırım o kadar büyük olmalıdır.

Z_A ve Z_U değerlerinin birlikte kıyaslanmasına bağlı olarak aşağıdaki formül yardımı ile D sabiti ve D sabitine bağlı olarak da TS 825'e göre Z_D değeri bulunur. D sabiti Eşitlik 2.4 ile hesaplanmaktadır;

$$D = Q_o / A_T \times (T_i - T_d) \quad (2.4)$$

Bu eşitlikte yer alan, Q_o ; hacmin artırısız ısı gereksinimi (W), A_T ; hacmi çevreleyen tüm yapı bileşenlerinin toplam alanı (m^2), T_i ; hacmin iç sıcaklığı ($^{\circ}C$), T_d ; projelendirme dış hava sıcaklığı ($^{\circ}C$) anlamlarındadır.

Bulunan D sabitine göre birleştirilmiş artırım katsayısı Z_D ; Z_A ve Z_U artırımlarını içerecek şekilde düzenlenmiş olan değeri, Tablo 2.4' den seçilmektedir.

Tablo 2.4 Birleştirilmiş artırım katsayısı (Z_D) değerleri.

İşletme Durumu	D			
	0,1÷0,29	0,30÷0,69	0,70÷1,49	≥1,50
	% Z_D			
I. İşletme	7	7	7	7
II. İşletme	20	15	15	15
III. İşletme	30	25	20	15

I. İşletme; tesisat sürekli çalıştırılır ve yalnız geceleri kazan ateşi söndürülür (Konutlardaki kullanım),

II. İşletme; kazan ateşi her gün 10 saat tamamen söndürülür,

III. İşletme; ateş her gün 14 saat veya daha uzun süre tamamen söndürülür.

Z_W (kat zammı) Hesabı ; Yapının konumu ne olursa olsun belirli birkaç kattan daha yukarılardaki katlarda rüzgâr hızının artması ile ısı taşınım miktarı da buna bağlı olarak artmaktadır. Ayrıca ısıtma sistemindeki kolon hatları yukarı çıktıkça taşıdığı suyun sıcaklığı düşmektedir. Bu nedenle yeterli verim sağlayamayacaktır. Bu sorunun giderilmesi için TS 825' de belirtilen kat yüksekliğine bağlı kat zamları kullanılmaktadır. Kat zammı (Z_W) kat yüksekliklerine göre Tablo 2.5' de verilen değerlere göre seçilmelidir (MMO 2002).

Tablo 2.5 Önerilen kat yükseklik artırımları Z_W (yüzde olarak).

	Bina Toplam Kat Adedi												Z_W (%)
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
KAT NUMARA TABI	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	0
	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	% 5
		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	% 10
				7	8	9	10	10	11.10	12.11.10	13.12.11	14.13.12	% 15
								11	12	13	14	15	% 20

Z_H (yön zammı) Hesabı ; Kuzey yarım kürede bulunan yapıların güneye bakan hacimleri, güneş ışınımı etkisiyle bir miktar ısınırken, kuzeye bakan hacimleri daha fazla soğumaktadır. Bu nedenle bir hacmin iletim ve taşınım ile olan ısı kaybına dış duvarlarının baktığı yöne göre kuzeye bakan cephelerde (Z_H) yön artırımı, güneye bakan cephelerde azaltılması uygulanırken, doğu ve batıya bakan cephelerde ise bir artırım değeri uygulanmamaktadır. Ayrıca iç hacimlerde yön artırımı alınmamaktadır. 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

alınmaktadır. Dış duvarı ikiden fazla olan odalar için en yüksek yön artırımı seçilmelidir. Yön artırımı Z_H Tablo 2.6’ da verilen değerlere göre seçilmelidir (TS 2164).

Tablo 2.6 Yön artırımı Z_H (yüzde olarak).

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

Eşitlik 2.2’ de yer alan artırimsız ısı kaybı (Q_o), 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 hesaplanmaktadır. Artırimsız ısı kaybı Eşitlik 2.5 ile hesaplanmaktadır;

$$Q_o = U \times A \times \Delta T \quad (W) \quad (2.5)$$

Bu eşitlikte yer alan, U; yapı bileşenlerinin toplam ısı geçiş katsayısı ($W/m^2.K$), A; yapı bileşenlerinin alanı (m^2), ΔT ; yapı bileşenlerinin iki tarafındaki ortam sıcaklıklarının farkı (K) anlamlarındadır.

Isı Geçiş Katsayısı (U) ; yapısı ve kalınlığı belirli olan bir yapı bileşeninin iki tarafındaki hava sıcaklıkları farkı $10^\circ C$ iken, $1 m^2$ ’den 1 saatte geçen ısı miktarıdır. Isı geçiş katsayısı Eşitlik 2.6 ile hesaplanmaktadır;

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_{iç}} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_e} \quad (2.6)$$

Bu eşitlikte yer alan, λ ; duvarda bulunan yapı malzemelerine ait ısı iletkenlik değeri, d; yapı malzemesinin kalınlığı, $\alpha_{iç}$ ve α_e değerleri ise; bina tasarımına göre TS 825’ de verilen değerlerden tespit edilmektedir.

Isıtılan ortamlarda bulunan pencere ve balkon kapısı gibi açılıp kapanan yapı bileşenlerinin kanat ve kasa birleşim yerlerindeki aralıklardan, dış ve iç ortam arasındaki basınç farkı nedeniyle hava sızıntısı meydana gelmektedir. Ortaya çıkan hava sızıntısı, içeriye doğru soğuk hava girişi ve dışarıya doğru sıcak hava çıkışı şeklinde olmaktadır. Hava sızıntısı ile

ortaya çıkan bu verim düşüklüğünü karşılamak üzere ortama ek ısı verilmelidir. Hava sızıntısı ısı gereksinimi olarak adlandırılan bu ısı değeri (Q_s) Eşitlik 2.7 ile hesaplanmaktadır;

$$Q_s = \Sigma(aL)_{dış} \times R \times H \times \Delta T \times Z_e \quad (W) \quad (2.7)$$

Bu eşitlikte yer alan, a ; hava sızıntı katsayısı (m^3/mh), L ; pencere veya kapının açılan kısımlarının çevre uzunluğu (m), R ; oda durum katsayısı (Birimsiz), H ; yapı durum katsayısı (rüzgâr etkinliği katsayısı) ($kWh/m^3 C^0$), ΔT ; sıcaklık Farkı (C^0) ($\Delta T = T_i - T_d$), Z_e ; pencere sayısına göre tespit edilen katsayı (Birimsiz) anlamlarındadır. Bu eşitlikte yer alan semboller sırasıyla aşağıda açıklanmıştır;

- a (Hava sızıntı katsayısı); TS 825' de belirtilen pencere ile kapının hem malzemesi hem de tasarımı göz önünde bulundurularak tespit edilen hava sızıntı katsayısı (a), Tablo 2.7' de verilen değerlere göre seçilmektedir (TS 2164).

Tablo 2.7 Pencere ve kapılar için hava sızıntı katsayısı a (m^3/mh)

Malzeme	Pencere veya kapı şekli	a
Ahşap	Tek pencere	3,0
	Çift camlı pencere	2,5
	Çift pencere	2,0
Plastik çerçeve	Tek veya çift camlı pencere	2,0
Çelik veya metal çerçeve	Tek pencere	1,5
	Çift camlı pencere	1,5
	Çift pencere	1,2
İç kapılar	Eşiksiz kapılar	40,0
	Eşikli kapılar	15,0
Dış kapılar için pencere değerleri esas alınır.		

- L (pencerelerin açılan kısımlarının çevre uzunluğu); sızıntı aralık çevre uzunluğu, açılıp kapanan pencere ve kapıların çevre uzunluğudur.
- $\Sigma(aL)_{dış}$; rüzgârın üflediği kapı ve pencere aralıklarından saatte odaya sızan dış hava miktarıdır.

- R (Oda durum katsayısı); ısı kaybı hesaplanan hacmin, en elverişsiz rüzgâr durumunda rüzgârın üflediği kapı ve pencere aralıklarından odaya sızan $\Sigma(aL)_{dış}$ toplam hava miktarının, odadan dışarı kaçan $\Sigma(aL)_{iç}$ toplam hava miktarı ile oranın 1 eklenmesiyle elde edilen ifadenin aritmetik tersidir. R değerinin tam olarak hesabı imkânsızdır. Bu değer normal boyutlarda pencere veya kapıları olan odalar için 0,9, büyük pencereleri ve bir tek iç kapısı olan odalar için ise 0,7 olarak alınmaktadır.
- H (yapı durum katsayısı) değeri; bölgenin rüzgâr durumuna ve inşaatın tasarımına bağlı olarak TS 825'e göre tespit edilen katsayıdır ve Tablo 2.8' de verilen değerlere göre seçilmelidir.

Tablo 2.8 Yapı durum katsayısı H (Wh/m³⁰C)

Bölgenin durumu	Yapının durumu	H Katsayısı	
		Bitişik Düzen	Ayrık Düzen
Normal Bölge	Korunaklı	0,279	0,396
	Serbest	0,477	0,675
	Çok serbest	0,700	0,977
Rüzgârlı Bölge	Korunaklı	0,477	0,675
	Serbest	0,700	0,977
	Çok serbest	0,950	1,314

Bir katta birden fazla dairesi olan veya birbiri ile bağlantısı olmayan oda gruplarını içeren yapılar bitişik düzen olarak kabul edilmektedir. Ayrık düzen ise, bir ya da iki katlı villa türü yapıları tanımlamaktadır.

- ΔT ; iç ve dış hava sıcaklıkları farkıdır.
- Z_e değeri; ısı kaybı hesabı yapılan odanın pencere sayısına göre tespit edilen katsayıdır. Her iki dış duvarında kapı veya pencere olan odalar için $Z_e = 1,2$, diğer hacimler için $Z_e = 1,0$ olarak alınmaktadır.

2.1.4.2 Binalarda Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesap Metodu

Yeterince ısı yalıtımı sağlanmış bir binada, ısıtma döneminde, iç ortamda belli bir iç ortam sıcaklığı sağlamak için gerekli olan ısı enerjisinin bir kısmı iç kaynaklardan ve güneş

enerjisinden sağlanmaktadır. Kalan miktarın ısıtma sistemi tarafından iç ortama verilmesi gerekmektedir. Yıllık ısıtma enerjisi gereksinimi olarak tanımlanan bu miktar, bütün aylar için, toplam kayıplardan güneş enerjisi kazançları ve iç kazançların çıkartılması ile elde edilen değerlerin toplanması ile hesaplanmaktadır. Isıtılan ortamın sınırları, bu ortamı dış ortamdan ve eğer varsa ısıtılmayan ortamlardan ayıran duvar, döşeme, çatı, kapı ve pencereden oluşmaktadır. Hesaplamalarda dıştan dışa ölçüler kullanılmaktadır. Eğer binanın tamamı aynı sıcaklığa kadar ısıtılacaksa binanın tamamı tek bölge olarak ele alınmalıdır. Aksi halde birden fazla bölge söz konusu olur ve farklı ısıtma bölgelerinin sınırları belirlenerek hesaplar yapılmalıdır. Standartta verilen hesaplama yönteminde kullanılan büyüklüklere ilişkin tanımlar şu şekilde yapılmaktadır (TS 825);

Tek bölge için yıllık ısıtma enerjisi gereksinimi Eşitlik 2.8 ile hesaplanmaktadır;

$$Q_{yıl} = \sum Q_{ay} \quad (kj) \quad (2.8)$$

Bu eşitlikte yer alan, $Q_{yıl}$; ısıtma sisteminden ısıtılan ortama bir yıl içerisinde verilmesi gereken ısı enerjisi miktarı (J), Q_{ay} ; ısıtma sisteminden ısıtılan ortama bir ay içerisinde verilmesi gereken ısı enerjisi miktarı (J) anlamlarındadır.

Isıtma sisteminden ısıtılan ortama bir ay içerisinde verilmesi gereken ısı enerjisi miktarı (Q_{ay}), Eşitlik 2.9 ile hesaplanmaktadır;

$$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta_{ay}(\Phi_{i,ay} + \Phi_{s,ay})]t \quad (kj) \quad (2.9)$$

Bu eşitlikte yer alan, H; iç ve dış ortamlar arasında 10 °C sıcaklık farkı olması durumunda binanın dış kabuğundan iletim ve havalandırma ile birim zamanda kaybedilen ısı enerjisi miktarı (kj/K), θ_e ; dış sıcaklık aylık ortalama değeri (°C), θ_i ; iç sıcaklığın aylık ortalama değeri (°C), η_{ay} ; kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü (Birimsiz), $\Phi_{i,ay}$; binanın ısıtma sisteminin dışında, ısıtılan ortam içerisinde bulunan ısı kaynaklarından, ısıtılan ortama birim zamanda yayılan ısı enerjisi miktarı (kj), $\Phi_{s,ay}$; ısıtılan ortama birim zamanda doğrudan ulaşan güneş enerjisi miktarı (kj), t; zaman (saniye) anlamlarındadır.

Binanın özgül ısı kaybı (H); binanın dış yüzeylerinden gerçekleşen ısı kaybı (H_i) ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybının (H_h) toplanması ile bulunmakta ve Eşitlik 2.10 ile hesaplanmaktadır;

$$H = H_t + H_v \quad (\text{W/K}) \quad (2.10)$$

Bu eşitlikte yer alan, H_t ; iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (W/K), H_v ; havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (W/K) anlamlarındadır.

İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (H_t) Eşitlik 2.11 ile hesaplanmaktadır;

$$H_t = \sum AU + I.U_i \quad (\text{W/K}) \quad (2.11)$$

Bu eşitlikte yer alan, $\sum A.U$; yapı elemanlarında iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı, I ; yapı elemanında (varsa) ısı köprüsü uzunluğu (m), U_i ; ısı köprüsünün doğrusal geçirgenliği (W/mK) anlamlarındadır.

Yapı elemanlarında iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı ($\sum A.U$); Eşitlik 2.12 ile hesaplanmaktadır;

$$\sum AU = U_D A_D + U_P A_P + 0,8 U_T A_T + 0,5 U_t A_t + U_d A_d + 0,5 U_{dsic} A_{dsic} \quad (2.12)$$

Bu eşitlikte yer alan, U_D ; dış duvarın ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K), U_P ; pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K), U_T ; tavanın ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K), U_t ; zemine oturan tabanın/döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K), U_d ; dış hava ile temas eden tabanın ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K), U_{dsic} ; düşük sıcaklıktaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K), A_D ; dış duvarın alanı (m²), A_P ; pencerenin alanı (m²), A_T ; tavan alanı (m²), A_t ; zemine oturan taban/döşeme alanı (m²), A_d ; dış hava ile temas eden tabanın/döşemenin alanı (m²), A_{dsic} ; düşük sıcaklıklardaki iç ortamları ayıran yapı elemanlarının alanı (m²) anlamlarındadır.

Binaların yapı bileşenlerine ait ısı geçirgenlik katsayıları (U), TS 825’ de binaların bulunduğu bölgelere göre farklı değerler almaktadır. Isı geçirgenlik katsayı değerleri ısı yalıtım bölgelerine göre Tablo 2.9’ da verilmiştir (TS 825);

Tablo 2.9 TS 825’e göre bölgelere göre yapı bileşenleri için tavsiye edilen U değerleri.

BÖLGE	U _{duvar}	U _{tavan}	U _{taban}	U _{pencere}
1.BÖLGE	0,7	0,45	0,7	2,4
2.BÖLGE	0,6	0,4	0,6	2,4
3.BÖLGE	0,5	0,3	0,45	2,4
4.BÖLGE	0,4	0,25	0,4	2,4

Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (H_v) Eşitlik 2.13 ile hesaplanmaktadır;

$$H_v = 0,33 n_h \times V_h \quad (2.13)$$

Bu eşitlikte yer alan, n_h ; hava değişim katsayısı ($1/h$), V_h ; havalandırılan alanın hacmi ($V_h = 0,8.V_{brüt}$) (m^3) anlamlarındadır.

Doğal havalandırma yapılan binalarda ölçüm sonucuna dayanan bir belge veya değer yoksa hava kaçakları ve kontrollü doğal havalandırmayı kapsayacak şekilde “ n_h ” değeri olarak, milli veya milletlerarası yetkili kuruluşlardan verilmiş uygunluk belgesine sahip firmaların pencere sistemlerinin kullanılması halinde $n_h = 0,8 h^{-1}$ değerini almaktadır.

Eşitlik 2.9’ da yer alan, aylık ortalama iç kazançları ($\Phi_{i,ay}$) ısı kazançlarından oluşmaktadır. Bu ısı kazançları;

- İnsanlardan kaynaklanan metabolik ısı kazançları,
- Sıcak su sisteminden kaynaklanan ısı kazançları,
- Yemek pişirme işleminden kaynaklanan ısı kazançları,
- Aydınlatma sisteminden kaynaklanan ısı kazançları,
- Binalarda kullanılan elektrikli cihazlardan kaynaklanan ısı kazançlarıdır.

Konutlarda, okullarda ve normal donanımlı (büro binaları vb.) binalarda iç kazançlar olarak birim döşeme alanı başına en fazla $5 W/m^2$ alınırken, yemek fabrikaları gibi pişirme işleminin

ağırlıklı olduğu binalarda, normalin üstünde elektrikli cihaz çalıştırılan binalarda veya etrafa ısı veren sanayi cihazların kullanıldığı binalarda, iç kazançlar için birim döşeme alanı başına en fazla 10 W/m² değeri alınmaktadır.

Konutlarda, okullarda, normal donanımlı binalarda $\Phi_{i,ay}$ Eşitlik 2.14 ile ifade edilmektedir;

$$\Phi_{i,ay} \leq 5 \times A_n \quad (W) \quad (2.14)$$

Yüksek enerji kazançlı binalarda $\Phi_{i,ay}$ Eşitlik 2.15 ile ifade edilmektedir;

$$\Phi_{i,ay} \leq 10 \times A_n \quad (W) \quad (2.15)$$

Bu eşitliklerde yer alan,

A_n ; bina kullanım alanını (m²) ifade etmekte ve Eşitlik 2.16 ile hesaplanmaktadır;

$$A_n = 0,32 \times V_{brüt} \quad (2.16)$$

Bu eşitlikte yer alan, $V_{brüt}$; binanın ısıtılan brüt hacmini (m³) ifade etmektedir.

Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı ($\phi_{s,ay}$), pencerelerden sağlanan doğrudan güneş ışınlamalarının hesaplanmasını ifade etmektedir. Pasif güneş enerjisi sistemlerinden sağlanacak kazançlar ihmal edilmiştir.

Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı ($\phi_{s,ay}$) Eşitlik 2.17 ile hesaplanmaktadır;

$$\phi_{s,ay} = \sum r_{i,ay} \cdot g_{i,ay} \cdot I_{i,ay} \cdot A_i \quad (W) \quad (2.17)$$

Bu eşitlikte yer alan, $r_{i,ay}$; 'i' yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörüdür. Binanın bulunduğu bölge için hesaplanmış bir değer yok ise, $r_{i,ay}$ ' ın ısıtma periyodu boyunca sabit kaldığı kabul edilmektedir. $r_{i,ay}$ binanın bulunduğu yerleşim bölgesinin özelliğine göre Tablo 2.10' dan alınarak seçilmektedir.

Tablo 2.10 Binanın bulunduğu yerleşim bölgesinin özelliğine göre $r_{i,ay}$ değerleri.

Ayrık ve az katlı (3 kata kadar) binaların bulunduğu yerleşim bölgeleri için	$r_{i, ay} = 0,8$
Ağaçlardan kaynaklanan gölgelenme varsa	$r_{i, ay} = 0,6$
Bitişik düzen ve/veya çok katlı binalı bölge için	$r_{i, ay} = 0,5$

$g_{i,ay}$; 'i' yönündeki saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü olup Eşitlik 2.18 ile hesaplanmaktadır;

$$g_{i,ay} = 0,80g_{\perp} \quad (2.18)$$

Bu eşitlikte yer alan, $g_{\perp}$; laboratuvar koşullarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörüdür. Ölçü değerinin olmaması durumunda $g_{\perp}$, Tablo 2.11' den seçilmektedir;

Tablo 2.11 Güneş enerjisi geçirme faktörü değerleri.

Tek cam için	$g_{\perp} = 0,85$
Çok katlı cam (berrak) için	$g_{\perp} = 0,75$
Isı geçirgenlik değeri $\leq 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ olan ısı yalıtım birimleri için	$g_{\perp} = 0,5$

$I_{i,ay}$; 'i' yönünde dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışıınımı şiddeti (W/m^2) olup, , Tablo 2.12' den seçilmektedir;

Tablo 2.12 Aylık ortalama güneş ışıınımı şiddeti.

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

A_i ; 'i' yönündeki toplam pencere alanını (m^2) ifade etmektedir.

Eşitlik 2.9' da yer alan;

η_{ay} ; iç ısı kazançlarının ve güneş enerjisi kazancının toplamının ortamın ısıtılmasına olan katkı oranıdır. İç kazançlar ve güneş enerjisi kazançlarının toplamının, ısıtma enerjisi ihtiyacının azaltılması açısından faydalı enerji olarak kabul edilmesi her zaman uygun olmamaktadır. Çünkü ısı kazançlarının yüksek olduğu sürelerde, kazançlar anlık kayıplardan fazla olabilir veya kazançlar ısıtmanın gerekmediği zamanlarda gelebilmektedir. İç ortam sıcaklık kontrol sistemi mükemmel değildir ve yapı elemanlarının bünyesinde bir miktar ısı depolanır. Bu nedenle iç kazançlar ve güneş enerjisi kazançları bir yararlanma faktörü ile azaltılmaktadır. Bu faktörün büyüklüğü, kazançların ve kayıpların bağıl büyüklüğüne ve binanın ısıal kütlesine bağlıdır. Kazanç kullanım faktörü (η_{ay}) Eşitlik 2.19 ile hesaplanmaktadır;

$$\eta_{ay} = 1 - e^{-1/KKO_{ay}} \quad (2.19)$$

Bu eşitlikte yer alan, KKO_{ay} ; kazanç / kayıp oranı olup Eşitlik 2.20 ile hesaplanmaktadır;

$$KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay}) \quad (2.20)$$

Bu eşitlikte yer alan, $\Phi_{i,ay}$; aylık iç kazançlar (W), $\phi_{s,ay}$; aylık ortalama güneş enerjisi kazancı (W) anlamlarındadır. $\Theta_{i,ay}$; aylık ortalama iç ortam sıcaklığı olup konutlar için 19 °C alınır, $\Theta_{e,ay}$; aylık ortalama dış hava sıcaklığı (°C) değeri olup, dış hava sıcaklık değeri yıl içerisinde, yalıtım bölgelerine göre Tablo 2.13' den seçilmektedir.

Tablo 2.13 Farklı derece gün (DG) bölgeleri için dış sıcaklık değerleri.

	1. Bölge	2. Bölge	3. Bölge	4. Bölge
Ocak	8,4	2,9	-0,3	-5,4
Şubat	9,0	4,4	0,1	-4,7
Mart	11,6	7,3	4,1	0,3
Nisan	15,8	12,8	10,1	7,9
Mayıs	21,2	18,0	14,4	12,8
Haziran	26,3	22,5	18,5	17,3
Temmuz	28,7	24,9	21,7	21,4
Ağustos	27,6	24,3	21,2	21,1
Eylül	23,5	19,9	17,2	16,5
Ekim	18,5	14,1	11,6	10,3
Kasım	13,0	8,5	5,6	3,1
Aralık	9,3	3,8	1,3	-2,8

KKO_{ay} oranı 2,5 ve üzerinde olarak hesaplanırsa o ay için ısı kaybının olmadığı kabul edilmektedir (MMO 2008). Gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra, hesaplama yapılan binadaki birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ($Q = Q_{yıl} / V_{brüt}$) hesaplanmaktadır. TS 825' e göre ülkemiz DG sayılarına dört bölgeye ayrılmış ve bu bölgelere göre bina için olması gereken en büyük ısı kaybı değeri (Q') sınırlandırılmıştır. Binanın oda yüksekliğine ve A/V oranına göre değişen bu sınır aralıkları Tablo 2.14' de verilmiştir.

Tablo 2.14 A/V Oranına göre azami yıllık ısıtma enerjisinin (Q') sınır değerleri.

	h (m)	A/V≤0,2 için	0,2<A/V<1,05 için	A/V≥1,05 için	Birim
Q' 1.DG	h≤2,6m	19,2	44,1 A/V + 10,4	56,7	kWh/ m ²
	h>2,6m	6,2	14,1 A/V + 3,4	18,2	kWh/m ³
Q' 2.DG	h≤2,6m	38,4	70 A/V + 24,4	97,9	kWh/ m ²
	h>2,6m	12,3	22,4 A/V+ 7,8	31,3	kWh/m ³
Q' 3.DG	h≤2,6m	51,7	76,3 A/V + 36,4	116,5	kWh/ m ²
	h>2,6m	16,6	24,4 A/V + 11,7	37,3	kWh/m ³
Q' 4.DG	h≤2,6m	67,3	82,8 A/V + 50,7	137,6	kWh/ m ²
	h>2,6m	21,6	26,5 A/V + 16,3	44,1	kWh/m ³

Eğer hesaplamalar sonucunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı (Q') hesaplama yapılan binadaki birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi (Q)' dan büyük çıkar ise

($Q < Q'$) yapılan yalıtım bina için uygun demektir. Aksi halde hesaplar başa dönülerek tekrar gözden geçirilmelidir.

Konutlarda ısıtma amaçlı tüketilen ısı enerjisinin azaltılabilmesi, ısı konforun sağlanılabilmesi, çevreye yakıtların yanması sonucu salınan zararlı gazların miktarının azaltılabilmesi için, ısı yalıtımı kadar önemli olan diğer bir etken ise ısıtma sistemlerinin binanın durumuna, kullanılan yakıt türüne göre uygun şekilde seçilmesidir.

BÖLÜM 3

ISITMA SİSTEMLERİ

Bir ya da birden fazla hacmi istenilen sıcaklığa çıkarmak ve bu sıcaklıkta kararlı bir şekilde tutma işlemine ısıtma, ısıtma işlemlerini yapan tesislere de ısıtma sistemleri denir (URL-5, 2013). Günümüzde ısıtma sistemleri 4 grupta incelenmektedir;

1. Tekil Isıtma Sistemleri (Kat ve Villa Isıtması)
2. Merkezi Isıtma Sistemleri (Bina Altından Isıtma)
3. Bölgesel Isıtma Sistemleri (Uzaktan Isıtma)
 - a. Sıcak Su ile Bölge Isıtması
 - b. Kızgın Su ile Bölge Isıtması
 - c. Buhar ile Bölge Isıtması
4. Özel Isıtma Sistemleri (Isısan Çalışmaları 2000).

Bütün bu ısıtma sistemlerinde birincil enerji kaynağı olarak, katı, sıvı veya gaz yakacaklar kullanılabilir. Kullanılan ısıtma sistemlerinin ve yakacakların birbirlerine göre çeşitli üstünlük ve sakıncaları bulunmaktadır. Bu nedenle her değişik uygulamada en uygun ısıtma sisteminin, ısıtıcı akışkanın ve ısıtıcı elemanın seçilebilmesi için mühendislik ve ekonomik analizin yapılması gereklidir (Savaşan 2007). Isıtma sistemi seçiminde göz önünde bulundurulması gereken birçok etken vardır. Konfor (sıcaklık, taze hava miktarı, ses kirliliği, nem, temizlik), kuruluş maliyeti, işletme maliyeti, servis bakım sıklığı ve kolaylığı, işletme kolaylığı, çevre etkisi bu etkenler arasındadır.

Bir ısıtma sisteminin tesisatının uygun olabilmesi için aşağıdaki koşulları yerine getirmesi gerekmektedir.

- Isıtılan ortamın sıcaklığı kararlı olmalıdır,
- Hızlı ve etkili bir ayar tertibatına sahip olmalıdır,

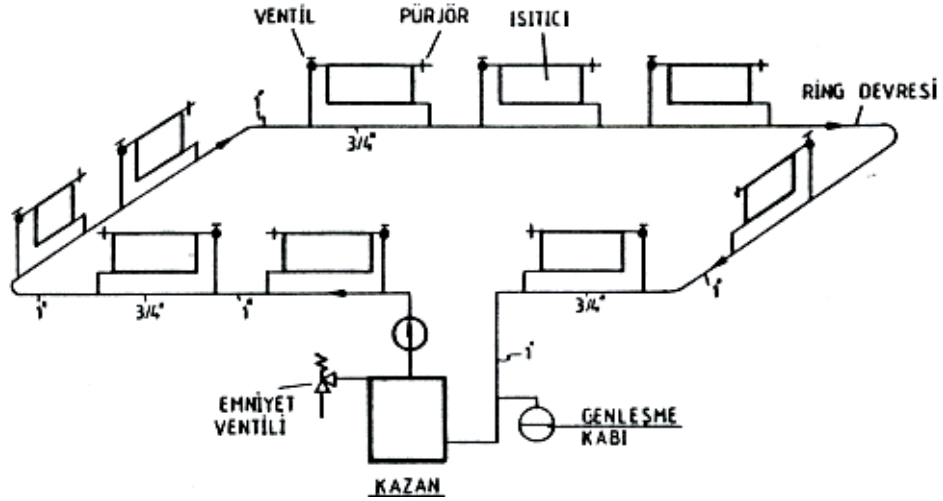
- Yanma ile açığa çıkan gazlar, ısıtılan ortamı ve çevreyi kirletmemelidir,
- Isıtma sistemi, işletme ve bakım giderleri yönünden ekonomik ve verimli olmalıdır,
- İşletmesi basit olmalıdır (Savaşan 2007).

3.1 TEKİL ISITMA SİSTEMLERİ (KAT VE VİLLA ISITMASI)

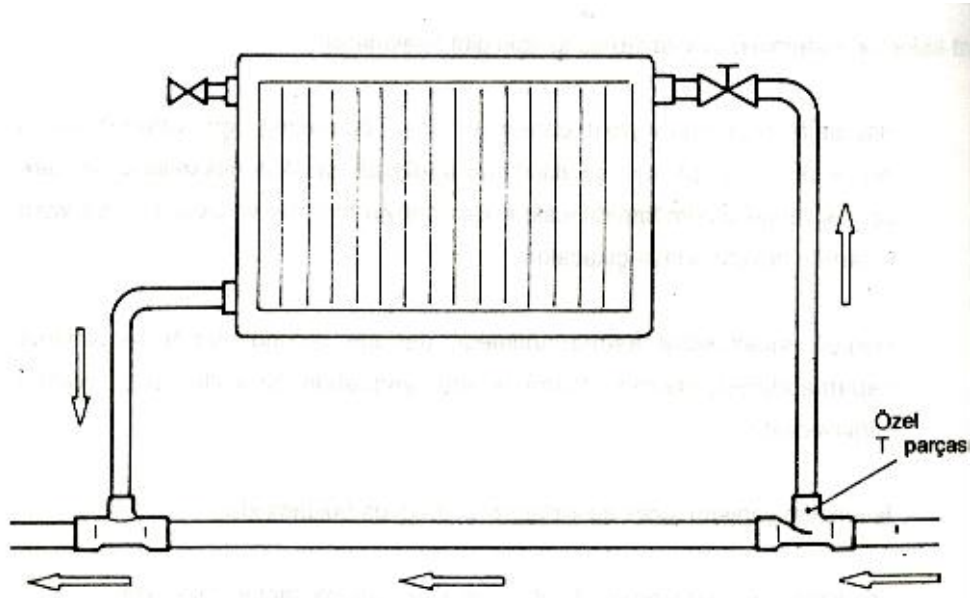
Kombi veya kazan tipi ısıtma cihazları kullanarak yapılan kat kaloriferi sistemi ile villa tipi binalarda yapılan ısıtma sistemlerine tekil ısıtma denir. Tekil ısıtma sistemleri ısı ihtiyacı 10 ila 40 kW arasındaki hacimler ısıtılmasında kullanılmaktadır. Tekil ısıtma sistemlerinde genellikle yakacak olarak motorin, doğalgaz veya sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) kullanılmaktadır (Savaşan 2007).

Ülkemizde kullanılan tekil ısıtma sistemlerinde akışkan olarak sıcaklığı en fazla 90 °C olan su kullanılmaktadır. Sıcak su, bir kat kaloriferi kazanı veya kombi adı verilen cihazlarda hazırlanarak, borular ile ısıtılacak ortamlardaki ısıtıcılara gönderilmektedir. Kat kaloriferi, doğalgaz veya sıvı yakıtla çalışabilen kazan, boyler ve otomatik kontrol sistemlerinden oluşan, kullanma sıcak suyunu birlikte üretebilen ısıtma sistemleridir. Kat kaloriferi tesisatı, tek ve çift borulu olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Tek borulu sistem, çift borulu sisteme göre daha az yatırım maliyeti gerektirmekte ve çift borulu sisteme göre daha estetikdir (MMO 2008).

Tek borulu tekil ısıtma sisteminde kazandan çıkan su ana besleme borusuyla bütün radyatörleri dolaşır. Radyatörde soğuyan su tekrar ana boruya verilir. Her radyatörden sonra suyun sıcaklığı biraz düşer. Bütün radyatörleri dolaşarak soğuyan su tekrar kazana döner. Sistemin ana özelliği dönüşe yakın radyatörlerin daima daha az sıcak su ile çalışmasıdır. Bu özellikten dolayı aynı hat üzerinde kullanılabilecek radyatör sayısı sınırlıdır. Gidiş borusu önce kuzey yönündeki radyatörlere gidecek şekilde tasarlanmalıdır. Şekil 3.1’ de tek borulu tekil ısıtma sistemi, Şekil 3.2’ de tek borulu ısıtma sisteminde radyatör bağlantısı şematik olarak gösterilmiştir (URL-6, 2013).



Şekil 3.1 Tek borulu tekil ısıtma sistemi (Isısan Çalışmaları 2000).

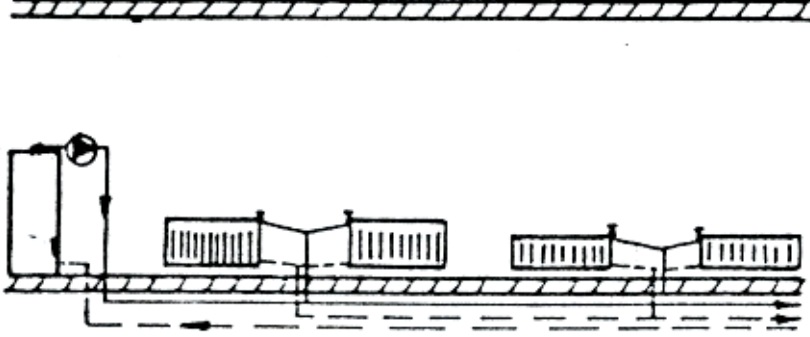


Şekil 3.2 Tek borulu tekil ısıtma sisteminde radyatörün bağlanma şekli (URL-6, 2013).

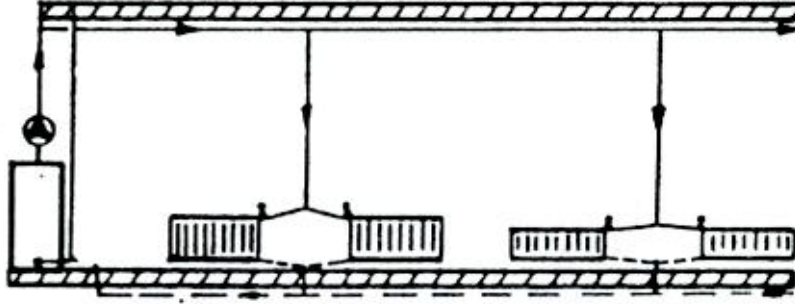
Çift borulu teki ısıtma sistemleri üç şekilde uygulanmaktadır. Bu sistemler;

1. Alttan dağıtmalı ve alttan toplamalı ısıtma sistemleri
2. Üstten dağıtmalı ve alttan toplamalı ısıtma sistemleri
3. Üstten dağıtmalı ve üstten toplamalı ısıtma sistemleridir.

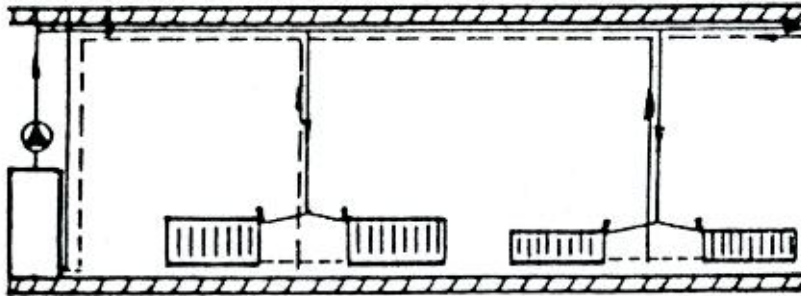
Şekil 3.3' de alttan dağıtıp alttan toplamalı, Şekil 3.4' de üstten dağıtıp alttan toplamalı, Şekil 3.5' de üstten dağıtıp üstten toplamalı kat kaloriferi sistemlerine örnekler verilmiştir.



Şekil 3.3 Alttan dağıtıp alttan toplamalı çift borulu kat kaloriferi (MMO 2008).

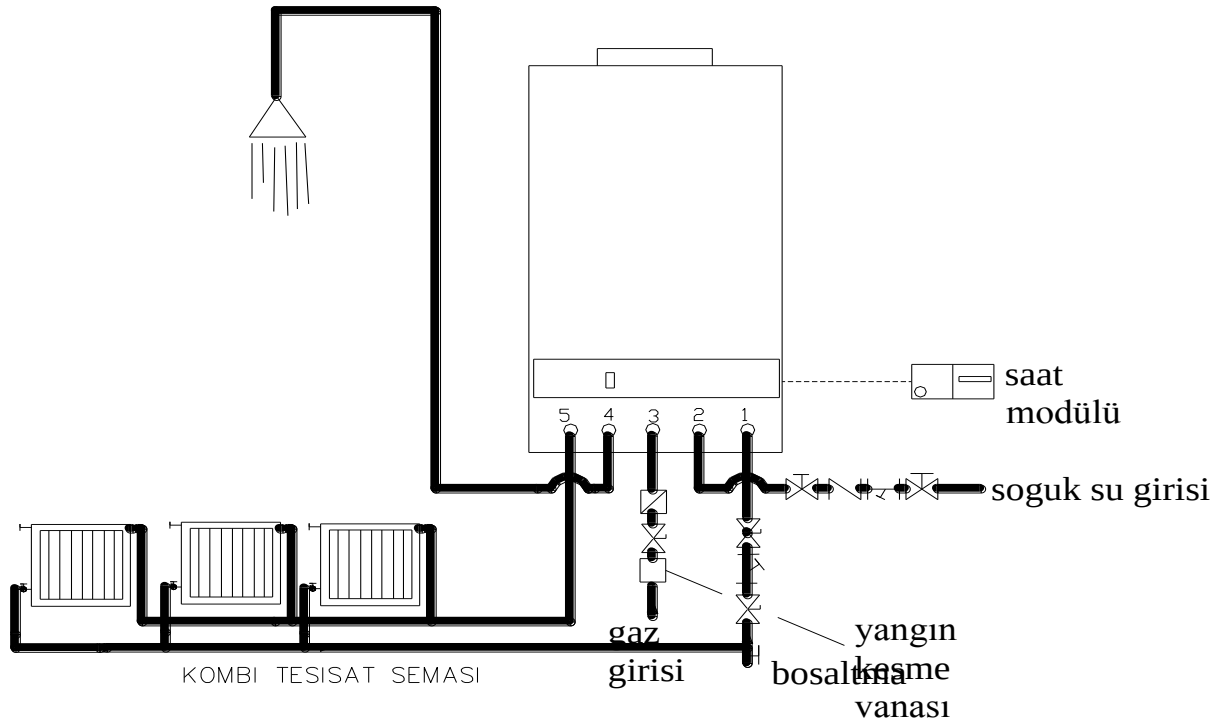


Şekil 3.4 Üstten dağıtıp alttan toplamalı çift borulu kat kaloriferi (MMO 2008).



Şekil 3.5 Üstten dağıtıp üstten toplamalı çift borulu kat kaloriferi (MMO 2008).

Bireysel ısıtma sistemini planlarken en temel konuların başında kullanıcının evindeki baca sisteminin uygunluğu gelmektedir. Mevcut baca sistemi, bireysel ısıtma cihazının çalışmasını sağlamayacaksa veya buna uygun yeni baca sistemi yapılacaksa, bacalı bir tip cihaz kullanmak mümkündür. Baca yapmak toplam maliyette daha pahalı olmasına rağmen, uygulamanın daha doğru olmasını ve verimliliğinin artmasını sağlayacaktır. Bu mümkün değil ise geriye kalan alternatif, hermetik bir kombidir. Tekil ısıtma sistemlerinde kat kaloriferi sistemleri dışında genellikle kombi tercih edilmektedir. Tekil ısıtma sistemlerinde kombinin tercih edilmesinde, ekonomikliğin ve gerekse kullanıcının özgürlüğünün katkısı büyüktür. Kombi cihazında şofbendeki gibi bir boru demetinden akan suyun ısıtılması prensibi söz konusudur. Kombi cihazları kat kaloriferi olarak ısıtma işlemini sağlarken, aynı zamanda bir şofben gibi sıcak kullanım suyunu da sağlamaktadır. Kombi cihazların ısıtma prensipleri şofbendeki gibidir. Paslanmaz malzemeden yapılan brülörler gazın yanma odasında yakılmasını sağlar. Etrafında kanatçıklar bulunan ısı eşanjörü ve yanma odasının etrafındaki borulardan geçen su ısıtılarak sıcak su musluğundan alınır. Şekil 3.6’ da kombi cihazının kalorifer tesisatı ve sıhhi tesisatına bağlantısı şematik olarak gösterilmiştir (URL-7, 2013).



Şekil 3.6 Kombinin tesisata bağlantısı.

3.1.1 Kombi Çeşitleri

Kombi çeşitleri baca sistemine göre 3 grupta incelenmektedir. Bunlar;

- Bacalı kombi,
- Hermetik kombi
- Yoğuşmalı kombidir (URL-7, 2013).

3.1.1.1 Bacalı Kombiler

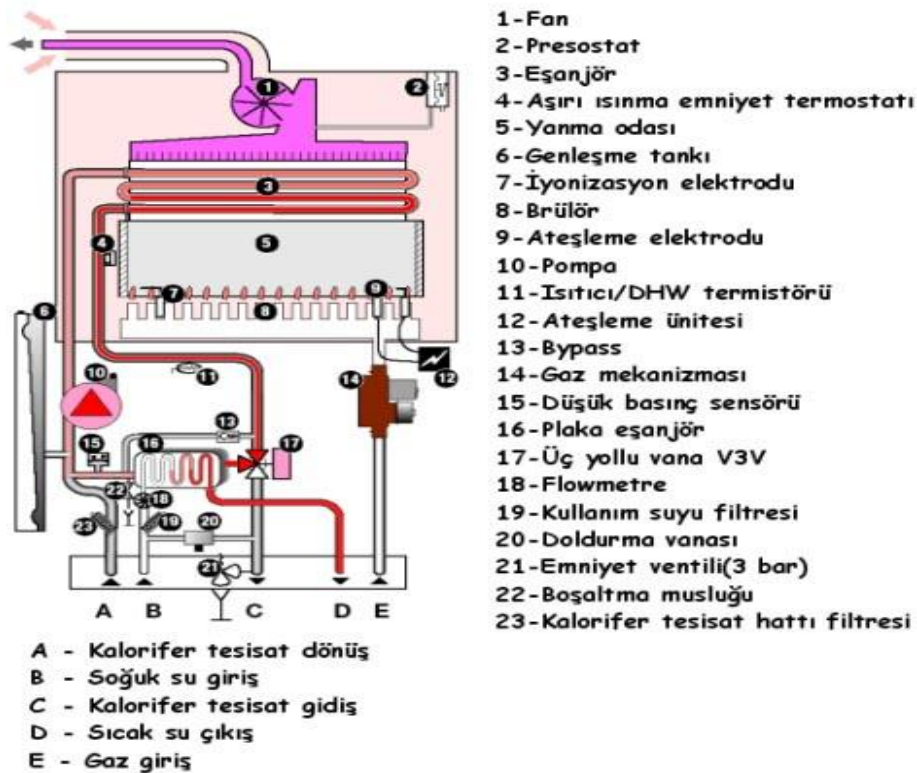
Bacalı kombiler, yanmanın oluşabilmesi için gereken oksijeni bulunduğu ortamdan alan ve yanma sonucu oluşan atık gazları Şekil 3.7’ de görüldüğü gibi bina bacası vasıtası ile dışarı atan ısıtma cihazlarıdır. Bu cihazlar mutlaka çekişi iyi olan bir bacaya bağlanmalıdır ve bulunduğu ortam iyi havalandırılmalıdır. Bacalı kombiler banyoya, yatak odalarına, apartman boşluğu gibi ortamlara ve hacmi 8 m³’ ten az olan yerlere konulmamalıdır. Tercihen mutfaklara konulmalıdır. Günümüzde satışı nerdeyse yok denecek kadar azdır. Ortamdaki oksijeni emdiği için aynı zaman da hermetik cihazlara göre daha az güvenlik tedbiri olduğu için bacalı kombilerin satışı oldukça azdır. Ayrıca yeni çıkan yasalar doğrultusunda bina bacası kurallarına uyulmaması durumunda İgdaş bacalı kombilerin kullanımına izin vermemektedir (URL-8, 2013).



Şekil 3.7 Bacalı kombi şematik görünümü (URL-9).

3.1.1.2 Hermetik Kombiler

Hermetik cihazlar yanma için gereken oksijeni baca sistemindeki fan yardımıyla dış ortamdan alarak yanmayı oluşturan cihazlardır. Hermetik kombiler, bacalı kombiler gibi bacası apartman bacasına değil Şekil 3.8’ de görüldüğü gibi en yakın dış hava ortamına çıkacak şekilde monte edilmektedir. Ortamdaki oksijeni emmediği ve baca problemi yaşanmadığı için kombi çeşitleri arasında en çok tercih edilen kombi çeşididir (URL-8, 2013).



Şekil 3.8 Hermetik kombi şematik görünümü (Anonim 2004).

3.1.1.3 Yoğuşmalı Kombiler

Yoğuşmalı kombilerin çalışma prensipleri diğer kombi çeşitleri ile aynıdır. Diğer kombi çeşitlerinden farklı olarak yoğuşmalı kombilerde, dışarı atılan su buharının sıcaklığının, ısıtmaya harcanması ilkesine dayanmaktadır. Bilindiği gibi gaz halden sıvı hale geçen maddeler dışarı ısı vermektedir. Yoğuşma teknolojisi sayesinde dışarı atılan gaz halindeki su buharı yoğunlaştırılarak sıvı hale dönüştürülmekte, böylece ilave bir ısı açığa çıkmaktadır ve bu ısı bina ısıtmasında kullanılmaktadır. Böylece yoğuşmalı kombiler sayesinde % 7’ ye

kadar yakıt tasarrufu sağlanmaktadır. Fakat bu sistemin kullanılabilmesi için evdeki peteklerin diğer cihazlara göre iki katı büyüklükte olması ve maliyetlerinin diğer kombilere göre daha yüksek olmasından dolayı pek tercih edilmemektedir (URL-8, 2013).

3.1.2 Tekil Isıtma Sistemlerinin Avantajları

Tekil ısıtma sistemleri ülkemizde yaygın bir şekilde kullanılan ısıtma sistemleridir. Özellikle ülkemizde doğalgaz kullanımının yaygınlaşması ile tekil ısıtma sistemlerinin kullanımının artması beklenmektedir. Tekil ısıtma sistemleri, merkezi ısıtma sistemlerine göre ekonomik olmamasına rağmen, bu sistemin kendi başına bağımsız olması en büyük üstünlüğüdür. Tekil ısıtma sistemlerinin sağladığı diğer avantajlar şu şekilde sıralanabilir;

- Kullanıcı istediği konfor şartlarını diğer kullanıcılardan bağımsız olarak kendisi belirleyebilir.
- Kullanıcı cihaz seçimini kendisi yapabilir.
- Gaz dağıtım şirketine karşı her kullanıcı kendisi sorumludur. Ortak kullanımdan dolayı oluşan ödeme sorunları yoktur.
- Isıtma tesisatındaki problemler nedeniyle merkezi sistemlerde olduğu gibi, bazı dairelerin yeterince ısınamamalarına rağmen diğer dairelerle aynı yakıt parasını ödemeleri mecburiyeti gibi bir sorun yoktur. Tesisattaki problemler daire sahibinin inisiyatifinde daha hızlı giderilebilir.
- Kullanıcı konutta kullanmadığı odalar ve evde bulunmadığı zamanlar için yakıt parası ödemez.
- Kullanıcı bireysel faturalama nedeniyle enerji tasarrufuna daha fazla dikkat edebilir.
- Isı üretimi, dağıtımı ve tüketimi aynı daire içerisinde olduğundan, üretim ve dağıtım ısı kayıpları azdır.
- Kazan dairesine gerek yoktur, binada daha fazla yer imkânı sağlar. Yaygın olarak kullanılan hermetik kombilerde bacaya gerek yoktur. Bireysel sistem az yer kaplar ve montajı kolaydır (Türkeri 2013).

3.2 MERKEZİ ISITMA SİSTEMLERİ

Isıtılacak binaların bodrum katlarına yerleştirilen kazanlarda üretilen ısının taşıyıcı bir akışkan ile istenen ortamlara yerleştirilmiş ısıtıcılara gönderilmesi ile gerçekleştirilen ısıtmaya merkezi ısıtma denir. Blok halinde yapılmış bir binadaki en uygun ısınma ihtiyacı, merkezi ısıtma sistemi ile karşılanmaktadır. Binadaki bir kazan dairesinde hazırlanan ısıtıcı akışkan, binadaki her daire veya birime ayrı olarak gönderilmektedir. Kazanda her türlü yakacağın yakılması mümkünse de çevre açısından doğalgaz veya sıvı yakacak tercih edilmektedir (Savaşan 2007).

Sistem, kullanılacak akışkanı (su, hava veya buhar) ısıtmak için merkezi kazan veya ısıtıcı, ısıtılmış akışkanın dağıtımı için boru tesisatı ve ısıyı ortam havasına transfer etmek için radyatörleri içermektedir (Efe 2008). Ülkemizde her bağımsız birimin kullanıldığı kadar ısı enerjisini ölçen cihazların yaygınlaşmamış olması nedeniyle, bu teknik ile ısınmada bazen gereksiz yere büyük enerji savurganlığı ortaya çıkabilmektedir. Bilinçli kullanıldığında merkezi ısıtma sistemi, bireysel ısıtma sistemine göre daha avantajlıdır (MMO 2008). Merkezi ısıtma sistemlerinde akışkan olarak su, buhar ve hava kullanılabilir. Ancak en çok tercih edilen merkezi ısıtma sistemi, sıcak sulu merkezi ısıtma sistemleridir.

3.2.1 Sıcak Sulu Merkezi Isıtma Sistemleri

Sıcak sulu merkezî ısıtma sistemleri (90 / 70°C), binaların ısıtılmasında en yaygın kullanılan ısıtma sistemleridir. Sıcak sulu merkezi ısıtma sistemlerinde sıcak su, borular yardımıyla ısıtılacak hacimlere yerleştirilmiş radyatör, konvektör, sıcak hava cihazı gibi ısıtıcı elemanlara taşınmaktadır. Isıtıcı elemanlara taşınan sıcak su, ısınıp oda hacmine bırakır ve soğuyarak tekrar kazana geri döner. Suyun dolaşımı tabii olarak (yerçekimi ile) veya çoğu zaman cebri (sirkülasyon pompası ile) sağlanmaktadır. Dolaşım pompası kazandan itibaren gidiş veya dönüş hattına bağlanmaktadır. Sistemde mevcut suyun ısınması sırasında ortaya çıkan hacim artışı, genleşme kabı adı verilen bir depo ile sağlanmaktadır. Sıcak su sistemlerinin büyük çoğunluğu atmosfere açıktır ve su sıcaklığı 90 °C değerini aşmaz. Sıcak sulu merkezi ısıtma sistemleri çeşitli kriterlere göre kendi içerisinde alt gruplara ayrılmaktadırlar (Küçükçalı 2000). Bu sistemler;

- 1- Dolaşım şekline göre,
 - a. Tabi (Doğal) dolaşımli ısıtma sistemleri,
 - b. Cebri (Pompalı) ısıtma sistemleri,
- 2- Genleşme deposuna göre;
 - a. Kapalı genleşme depolu ısıtma sistemleri,
 - b. Açık genleşme depolu ısıtma sistemleri,
- 3- Boru dağıtım ve toplama biçimine göre;
 - a. Alttan dağıtmalı ve alttan toplamalı ısıtma sistemleri,
 - b. Üstten dağıtmalı ve üstten toplamalı ısıtma sistemleri,
 - c. Üstten dağıtmalı ve alttan toplamalı ısıtma sistemleridir.

3.2.1.1 Tabi (Doğal) Dolaşımli Merkezi Isıtma Sistemleri

Tabi dolaşımli ısıtma sistemleri, küçük ve orta büyüklükteki binaların ısıtılmasında kullanılan merkezi ısıtma sistemleridir. Tabi dolaşımli ısıtma sistemlerinde su dolaşımı yerçekimi ivmesi ile sağlanmaktadır. Tabi dolaşımli ısıtma sistemleri, sıcak ve soğuk suyun yoğunluklarındaki farka dayanmaktadır. Soğuk su sıcak sudan daha ağırdır. Yoğunluğundan dolayı soğuk su aşağıya inmeye, sıcak suda yukarıya çıkmaya eğilimlidir. Kazanda ısıtılan su radyatöre gider. Kazan ısıtıldığında ısınmış olan su yukarıya doğru çıkmaya başlarken bunun yerine daha soğuk olan dönüş borularındaki su kazana gelir. Böylece sistemdeki su tabi olarak sirküle edilmiş olur. Tesisatın tabi sirkülasyonla çalışması istenirse, gidiş suyu sıcaklığı, dönüş suyu sıcaklığından yüksek olmak zorundadır (MMO 2008).

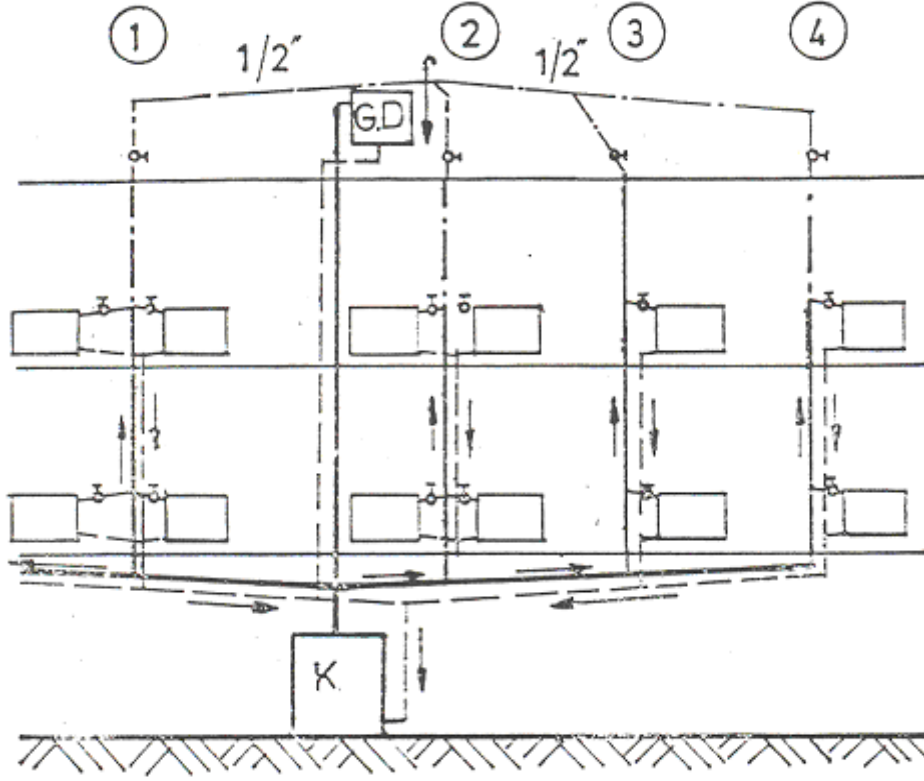
Tabi dolaşımli merkezi ısıtma sistemleri binanın mimari durumuna göre iki şekilde incelenmektedir. Bu sistemler;

1. Alttan dağıtmalı tabi dolaşımli ısıtma sistemleri,
2. Üstten dağıtmalı tabi dolaşımli ısıtma sistemleridir.

3.2.1.1.1 Altan Dağıtmalı Tabi (Doğal) Dolaşımli Isıtma Sistemi

Altan dağıtmalı tabi dolaşımli ısıtma sistemlerinde kazanda ısınan sıcak suyu dağıtan ana gidiş borularıyla, ısıtıcılarda dolaşıp tekrar kazana dönen suları toplayan dönüş ana boruları,

bodrum katın tavanı altından geçmektedir. Bodrumu bulunmayan binalarda alttan dağıtım sistemi uygulanmak isteniyorsa, borular döşemede açılacak kanallara döşenmelidir. Şekil 3.9’ da tabi dolaşimli alttan dağıtım bir ısıtma sisteminin şematik görünümü verilmiştir (URL-9, 2013).



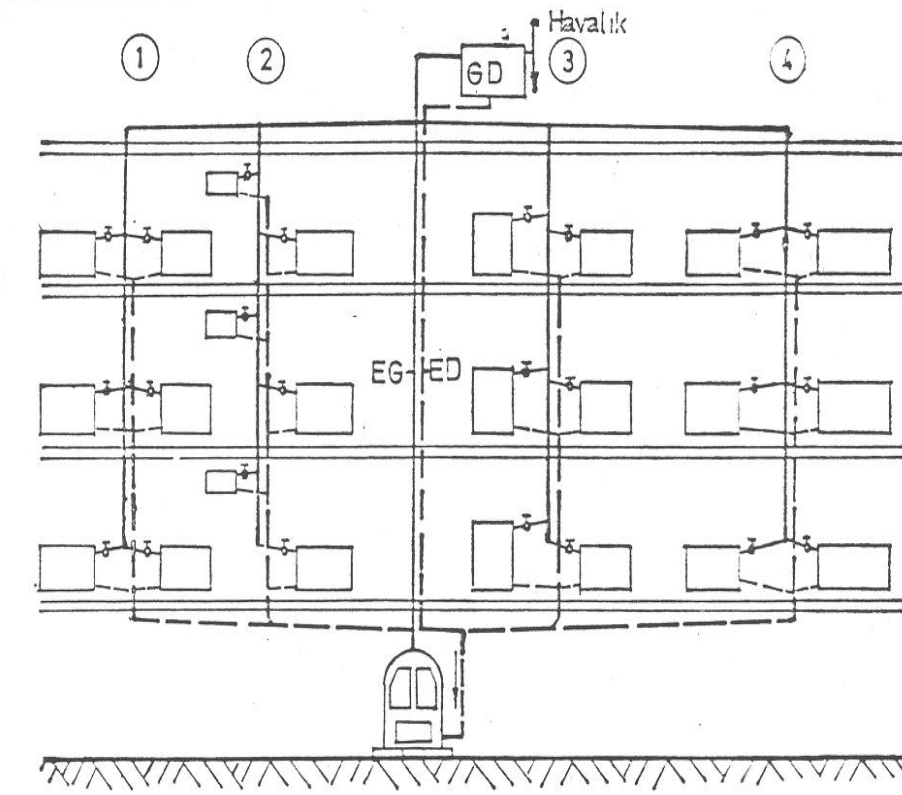
Şekil 3.9 Altan dağıtım tabi dolaşimli ısıtma sistemi (MMO 2008).

3.2.1.1.2 Üstten Dağıtım Tabi Dolaşimli Isıtma Tesisatı

Kazanda ısınan su, ana çıkış kolonu ile çatı arasına kadar yükselir. Buradan yatay döşenmiş borularla, kolonlara oradan da ısıtıcılara geçer. Isıtıcılarda soğuyan su dönüş kolonları ile bodrum katta yatay döşenmiş dönüş ana borularına iletilir. Kazana giren su tekrar ısınarak devri tamamlar.

Şekil 3.10’ da sıcak su gidiş boruları dolu çizgi ile, dönüş boruları ise kesik çizgi ile gösterilmiştir. Üstten dağıtım sistemde, yatay durumda döşenmiş boruların suyun gidiş

istikametinde eğimli olarak döşendiği görülmektedir. Bunun sebebi tesisatta havanın boşaltılmasını sağlamaktır (URL-9 2013).



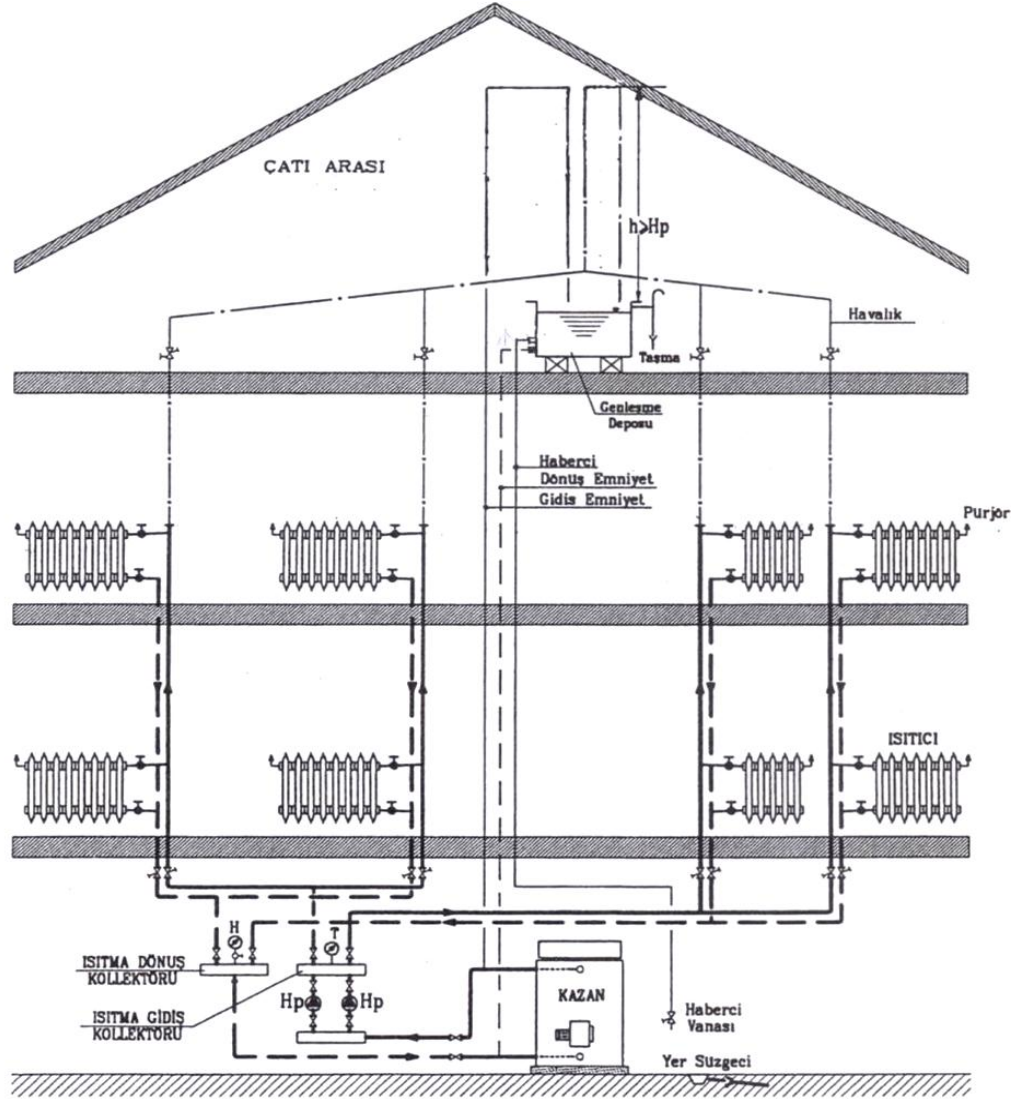
Şekil 3.10 Üstten dağıtım tabi dolaşimli ısıtma tesisatı (MMO 2008).

3.2.1.2 Cebri (Pompa) Isıtma Sistemleri

Cebri (pompa) olarak adlandırılan bu sistemlerde, dolaşım bir pompa ile sağlanmaktadır. Tabi dolaşimli ısıtma sisteminin devir kuvveti, yaygın durumdaki tesisatlar için yeterli gelmez. Ayrıca boru çapları çok büyük çıkacağından tesisatın hantal olmasına neden olur. Bu sorunu önlemek için sıcak sulu merkezi ısıtma sistemleri genellikle pompalı yapılmakta ve borular içinde bulunan suyun hızını yükselterek boru çaplarının küçük çıkması sağlanmaktadır. Böylece daha düşük tesis masrafı, daha az ısı kaybı, daha az su kütlesi ve dolayısıyla tesisatın daha çabuk rejime girmesini sağlanmış olunur. Günümüz merkezi sıcak sulu ısıtma sistemlerinde genel olarak pompalı ısıtma sistemleri kullanılmaktadır. Pompalı ısıtma sistemleri binanın mimari durumuna göre 3 grupta incelenmektedir. Bu sistemler;

1. Alttan dağıtım alttan toplamalı ısıtma sistemleri,

Kapalı genişleme deposu uygulamasında, kazan ile doğrudan irtibatlı olan basınçlı depo kullanılmaktadır. Kapalı genişleme deposu bulunan sistemlerde, kazan üzerinde güvenlik ventili konulma mecburiyeti vardır (MMO 2008).

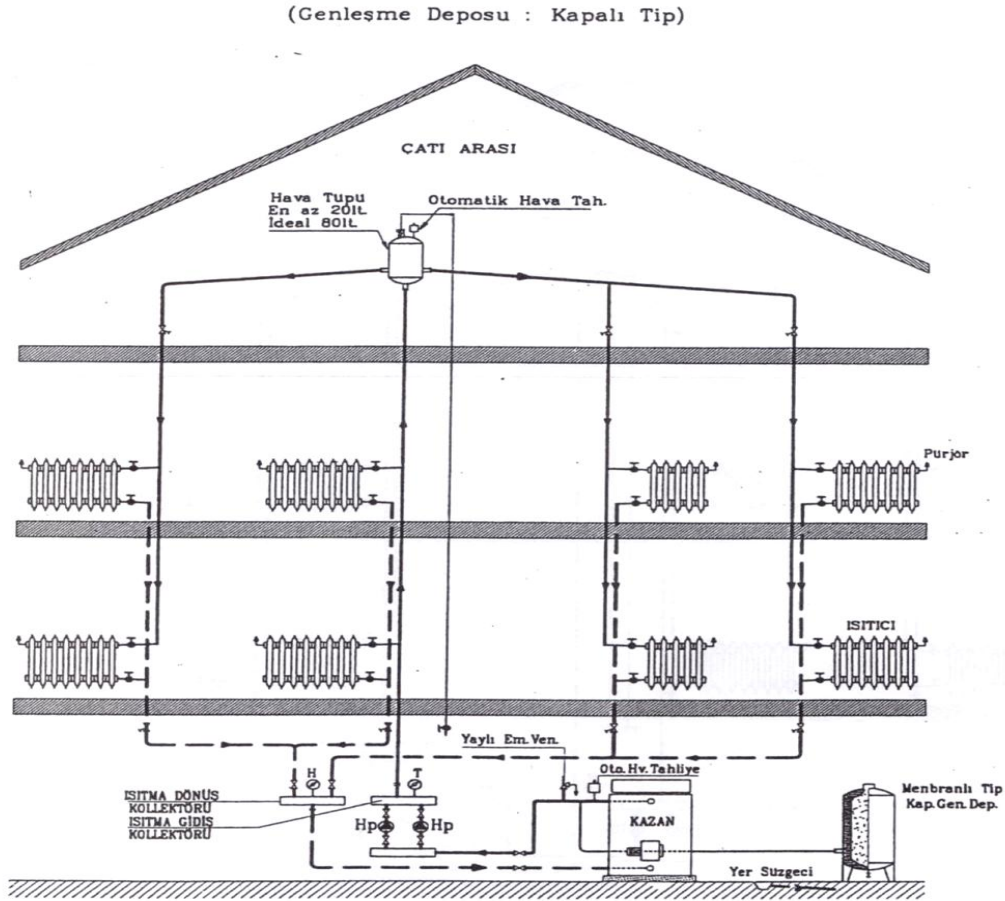


Şekil 3.12 Açık genişleme depolu alttan dağıtımaltan toplamalı ısıtma sistemi(MMO 2008).

Açık genişleme deposu uygulamasında, açık genişleme deposu binanın en üst seviyesine yerleştirilmelidir. Bu depo, gidiş ve dönüş güvenlik boruları yardımıyla, kazana bağlanır. Bu güvenlik boruları üzerinde hiçbir şekilde vana bulunmamalıdır (MMO 2008).

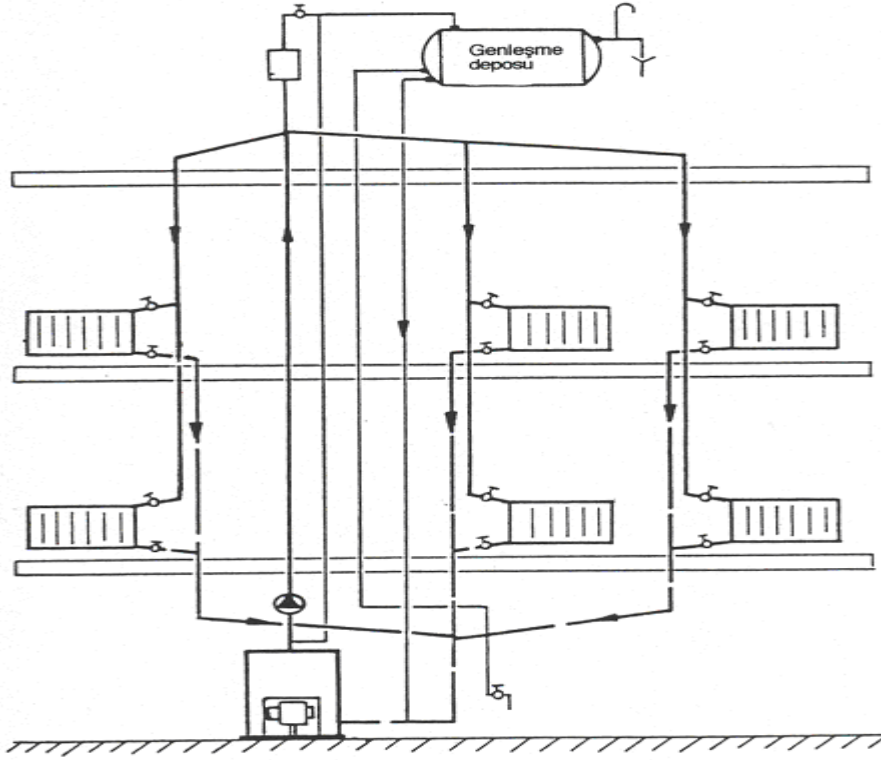
3.2.1.2.2 Üstten Dağıtım Alttan Toplamalı Isıtma Sistemi

Üstten dağıtım alttan toplamalı ısıtma sistemleri uygun çatısı ve tam bodrumlu binalarda uygulanabilmektedir. Teras katlı ve bodrum katı olmayan binalara uygulanmamaktadır. Kazandan çıkan gidiş ana kolonu, çatı katında yatay gidiş borularına gelir ve buradan aşağı inen gidiş kolonlarını besler. Aşağı inen gidiş kolonlarından alınan branşman boruları ile ısıtıcılara gelen sıcak su, buradan dönüş kolonları yardımıyla kazana döner. Bu sistemin en büyük üstünlüğü, bütün katların aynı derecede yani homojen olarak ısıtılmasıdır. Bu sistemin en büyük sakıncası ise alttan dağıtım sistemlere göre daha fazla boru kullanılmasıdır. Şekil 3.13' de kapalı genişleme depolu, Şekil 3.14' de ise açık genişleme depolu uygulamalar görülmektedir (MMO 2008).



Şekil 3.13 Kapalı genişleme depolu üstten dağıtım alttan toplamalı ısıtma (MMO 2008).

Kapalı genişleme deposu uygulamasında her iniş kolonun üzerine hava tüpü konulması gereklidir (MMO 2008).



Şekil 3.14 Açık genişleme depolu üstten dağıtım ve alttan toplamalı ısıtma (MMO 2008).

Açık genişleme deposu uygulamasında bütün çıkış ana kolonu havalık boruları ile genişleme deposuna bağlanmalıdır.

3.2.1.2.3 Üstten Dağıtım ve Üstten Toplamalı Isıtma Sistemi

Üstten dağıtım ve üstten toplamalı ısıtma sistemleri bodrumu olmayan veya kısmi bodrumu olan, çatı katı bulunan binalara uygulanabilmektedir. Bodrumu olmayan binalarda alttan toplama için yer altı tesisat kanallarına ihtiyaç vardır. Bu kanalların hem yatırım masraflarının fazla olması hem de bakımlarının zor olması nedeniyle, üstten dağıtım ve üstten toplamalı ısıtma sistemleri ön plana çıkmaktadır.

Üstten dağıtım ve üstten toplamalı ısıtma sistemleri pompalı olarak uygulanan sistemlerdir. Altan dağıtım ve alttan toplamalı ve üstten dağıtım ve alttan toplamalı ısıtma sistemlerinde pompa durduğunda az da olsa doğal dolaşım meydana gelmektedir. Üstten dağıtım ve üstten

toplamlı ısıtma sistemleri ise pompa durduğunda çalışmamaktadır. Bu nedenle zorunlu durumlar dışında bu sistem tercih edilmemektedir (MMO 2008).

3.2.1.3 Merkezi Isıtma Sistemlerinin Avantajları

Merkezi ısıtma sistemleri bilinçli bir şekilde kullanıldığında ekonomik olarak tekil ısıtma sistemlerine göre daha avantajlıdır. Merkezi ısıtma sisteminin sağladığı diğer avantajlar şu şekildedir;

- Doğalgaza dönüşüm yapılması durumunda ya da modernizasyonda tadilatlar sadece kazan dairesinde olacaktır.
- Isı sayaçları veya ısı pay ölçer yardımı ile işletme masrafları dağılımı daha kolay yapılabilir, tasarruf bilinci teşvik edilebilir. Yasa gereği yeni binalarda bu ürünlerin kullanılması zorunludur.
- İşletme, bakım ve arıza giderme, apartman sakinlerinden bağımsız olarak yönetim tarafından her zaman yaptırılabilir ve sadece kazan dairesi meşgul edilir.
- Ekipman kazan dairesinde olduğundan, ses, gürültü, koku, duman v.b. rahatsızlık veren faktörler apartman sakinlerinden uzaktadır. Daireler içerisinde gaz dağıtımı ve ısıtma cihazı olmadığından, can ve mal güvenliği açısından risk daha azdır.
- Baca mesafeleri kombilerden daha fazladır.
- Katlar ve daire duvarları arasında ısı yalıtım olmadığı durumlarda, bireysel sistemlerde olduğu gibi komşu dairelerin kombilerinin çalışmamasından dolayı ısı kayıplarının ve yakıt tüketiminin artması, soğuk döşemelerin ve duvarların konforu bozması gibi sorunlar yoktur.
- Ekonomik ömrü bireysel sisteme göre daha fazladır.
- İlk yatırım maliyeti, işletme giderleri ve amortisman giderlerinden oluşan toplam maliyeti çok daireli binalarda daha azdır.
- Hermetik kombi bacalarının dış cephede görüntü kirliliği yaratması, bacalardan çıkan duman gazlarının diğer daireleri rahatsız etmesi ve dış cephe boyasını karartması gibi sorunlar yoktur (URL-10, 2013).

3.2.1.4 Merkezi Isıtma Sistemlerinin dezavantajları

Ülkemizde her bağımsız birimin kullandığı kadar ısı enerjisini ölçen cihazların günümüzde yaygınlaşmaması nedeniyle, merkezi ısıtma sistemleri bilinçsiz kullanıldığında enerji savurganlığına neden olabilmektedirler. Merkezi ısıtma sistemlerinin neden olduğu diğer dezavantajlar şu şekildedir;

- Bireysel sistemlerde olduğu gibi son kullanıcı cihaz seçimini kendisi yapamamaktadır.
- Tesisattaki problemler bireysel sistemlerde olduğu gibi daire sahibinin inisiyatifinde değildir.
- Isıtma sisteminin işletme, bakım ve onarım takibinin apartman yönetimince yapılması gerekmektedir.
- Bireysel sistemlerde olduğu gibi ısı dağıtımı aynı daire içerisinde olmadığından, merkezi sistemlerde kolektör de ve kolonlarda hidrolik dengeleme kayıpları olmaktadır.
- Binada kazan dairesi gerekmektedir (URL-10, 2013).

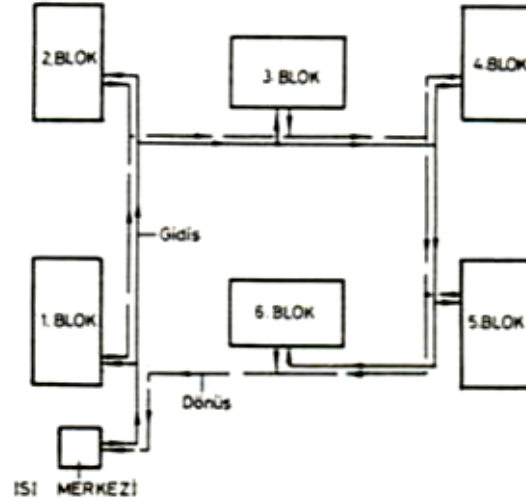
3.3 BÖLGESEL ISITMA SİSTEMLERİ

Birden fazla binalar için, her binada ayrı ayrı kazan daireleri tesis etmek yerine, bu binaların dışında tesis edilecek tek kazan dairesinden yapılan ısıtmaya bölgesel ısıtma adı verilir. Genellikle ısı merkezinde üretilen ısı, boru şebekesi ile primer devre akışkanı tarafından ısıtılacak binalara taşınır. Her binanın altında bulunan bir ısı değiştiricisinde sekonder devrede dolaşan ısıtıcı akışkan ısıtılır. Primer devrede sıcak su, kızgın su ya da buhar, sekonder devrede ise 90/70°C sıcak su dolaşır. Sekonder devre klasik sıcak sulu merkezi ısıtma sistemidir. Bu sistemde ayrıca bina altındaki eşanjör dairesine yerleştirilecek bir boylerle merkezi kullanma sıcak suyu da elde edilebilir (Elele ve Çanakçı 2001).

Bölgesel ısıtma sistemlerinin, merkezi ısıtma sistemlerine göre, baca maliyetinin düşüklüğü, işletme giderlerinin az olması, daha az çevre kirliliğine neden olması, daha güvenli olması, otomatik kontrol maliyetinin düşüklüğü gibi üstünlükleri vardır. Ancak bölgesel ısıtma sistemlerinde blok bazında verilen ısıнын ölçülmesi sorunu vardır. Bu amaçla blok girişlerinde sistemde ayrıca ısı pay ölçerler kullanılabilir. Ancak küçük çaplı uygulamalarda yakıt

The diagram illustrates a closed-loop control system. It consists of five main blocks labeled 1. BLOK, 2. BLOK, 3. BLOK, 4. BLOK, and 5. BLOK, along with a feedback loop labeled 'Dönüş'. The system is connected to a 'Giriş' (Input) and an 'İSİ MERKEZİ' (Control Center). The flow is as follows: The 'İSİ MERKEZİ' provides input to Block 1. Block 1 outputs to Block 2. Block 2 outputs to Block 3. Block 3 outputs to Block 4. Block 4 outputs to Block 5. Block 5 outputs back to Block 1, completing the loop. The 'Dönüş' (Feedback) signal is taken from the output of Block 5 and fed back into Block 1. The 'Giriş' (Input) is taken from the output of Block 2 and fed back into Block 1.

55



Şekil 3.16 Ters geri dönüşümlü 2 borulu dağıtım sistemi (Isısan Çalışmaları 2000).

Çok merkezli bölgesel ısıtma sistemleri ise büyük şehir ısıtmalarında kullanılan ısıtma sistemleridir. Bir yerleşim bölgesinin bir ısı merkezinden mi yoksa birkaç ısı merkezinden mi ısıtılmasının daha uygun olacağı, seçilmesi gereken ısıtıcı akışkanın cinsi (sıcak su, kızgın su, buhar) detaylı olarak yapılacak bir araştırma sonucunda ortaya çıkabilir. Bölgesel ısıtma sistemleri büyük bina grupları için (hastaneler, kırsal, konut siteleri, üniversite kampüsleri, endüstriyel üretim tesisleri) uygulanmaktadır (Küçükçalı 2000). Bölgesel ısıtma sistemleri, sistemde kullanılan akışkanın cinsine göre 3 grupta incelenmektedir. Bu sistemler;

1. Sıcak sulu bölge ısıtma sistemleri,
2. Kızgın sulu bölge ısıtma sistemleri,
3. Buhar ile bölge ısıtma sistemleri
 - a. Alçak basınçlı buharla ısıtma sistemleri,
 - b. Yüksek basınçlı buharla ısıtma sistemleri,
 - c. Vakumlu buharla ısıtma sistemleridir.

3.3.1 Sıcak Sulu Bölge Isıtma Sistemleri

Sıcak sulu bölge ısıtma sistemleri bölgesel ısıtma sistemlerinin sekonder devrelerinde kullanılmaktadırlar. Isıtıcı akışkan olarak sıcaklığı 110°C değerinin altında bulunan sıcak su kullanılmaktadır. Sıcak su sistemlerinin büyük çoğunluğu atmosfere açıktır ve su sıcaklığı

90°C değerini aşmaz. Sıcak su kazanında üretilen sıcak su borularla ısıtılacak hacimlere yerleştirilmiş radyatör, konvektör, sıcak hava apareyi gibi ısıtıcı elemanlara taşınır. Burada soğuyarak ısınıp oda hacmine bırakan sıcak su, kazana geri döner. Suyun dolaşımı eski sistemlerde doğal olarak yeni sistemlerde ise daha ekonomik ve konforlu olduğu için sirkülasyon pompaları ile sağlanır. Sistemde mevcut suyun ısınması sırasında artan hacim, genleşme kabı adı verilen bir depoda toplanır (Anonim 1999).

Sıcak sulu sistemler çeşitli kriterlere göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir;

1. Dolaşım şekline göre; doğal dolaşimli, pompalı ısıtma sistemleri
2. Genleşme kabına göre; açık veya kapalı genleşme kaplı ısıtma sistemleri
3. Boru tesisatına göre; tek borulu, çift borulu ısıtma sistemleri
4. Dağıtım ve toplama biçimine göre; alttan dağıtım ve toplama, üstten dağıtım alttan toplama, üstten dağıtım üstten toplama, döşemeden ısıtma sistemleri (İnce 2013).

3.3.2 Kızgın Sulu Bölge Isıtma Sistemleri

Bölgesel ısıtma sistemlerinde primer devrede kullanılmaktadırlar. Kaynar su da adı verilen bu sistemde kazan çıkış suyu sıcaklığı 110 °C değerinden daha yüksek olan ısıtma sistemleridir. Genellikle kızgın sulu ısıtma sistemleri büyük kapasiteli bölge ısıtmalarında 120 °C ile 180 °C arasında çıkış suyu sıcaklıklarında kullanılmaktadır (MMO 2008).

3.3.3 Buhar İle Bölge Isıtma Sistemleri

Enerji ihtiyacı çok fazla olduğu ısıtma sistemlerinde kullanılır. Yakıtın yakılması sonucu açığa çıkan enerji kapalı bir kap içinde bulunan sıvıya aktarılarak sıvının gaz (buhar) haline gelmesini sağlar. Enerjinin gereksinim miktarına göre buhara enerji yüklemesi yapılır. Böylece taşıyıcı konumundaki sıvı (buhar) enerjisini ihtiyaç duyulan noktada bıraktıktan sonra tekrar kazana dönerek enerji taşıma sirkülasyonunu devam ettirir. Sıcaklığı 95 °C üzerinde bir enerji taşınması gerektiğinde en yaygın olarak buharlı ısıtma sistemleri kullanılmaktadır. Bunun yanında iletim için herhangi bir enerji harcanmaması bu sistemin en büyük avantajıdır. Sistem ekipmanlarının pahalı olması bu sistemin dezavantajıdır (Efe 2008). Buharlı ısıtma sistemleri basınçlarına göre üç grupta incelenmektedir;

3.3.3.1 Alçak Basıncılı Buharla Isıtma

Kalorifer kazanından çıkış basıncı 2 bar ve sıcaklığı da en çok 110 °C olan buharla yapılan ısıtmadır. Buharlı tesisatlarda daha çok büyük hacimli ve ısıнын uzak mesafelere taşınması gerektiği hastane, askeri kışla, fabrikalar yerlerde kullanılmaktadır (MMO 2008).

3.3.3.2 Yüksek Basıncılı Buharla Isıtma

Kalorifer kazanından çıkış basıncı 2 bar'dan fazla olan ve sıcaklığı da 110 °C'den yüksek olan buharla yapılan ısıtmadır. Buhar basıncının yüksek olması istenen büyük işletmelerde kullanılır. Basınç yüksek olduğu için sistemde kullanılan malzemeler bu basınca uygun seçilmelidir (MMO 2008).

3.3.3.3 Vakumlu Buharla Isıtma

Basıncı atmosfer basıncından az olup, 0,25 ile 0,95 bar arasında değişen ve sıcaklığı da en az 65°C olan buharla yapılan ısıtmadır. Kazanda elde edilen buhar, boru ve ısıtıcılarda dolaşp yoğunlaştıktan sonra kazana döner. Dönüş borusuna bir pompa konularak suyu kazana, havayı da dışarı atar. Günümüzde kullanılmayan bir sistemdir (MEGEP 2013).

3.3.4 Bölgesel Isıtma Sistemlerinin Avantajları

Bölgesel ısıtma sistemlerinin en önemli sorunu, her binaya veya kullanma noktalarına verilen ısı güçlerinin ölçülmemesidir. Bu sorunu ortadan kaldırabilmek için dolaylı yöntemler ile hesap teknikleri veya ısı sayaçları kullanılabilir. Ayrıca bölgesel ısıtma sistemlerinde diğer sistemlere göre daha çok enerji kaybı meydana gelebilmektedir. Bu dezavantajların yanında bölgesel ısıtma sistemlerinin avantajları da bulunmaktadır. Bu avantajlar şu şekilde sıralanabilir;

- Her binada ayrı gereksinim olan kalorifer kazanları, yakıt depoları ve kalorifer bacalarına gerek kalmaz. İnşaat ve tesisatın ilk tesis maliyeti azalır. Elde edilen hacimler başka amaçlar için kullanılabilir.

- Binalarda ayrı kazan dairesi bulunmayacağı için buna bağlı olarak yangın ve patlama tehlikeleri de ortadan kalkar.
- Her bina için ayrı yakıt ikmali, kül nakli sorunu ve kazan dairesi işletmeciliği, dolayısıyla uzman kaloriferci ihtiyacı ortadan kalkar. Binaların işletme giderleri azalır. Yakıt, duman, kurum ve kül pisliği ortadan kalkar.
- Bir çok kalorifer bacası yerine, bölge santralinde bir tek ve yeterli yükseklikte seçilmiş bir santral bacası ile, gerekli filtreleme tesisleri de öngörülerek, çevre kirlenmesi önlenir.
- Bölge ısıtma santralinde, bir çöp yakma kazanı tesis edilerek, çöplerin imhası ve atık ısının tekrar kazanılarak merkezi ısıtma şebekesine verilmesi mümkün olur.
- Fakat bu avantajların yanı sıra, dağıtım hattı maliyetleri, sistem çalıştırma ve kontrol maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle ılıman bölgelerde tercih edilmeyen bir ısıtma sistemidir (Gürdal 2013).

3.4 ÖZEL ISITMA SİSTEMLERİ

Güneş enerjisi sistemleri, sıcak hava ile ısıtma sistemleri gibi sistemler bu gruba girmektedir. Güneş enerjili sistemlerde, güneşten gelen ışıının toplandığı toplayıcılar ve ısıyı buradan hem ısı deposuna hem de yapıdaki ortamlara taşıyan taşıyıcı sistemler mevcuttur. Bu türden sistemlerin çevre dostu olmaları, işletme maliyetlerinin düşüklüğü gibi üstünlüklerine karşın, süreklilik göstermemeleri, yüksek verim için yüksek maliyet gerektirmeleri gibi dezavantajları vardır. Isı taşıyan akışkan olarak havanın kullanıldığı sistemler sıcak hava ile ısıtma sistemleri olarak adlandırılmaktadır. Bu sistemlerde, bir merkezde ısıtılan ve istenen diğer özellikler kazandırılan hava, hava kanalları aracılığı ile ortama gönderilir. Bu sistemler, ısıtmanın yanı sıra iklimlendirme ve havalandırma gereksiniminin de olduğu yerlerde uygulanmaktadır.

3.5 ISITMA SİSTEMLERİNDE KULLANILAN YAKITLAR

Kalorifer tesisatlarında kullanılacak olan yakıtlardan istenen bazı özellikler vardır. Bu özellikler;

- Elde edilebilirlik, sağlanmasındaki güvenilirlik ve süreklilik,

- Kullanımındaki ve depolanmasındaki kolaylık,
- Ekonomik olması,
- Temiz olmasıdır.

Günümüzde doğalgazın temiz bir yakıt olması, yakma veriminin ve ısı değeri yüksek olması, otomatik kontrolünün kolay olması, depolama ve ön hazırlık istememesi nedeniyle en çok tercih edilen yakıttır.

Isıtma sistemlerinde genellikle fosil kökenli yakıtlar kullanılmaktadır. Fosil kökenli yakıtlar 3 grupta incelenmektedir. Bu yakıt grupları;

1. Katı yakıtlar (Odun, kömür, linyit),
2. Sıvı yakıtlar (Petrol ve petrolün ayrıştırılması ile oluşturulan fuel oil, benzin, motorin),
3. Gaz yakıtlardır (Doğalgaz, LPG).

3.5.1 Kömür

Homojen olmayan, kompakt, çoğunlukla bitki parçalarından meydana gelen, tabakalaşma gösteren, içersinde çok miktarda C, az miktarda H - O - S ve N elementlerinin bulunduğu ama inorganik (kil, silt, elementleri gibi) maddelerinde olabildiği, bataklıklarda oluşan, kahverengi ve siyah renk tonlarında olan, yanabilen, katı fosil organik kütlelerdir. Kömür bitki parçalarının bataklık alanlarında birikmesi sonucu oluşan tabakaların değişime uğraması sonucunda meydana gelmektedir. Bu tabakalar, üzerine çeşitli çökeltilerin birikmesi ve yer tabakasının hareketleri sonucu derinliklere gömülürler. Gömülmüş olan bu bitki parçaları artan ısı ve basınca maruz kalarak, kimyasal ve fiziksel değişikliklere uğrayarak kömüre dönüşürler (URL-11, 2013).

Ülkemiz kömür rezervleri bakımından oldukça zengin bir ülkedir. Ülkemizde kömürün ısınma amaçlı kullanımı oldukça yaygındır. Kömürün, diğer yakıt türlerine göre daha ucuz olması, taşınmasının kolay olması ve ülkemizde rezerv miktarının fazla olması gibi avantajları olsa da, çevreye en çok zarar veren yakıt türüdür. CO₂ ve SO₂ salınımları oldukça yüksektir. Ülkemizde ısınmanın kömürle sağlandığı illerimizde özellikle kış aylarında hava kirliliği

oldukça artmaktadır. Bu nedenle ülkemizde kömürlü ısıtma sistemlerinin yerini yavaş yavaş doğalgazlı ısıtma sistemleri almaktadır.

3.5.2 Fuel Oil

Fuel-oil petrol türevi bir yakıt olup ham petrolden elde edilmektedir. Ham petrolün rafinerilerde arıtılması ve işlenmesi sonucunda, ortalama olarak % 43 benzin, % 18 fuel-oil ve motorin, % 11 LPG (sıvılaştırılmış petrol gazı, propan veya propan-bütan karışımı), % 9 jet yakıtı, % 5 asfalt ve %14 diğer ürünler elde edilmektedir. PETDER (Petrol Sanayi Derneği) tarafından 18.02.2007 tarihinde yayınlanan 2006 yılı Sektör Raporunda, tüketilen petrol % 3 kalorifer yakıtı, % 14 fuel-oil no:6, % 13 kurşunsuz benzin, % 64 motorin ve % 2 katkı benzin olarak değerlendirilmektedir. Türkiye’ de fuel-oil tanımı TS 2177’ de verilmektedir. Bu standarda göre, fuel-oil, damıtma esnasında, damıtma kolonundan dip ürünü olarak elde edilen, doğrudan ya da belirli oranlarda damıtma ürünü yakıt eklenmesiyle (kalorifer yakıtı olarak bilinir) piyasaya verilen ve ön ısıtma yapılarak ya da buharlaştırmalı yakıcılarda kullanılan bir petrol ürünüdür. Fuel-oil türünü belirlemede temel alınan parametreler “yoğunluk” ve “viskozite” dir. 1 ve 2 numaralı fuel-oil ev yakıtı (kalorifer yakıtı) olarak, 5 ve 6 numaralı yakıtlar ise ağır sanayi yakıtı olarak tanımlanmaktadır. İzin verilen en çok kükürt (S olarak) içeriği kalorifer yakıtında ağırlıkça % 1,5 iken, ağır fuel-oilde (No.6) % 4 ’dür. Ülkemizde “Fuel-oil No.6” ve “Kalorifer yakıtı” türleri daha yaygın olarak üretilmekte ve kullanılmaktadır. 27 Nisan 2004 tarihinde Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre ve Yönetim Müdürlüğü tarafından yayınlanan Genelgenin I-c maddesine göre “Hava kirliliğine neden olan emisyonlar arasında yer alan kükürtdioksit (SO₂) emisyonunun azaltılması için yaklaşık % 3,5 kükürt (S) içeren 6 no’ lu fuel oil’in ısınma ve sanayide ısınma ve üretim amaçlı kullanılması yasaklanmıştır.” ibaresi yer almaktadır. Bu genelge ile kalorifer yakıtı olarak tanımlanan 6 no’ lu fuel-oil’in kullanılmayacağı yani, daha az kükürt (S) içeren kaliteli fuel-oil kullanılması gerektiği belirtilmiştir (Efe 2008).

3.5.3 Doğalgaz

Doğalgaz metan, etan, propan gibi hafif moleküler ağırlıklı hidrokarbonlardan oluşan renksiz, kokusuz ve havadan hafif bir gazdır. En önemli özelliği temiz bir yakıt olması ve çevreyi

kirletmemesidir. Gaz halinde olması nedeniyle hava ile daha iyi bir karışım oluşturarak kolay yanar ve verimi diğer yakıtlara göre daha yüksektir. Doğalgazın fiyatı fuel-oile göre daha düşük, verimi ise kömüre göre daha yüksek olduğundan her iki yakıta göre daha ekonomiktir. Doğalgazın avantajları şu şekilde sıralanabilir;

- Doğalgaz, havayı kirletmeyen, doğaya zarar vermeyen “çevreci” bir enerji kaynağıdır. Doğal gaz, yandığı zaman havayı kirletici kükürt oksitleri ve karbon tanecikleri gibi atık maddeler meydana getirmemektedir.
- Doğalgaz, doğanın, çevrenin, dolayısıyla insan geleceğinin ciddi bir sigortasıdır. Dünyada kullanımı hızla yaygınlaşan doğal gaz, yüksek ısı değeri ve diğer nitelikleriyle önemli bir tercihe dönüşmektedir.
- Verimli bir yakıttır. Gaz halinde olması nedeniyle, yanıcı ve yakıcı moleküllerin birleşme şansı fazla olduğu için daha yüksek verimle yakma olanağı vardır.
- Otomatik kontrole daha uygun olması nedeni ile enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Devreye girip çıkması daha kısa sürede olduğundan otomatik kontrolle kullanılması daha kolaydır.
- Yakma işlemi için daha az hava fazlalığı kullanıldığından da enerji tasarrufu sağlar. Her yanıcı molekülün yakıcı molekülle birleşme şansı kömür ve fuel oil’e göre daha fazla olduğundan yakma için daha az hava kullanılmaktadır. Temiz kazan daireleri ortaya çıkar.
- Pis ve harabe şeklinde kazan dairelerinden, temiz ve güvenli ısı merkezlerine dönüşüm ortaya çıkmıştır.

Bu avantajlar sayesinde dünya’ da ve ülkemizde doğalgaz kullanımı hızla artmaktadır. Türkiye’ de doğalgazın varlığı ilk defa 1970 yılında Kurumlar bölgesinde tespit edilmiş ve 1976 yılında da Pınarhisar Çimento Fabrikası’nda kullanılmaya başlanmıştır. 1975 yılında Çamurlu sahasında bulunan doğalgaz 1982 yılında Mardin Çimento Fabrikası’na verilmiştir (Gülcü 2010). Türkiye, enerji uzmanları tarafından dünyanın en hızlı gelişen on pazarından biri olarak gösterilmektedir. Türkiye stratejik konumu gereği Orta Doğu ve Hazar Denizi doğalgaz üretim alanları ile Avrupa tüketim pazarı arasında bir köprüdür. Ülkemizde 2012 yılı sonu itibarıyla 72 il ve 64 bölgede doğalgaz kullanılmaktadır. 2012 yılında ülkemizde toplam 45 milyar metreküp doğalgaz tüketilmiştir. Ülkemizde bu sayı gittikçe artmakta, çalışma kapsamında ele alınan Bartın ili de doğalgazın kullanılmasına başlanacak olan iller arasında yer almaktadır (Dosider 2012).

BÖLÜM 4

MATERYAL METOD

Bu bölümde öncelikle Bartın ilinde kullanılan ısıtma sistemlerindeki yakıtların özellikleri belirlenmiştir. Daha sonraki kısımlarda ısıtma sistemlerinde kullanılan temel elemanların, yakıt tüketimi ve bu yakıt tüketiminin sonucu olarak atmosfere atılan CO₂ miktarı ve ısıtma sistemlerinin maliyet analizinin hesaplanmasında kullanılan metotlar açıklanmış ve formüle edilmiştir. Seçilen 4 Tip bina için ısı kaybı, ısıtma sistemlerini oluşturan temel elemanların seçimi, yıllık yakıt tüketimi, tüketilen yakıtın yanması sonucu atmosfere salınan CO₂ miktarları ve ısıtma sistemlerinin maliyet analizleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır.

4.1 YAKACAKLAR

Kalorifer tesisatlarında genel olarak fosil yakacaklar kullanılmaktadır. Bu yakacaklar fiziksel durumlarına göre gaz, sıvı ve katı olmak üzere üç grupta incelenmektedirler. Bu farklı fiziksel özelliklerdeki yakacakları yakmak için değişik tipteki yakıcı cihazlara (brülörlere) ve kazanlara ihtiyaç vardır. Uygulamalarda kullanılan başlıca fosil yakacaklar, doğalgaz, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG), fuel-oil, motorin ve kömürdür.

Bartın ilinde ısıtma sistemlerinde yakıt olarak Zonguldak kömürü, fuel-oil kullanılmaktadır. Bartın ilinde 2013 yılı sonu itibariyle konutlarda doğalgaz kullanılmaya başlanacaktır. Bu kapsamda Bartın ilinde kullanılacak olan yakıtların alt ısı değerleri Tablo 4.1’ de verilmiştir.

Tablo 4.1 Yaklaşık yakıt alt ısı değerleri (TS 2164).

Yakıt Türü	Alt Isıl Değer, H _u
Doğalgaz	34.485,00 Kj/m ³ - 8.244 kcal
Zonguldak Maden Kömürü	20.913,50 Kj/kg - 5.000 kcal
Fuel Oil	41.600,00 Kj/kg - 9.945 kcal

4.2 KAZAN HESABI

Kalorifer tesisatında yakılacak olan yakıt türü seçildikten sonra, bu yakacağa uygun kazan türü belirlenmelidir. Kalorifer kazanları seri olarak üretilebildikleri gibi, büyük kapasiteli kazanlar bireysel olarak üretilebilmektedir. Kalorifer kazanları, malzemesine göre çelik ve döküm, kullanılan yakıt türüne göre ise, katı, sıvı ve gaz yakıtlı olarak sınıflandırılmaktadırlar. Isıtma tesisatında kullanılacak olan kazanların kapasiteleri, kalorifer tesisatına yerleştirilen bütün ısıtıcıların ısı güçleri ve kazan ısıtma yüzeyleri esas alınarak seçilmektedir. Kazan seçiminde sistemin net ısı kaybı miktarından büyük seçilen kazan, ekonomik yönden sarfiyat, ekolojik yönden zarar oluştururken, ısı kaybı miktarından küçük seçilen kazan, yeterli ısıtma sağlayamadığı için sistemden verim sağlanılamamaktadır (Efe 2008). Kazanların verimli çalışmaları ısıtma sistemini her yönden etkileyen bir faktördür. Yüksek verimle çalışan kazanlar daha az yakıt, daha konforlu ısınma, daha az maliyet ve daha az çevre kirliliği anlamına gelmektedir. Kazanlarda kullanılan yakıt türüne göre kazan verimleri de değişmektedir. Çalışmamızda, kazan seçimi hesabında kullanılan kazan verimleri Tablo 4.2’ de verilmiştir. Bu tabloda ki değerler incelendiğinde en yüksek verimle çalışan kazanın doğalgazlı kazanlar, en düşük verimle çalışan kazanların ise kömürlü kazanlar olduğu görülmektedir.

Tablo 4.2 Kazanların yaklaşık ısı verimleri η_k (TS 2164).

Yakıt Türü	Kazan Verimi (η_k)
Doğalgaz	0,85
Fuel-Oil	0,75
Zonguldak Maden Kömürü	0,60

Isıtma tesisatında kullanılacak olan sıcak su kazanları, ısıtma güçleri ve ısıtma yüzeyleri esas alınarak seçilmektedirler. Sıcak su kazanının ısıtma gücü (Q_k), binanın toplam ısı kaybı (Q_s) değeri esas alınarak Eşitlik 4.1 ile hesaplanmaktadır;

$$Q_k = Q_s (1 + Z_R) \quad (\text{kcal/h}) \quad (4.1)$$

Bu eşitlikte yer alan, Q_k ; kazan kapasitesi (kcal/h), Q_s ; binanın toplam ısı kaybı (kcal/h), Z_R ; artırım katsayısı anlamlarında olup, tesisatın durumuna göre Tablo 4.3' den seçilmelidir (TS 2164);

Tablo 4.3 Tesisatın durumuna göre artırım katsayısı (Z_R) değerleri.

Tesisatın Durumu	Z_R
Ana dağıtım borularının sıcak hacimlerden ısı yalıtımlı olarak geçmesi ve kolonların duvar üstünde bulunması durumunda	0,05
Ana dağıtım borularının soğuk hacimlerden ısı yalıtımlı olarak geçmesi ve kolonların duvar üstünde bulunması durumunda	0,10
Ana dağıtım borularının soğuk çatı arasından ısı yalıtımlı olarak geçmesi ve kolonların dış duvarlara açılmış kanallara (tesisat bacaları) yerleştirilmesi durumunda	0,15

Bu değere göre kazan ısıtma yüzeyi Eşitlik 4.2 ile hesaplanmaktadır (TS 2164);

$$A_K = Q_k / k \quad (m^2) \quad (4.2)$$

Bu eşitlikte yer alan, A_k ; kazan ısıtma yüzeyi (m^2), k ; kazan ısıtma yüzeyi verdisi (W/m^2) olup, kazanın birim ısıtma yüzeyinden ısıtılan akışkana geçen ısı miktarıdır ve Tablo 4.4' den seçilmelidir;

Tablo 4.4 Kazan ısıtma yüzeyi verdisi değerleri (k).

Kazan Türü	k (W/m^2)
Kömür Yakan Kazanlar	6978
Fuel Oil Yakan Kazanlar	9304
Gaz Yakacak Yakan Kazanlar	9304

4.3 RADYATÖR HESABI

Radyatörlerin büyüklükleri, ısıtılacak mekânın ısı ihtiyacına miktarına göre belirlenmektedir. TS 825' de sağlık ve konfor şartlarının iyileştirilebilmesi için konutlarda her bölüm için farklı sıcaklık değerleri belirlenmiştir. Radyatör hesapları yapılırken belirlenmiş olan bu oda sıcaklıkları dikkate alınarak her oda için ısı kayıp miktarları hesaplanmalı, bulunan değere göre radyatör seçimi yapılmalıdır. Bazı radyatör yerleştirilemeyen (antre, hol veya çok küçük

hacimlere) bölümlerin ısı ihtiyaçları, bitişik mekanlardan ısı transfer yoluyla sağlanacağı için ısı ihtiyacı bitişik mekanın ısı ihtiyacına ilave edilerek radyatör seçimi yapılmalıdır. Radyatörler odanın en soğuk bölümüne yerleştirilmelidir. Bu kısımlar genellikle pencere önleri veya dış duvarlardır. Böylece soğuk hava ortama nüfuz etmeden absorbe edilmektedir (Efe 2008). Radyatör miktarı Eşitlik 4.3 ile yapılmaktadır;

$$\text{Radyatör Miktarı} = \frac{\text{Oda Isı Kaybı}}{\text{Radyatör Birim Isı Değeri}} \quad (4.3)$$

4.4 BRÜLÖR HESABI

Brülör, yakıtın hava ile uygun oranda karıştırılarak tam olarak yakılmasını sağlayan cihazdır. Sıvı ve gaz yakacaklar, brülör adı verilen yakıcılarda yakılmaktadırlar. Brülörler kazan kapasitesi ve sistemin çalışma rejimine uygun olarak seçilmelidir. Kazan kapasitesi brülörün çalışma aralığında olmalıdır (Anonim 2002).

Brülör Yakıt Debisi (B) Eşitlik 4.4 ile hesaplanmaktadır;

$$B = Q_k / H_u \times \eta_k \quad (4.4)$$

Bu eşitlikte yer alan, Q_k ; kazan ısı kapasitesini (kW) ifade etmektedir. H_u ; yakıtın alt ısı değerini (kWh/kg) ifade etmekte olup, yakıt türüne göre Tablo 4.1' den, η_k ; kazan verimini ifade etmekte olup, yakıt türüne göre Tablo 4.2' den seçilmektedir.

4.5 GENLEŞME DEPOSU HESABI

Sıcak sulu ısıtma sistemlerinde su, 10 °C' den 90 °C' ye ısıtıldığında hacmi, ilk hacminin %3,55' i oranında artmaktadır. Suda ki sıcaklık artışına bağlı olarak ortaya çıkan bu genleşmeyi karşılamak üzere tesisatta genleşme depoları kullanılmaktadır. Genleşme depoları aynı zamanda sistemin güvenliğini (basıncın kontrolünü) ve sisteme gerekli su desteği görevlerini de yerine getirmektedir. Genleşme deposu kullanılan ısıtma sistemi türüne göre açık ve kapalı şekilde tasarlanmaktadır (TS 2164). Çalışma kapsamında kömürlü ısıtma sistemlerinin hesaplamalarında açık genleşme deposu, doğalgazlı merkezi ısıtma sistemlerinin

hesaplamalarında ise kapalı genleşme deposu kullanıldığı kabul edilmiştir. Açık genleşme deposu hacim hesabı Eşitlik 4.5, kapalı genleşme deposu hacim hesabı Eşitlik 4.6 ile yapılmaktadır;

➤ Açık genleşme deposu hacmi hesabı;

$$V_n = 0,0025 \times Q_k \quad (4.5)$$

➤ Kapalı genleşme deposu hacmi hesabı;

$$V_g = \frac{(0,000738.t - 0,03348).V_s}{\frac{P_a}{P_f} - \frac{P_a}{P_o}} \quad (4.6)$$

Bu eşitliklerde, V_g ; genleşme deposunun en küçük hacmi, V_s ; ısıtma sistemindeki toplam su hacmi (m^3), t ; en yüksek ortalama işletme sıcaklığı ($^{\circ}C$), P_a ; genleşme deposunun ilk kez doldurulmasında suyun genleşme deposu girişindeki mutlak basınç (atmosfer basıncı olup 100 kPa), P_f ; deponun doldurulmasında depo içerisindeki mutlak basınç (kPa), P_o ; genleşme deposunun karşılaşılabileceği en yüksek mutlak basınç (kPa) anlamlarındadır.

4.6 SİRKÜLÂSYON POMPASI HESABI

Sirkülasyon pompaları kapalı su sistemleri içerisinde mevcut olan suyu devir daim ettirme işlemlerinde kullanan cihazlardır. Yeterli basıncı üretebilen sirkülasyon pompası, kazanda ısınmış olan suyu radyatörlere doğru pompalar ve pompalanan sular radyatörleri ısıtır. Ardından sular tekrar tanka geri döner ve radyatörlere sirkülasyon pompası tarafından tekrar pompalanır. Sirkülasyon pompa basıncı (H_p) Eşitlik 4.7 ile hesaplanmaktadır;

$$H_p = \sum RL + \sum Z \quad (4.7)$$

Sirkülasyon pompa debisi (V_p) Eşitlik 4.8 ile hesaplanmaktadır;

$$V_p = \frac{3,6.Qk}{c.g(Tg - Td)} \quad (4.8)$$

Bu eşitliklerde, R; boru çapında metre başına düşen basınç kaybı (mSS/m), L; sistemdeki toplam boru metrajı (m), Z; sistemdeki toplam kayıplar (m), g; suyun yoğunluğu(kg/m³), c; suyun özgül ısıtma ısısı (C=4,186 kJ/kgK), T_g – T_d; sisteme gidiş-dönüş sıcaklıkları arasındaki fark (K) anlamlarındadır.

4.7 YAKIT DEPOSU HACMİ HESABI

Yakıt olarak kömür, sıvı yakıt veya LPG kullanıldığında, yakıtın depolanması gereklidir. Yakıt olarak doğalgaz kullanılması durumunda ise yakıt deposuna ihtiyaç yoktur. Yakıt deposunun büyüklüğü binanın bulunduğu bölgenin iklim şartlarına, binanın kullanım amacına göre tasarlanmalıdır. Genel olarak binaların yakıt depoları, binanın 20 günlük ihtiyacını karşılayacak şekilde tasarlanmalıdır. Buna göre depolanacak olan yakıt miktarı (B) Eşitlik 4.9 ile hesaplanmaktadır;

$$B = 3600 \times Q_s \times Z_g \times Z_y / H_u \times \eta_k \quad (\text{kg}) \quad (4.9)$$

Bu eşitlikte yer alan, B; depolanacak yakıt miktarını (kg), Q_s; yapının toplam ısı kaybını (kw), Z_g; günlük çalışma süresini (saat/gün), Z_y; depolanacak gün sayısını (gün), H_u; yakıtın alt ısı değerini (kJ/kg), η_k; kazan verimini ifade etmektedir.

Depolanacak yakıt miktarı belli olduktan sonra fuel-oil ve LPG kullanılması durumunda tank hacmi (V) Eşitlik 4.10 ile hesaplanmaktadır;

$$V = B / \gamma.D \quad (4.10)$$

Bu eşitlikte yer alan, V; tank hacmini (m³), B; depolanacak yakıt miktarını (kg), γ; depolanacak yakıt yoğunluğunu (kg/m³), D; tank doluluk oranını ifade etmektedir.

Hesaplamalarda kullanılan tank doluluk oranı (D) değerleri Tablo 4.5' de verilmiştir;

Tablo 4.5 D Tank doluluk oranı.

Yakıt Ve Tank Cinsi	D
Fuel Oil	1,0
LPG, Yer Üstü Tankı	0,85
LPG, Yer Altı Tankı	0,90

4.7 YILLIK YAKIT SARFIYATI

Yıllık yakıt sarfiyatı hesabında, dış ortam sıcaklığının mevsim boyunca değişimi göz önüne alınmalıdır. Bina ısı kaybı iç ve dış sıcaklık farkına bağlıdır. Bu fark değiştikçe yıllık yakıt tüketimi de değişmektedir. Bulunan bölgede en düşük dış sıcaklık göz önüne alınarak, yıllık yakıt sarfiyatı miktarı B_y , Eşitlik 4.11 ile hesaplanmaktadır;

$$B_y = 3600 \times Q_s \times Z_g \times Z_y / 2 \times H_u \times \eta_k \quad (4.11)$$

Bu eşitlikte, B_y ; yıllık yakıt miktarını (kg/yıl veya m³/yıl), Q_s ; yapının toplam ısı kaybını (kw), Z_g ; günlük çalışma süresini (saat/gün), Z_y ; yıllık çalışma süresini (gün/yıl), H_u ; yakıtın alt ısı değerini (kJ/kg veya kJ/m³), η_k ; kazan verimini, 3600; birim değiştirmeyi (kj/kWh), 2; dış sıcaklığın değişimini göz önünde bulunduran faktörü ifade etmektedir.

Bu yaklaşık bağıntıdan elde edilen sonuç yanıltıcı olabilmektedir. Yıllık yakıt tüketimi daha hassas olarak dış iklim etkisini göz önüne alan TS 825 Binalarda Isı Yalıtımı Kurallarına göre $Q_{yıl}$ (kJ) esas alınarak hesaplanan yakıt tüketimi daha gerçek sonuçlar vermektedir. Daha hassas bir sonuç için yıllık yakıt tüketimi B_y , Eşitlik 4.12 ile hesaplanmaktadır;

$$B_y = Q_{yıl} / H_u \times \eta_k \quad (4.12)$$

Çalışmamızda yıllık yakıt sarfiyatı hesaplamaları yapılırken binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı esas alınmıştır.

4.8 YILLIK YAKIT TÜKETİMİ MALİYET HESABI

Isıtma sistemlerinde maliyet analizi çok önemlidir. Çünkü özellikle soğuk iklimler için ısınma ciddi bir maliyet gerektirmektedir. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacına göre yıllık yakıt maliyeti M_y , Eşitlik 4.13 ile hesaplanmaktadır;

$$M_y = B_y \times C_{\text{fyak}} \quad (4.13)$$

Bu eşitlikte yer alan, M_y ; yıllık yakıt maliyetini, B_y ; yıllık yakıt miktarını (kg/yıl veya m³/yıl), C_{fyak} ; yakıtın birim fiyatını (TL/m³ veya TL/kg) ifade etmektedir. Çalışmamızda kullanılan yakıtların 2013 yılı birim fiyatları Tablo 4.6' da verilmiştir;

Tablo 4.6 Yakıtların birim fiyatları.

Yakıt	Birim	Birim Fiyatı (TL/Birim)
Doğalgaz	m ³	0,84 TL/m ³
Fuel-Oil	kg	2,44 TL/kg
Kömür(Zonguldak)	kg	0,55 TL/kg

4.9 EMİSYON HESABI

Isıtma tesisatında kullanılan yakıtların yanması sonucu açığa çıkan atık gazların % 85' ini CO₂, % 15' lik kısmını ise kükürtdioksit (SO₂), karbonmonoksit (CO) partikül madde (PM10 ve PM2.5), azot oksit bileşikleri (NO_x) gibi emisyonlar oluşturmaktadır. Ancak, CO₂ harici diğer emisyon değerlerinin yüzdelik oranları küçük olduğu için hesaplamalarda genel yaklaşım olarak CO₂ emisyonu dikkate alınmaktadır. 5 Aralık 2008 tarihinde ve 27075 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğinde (BEPY), binaların yıllık CO₂ emisyonunu sınırlandırılmış ve kullanılan enerji kaynağına (yakıt türüne) bağlı olarak, nihai enerji tüketimi sonucu açığa çıkan CO₂ miktarının belirlenmesi için dönüşüm katsayıları (FSEG) verilmiştir. Binanın net enerji tüketimine bağlı olarak kullanılan yakıt cinsine göre yıllık CO₂ emisyon miktarı yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacına göre Eşitlik 4.14 ile hesaplanmaktadır (BEPY 2008);

$$SEGM_y = 0,278 \times 10^{-3} \times B_y \times H_u \times FSEG \quad (4.14)$$

Bu eşitlikte yer alan, $SEGM_y$; yıllık CO₂ emisyon miktarını (kg eşd.CO₂), FSEG; yakıt cinsine göre CO₂ emisyonu dönüşüm katsayısını (kg eşd.CO₂ /kWh) ifade etmektedir. Çalışmamızdaki hesaplamalarda kullanılan yakıt türlerinin FSEG (CO₂) dönüşüm katsayıları Tablo 4.7’ de verilmiştir;

Tablo 4.7 Yakıtların FSEG (CO₂) dönüşüm katsayıları.

Yakıt Türü	FSEG (CO ₂) dönüşüm katsayısı (kg eşd.CO ₂ /kWh)
Doğal gaz	0,234
Fuel Oil	0,330
Kömür	0,433

4.10 EKONOMİK ANALİZ

Enerji sistemlerinin seçiminde verimlilik kadar önemli olan diğer önemli kriter ısıtma sistemlerinin ekonomikliğidir. Günümüzde ısıtma sistemleri için ciddi bütçeler ayrılmaktadır. Bu bütçeleri kısmen düşürebilmek için iyi bir ekonomik analiz yapılmalıdır. Isıtma sistemlerinin; kullanılan yakıtın cinsi, maliyeti, kullanım kolaylığı, çevreye etkisi, güvenliği gibi etkileri de göz önünde bulundurularak en optimum maliyet analizi yapılmalı ve bu doğrultuda yatırım gerçekleştirilmelidir. Bir sistemin ekonomik değerinin ölçümü ve alternatif yatırımların mukayesesi için birçok metot bulunmaktadır. Bunlardan bazıları (Efe 2008);

1. Şimdiki değer metodu
2. Yıllık eşdeğer metodu
3. Gelecek değer metodu
4. Geri ödeme oranı metodu
5. Kar/yatırım oranı metodudur.

Bu metotların hepsi eşdeğerdir. Bu nedenle bir enerji sistemin analizinde hangisi kullanılırsa kullanılsın aynı alternatif sonuç elde edilmektedir (Aybers ve Şahin 1995). Enerji sistemlerinin ekonomik analizi hayat dönemi giderleri (Life-CycleCost, LCC) ile yapılmaktadır. Hayat dönemi giderleri, sistemin ilk yatırım maliyetini, işletme gideri, bakım

gideri, hurda değerini, vb giderleri kapsamaktadır. Bu çalışma kapsamında mühendislik sistemlerinin ekonomik analizlerinde yaygın olarak kullanılan, yıllık eşdeğer maliyet metodu kullanılmıştır (Efe 2008).

4.10.1 YILLIK EŞDEĞER MALİYET METODU

Projelerin yıllık nakit çıkışları ile yatırım tutarının her yıla eşit düşen payının toplamına yıllık eşdeğer gider adı verilir. Mühendislik alanında yaygın kullanılan bir metottur. Yıllık nakit çıkışları zaten nakit akış tablosunda yer aldığından, burada hesaplanması gereken projenin yatırım tutarının, ekonomik ömrü boyunca her yıla düşecek payıdır. Yıllık eşdeğer değer yönteminin yatırım projelerinin karşılaştırılmasında kullanılmasının en önemli avantajı, farklı ekonomik ömürlere sahip yatırım projelerinin karşılaştırılmasında daha iyi sonuçlar vermesidir.

Yatırım tutarının (M_{ilk}) ekonomik ömür boyunca her döneme düşen payı Eşitlik 4.15 ile hesaplanmaktadır;

$$A = M_{ilk} \times [(1+i)^N \cdot i] / [(1+i)^N - 1] \quad (4.15)$$

Bir yatırım projesinin yıllık eşdeğer gideri, her dönem eşit olarak alınan işletme maliyetleri ($M_{iş}$) üzerine, bulunan A değerinin eklenmesi ile elde edilmekte olup Eşitlik 4.16 ile hesaplanmaktadır.

$$YEM = M_{ilk} \times [(1+i)^N \cdot i] / [(1+i)^N - 1] + M_{iş} \quad (4.16)$$

Bu eşitlikte yer alan, M_{ilk} ; sistemin ilk yatırım maliyeti, $M_{iş}$; sistemin işletme maliyeti olup, yakıt maliyeti, servis-tamir maliyeti ve işçilik maliyetlerinden oluşmaktadır. i ; yıllık faiz oranı, N ; sistemin ekonomik ömrü anlamlarındadır.

Projelerin ekonomik ömürleri sonundaki hurda değerleri de birbirlerinden farklı olabilmektedir. Hurda değerleri birbirinden farklı olan projelerin yıllık eşdeğer giderlerini bulabilmek için projelerin ekonomik ömrü sonundaki hurda değerleri bugüne indirgenerek ilk yatırım tutarlarından düşürülür. Daha sonra elde edilen bu değerlerin her yıla düşen payları

hesaplanır. Bulunan bu değerler yıllık işletme maliyetleri ile toplanarak yıllık eşdeğer gider tutarları hesaplanır ve hurda maliyetinin de içine katıldığı yıllık eşdeğer maliyeti Eşitlik 4.17 ile hesaplanmaktadır. Bu eşitlikte yer alan H değeri eğer varsa sistemin hurda değerini ifade etmektedir.

$$YEM = [M_{ilk} - H / (1 + i)^N] \times [(1 + i)^N \cdot i] / [(1 + i)^N - 1] + M_{iş} \quad (4.17)$$

Yıllık eşdeğer gideri hesaplandıktan sonra, yıllık gideri en düşük olan proje tercih edilmelidir (Efe 2008).

Çalışmamızda kullanılan ısıtma sistemlerinin ekonomik ömürleri Tablo 4.8’ de verilmiştir.

Tablo 4.8 Isıtma sistemlerinin ekonomik ömürleri (Efe 2008).

Isıtma Sistemi	Isıtma Elemanı	Ekonomik Ömür
Doğalgaz Merkezi	Kazan	25
Doğalgaz Bireysel	Kombi	12
Kömür Merkezi	Kazan	25

BÖLÜM 5

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu bölümde, araştırmalara öncelikle çalışma için seçilmiş olan Bartın ilinin coğrafi ve iklim özelliklerinin araştırılması ile başlanmıştır. Daha sonra çalışmada kullanılacak ve Bartın ilinde mevcut olan 4 Tip bina modeli belirlenip ve bu binaların yapı bileşenleri hakkında bilgiler verildikten sonra gerekli hesaplamalara geçilmiştir.

5.1 BARTIN İLİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Bartın ili, Batı Karadeniz bölgesinin, 41° 53' kuzey enlemi ile 32° 45' doğu boylamı arasında yer almaktadır. Bartın'da yazları sıcak, kışları serin geçen ılıman deniz iklimi (Karadeniz iklimi) hüküm sürmektedir. Denize yakınlığı ve pek yüksek olmayan dağ sıralarının kıyıya paralel oluşu, genellikle kıyı şeridi üzerinde sıcaklık farklarının azalmasına, nemin artmasına ve balkanlardan gelen hava kütlelerinin etkisine neden olmaktadır.

Türkiye ortalamasının iki katından daha fazla yağış alan ilimizde yıllık yağış tutarı, merkezde 1000 mm³, yüksek kesimlerde 1200 mm³ dür. Nispi nem oranı % 80 düzeyindedir. Rüzgâr genelde güneydoğu ve kuzeybatı yönlerinden ortalama 2,4 m/sn hızla esmektedir. Bartın' da en sıcak ay, ortalama 22 °C sıcaklık ile Temmuz, en soğuk ay, ortalama 4,2 °C sıcaklık ile ocak ayıdır. Toplam açık günler sayısı, 225, yağışlı günler sayısı, 125 ve karla örtülü günler sayısı, 15' dir. Bartın ili sahip olduğu ılıman iklim sebebi ile TS 825' e göre 2. bölgede yer almaktadır (URL-12, 2013).

5.2 ÇALIŞMADA KULLANILACAK OLAN BİNA MODELLERİ

Bu çalışma Bartın ili için farklı tipteki binalarda hem enerjinin verimlilik analizini hem de maliyet analizini kapsamaktadır. Bu nedenle enerji verimliliği kapsamında, farklı mimaride ve farklı nizamdaki binalar üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Maliyet analizi olarak, farklı enerji

kaynaklarının (doğalgaz, kömür, fuel-oil) kullanılması durumunda ısıtma sistemlerinin ilk yatırım maliyeti ayrıca Bartın ilinde halen kullanılmakta olan kömürlü ısıtma sistemlerinden, yeni geçiş yapılacak olan doğalgazlı ısıtma sistemlerine (doğalgaz merkezi, doğalgaz bireysel) dönüşüm maliyetlerinin analizleri yapılmıştır. Yapılan çalışmanın, hem ısıtma sistemlerinin ilk yatırım maliyeti hem işletme maliyeti hem de hangi ısıtma sisteminin daha verimli ve çevreci olacağı konusunda tüketiciye yol göstermesi beklenmektedir. Çalışma Bartın için yapılmış olup, bina modelleri Bartın’ da ki mevcut bina modelleri göz önünde bulundurularak tespit edilmiştir. Bu kapsamda bina modelleri 8, 10, 20 ve 30 dairelerden oluşmakta olup dört farklı tipte belirlenmiştir. Bu çalışma için seçilmiş dört tip bina modelinin özellikleri Tablo 5.1’ de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir;

Tip - 1: 1 Bodrum kat (BK), 1 zemin kat (ZK), 3 normal kattan (NK) oluşmaktadır. Bu bina modeli her katta 2 daire olmak üzere toplam 8 daireden oluşan tek bir apartman modelidir.

Tip - 2: 1 Bodrum kat (BK), 1 zemin kat (ZK), 3 normal kattan (NK) oluşmaktadır. Bu bina modeli her katta 3 daire olmak üzere toplam 12 daireden oluşan tek bir apartman modelidir.

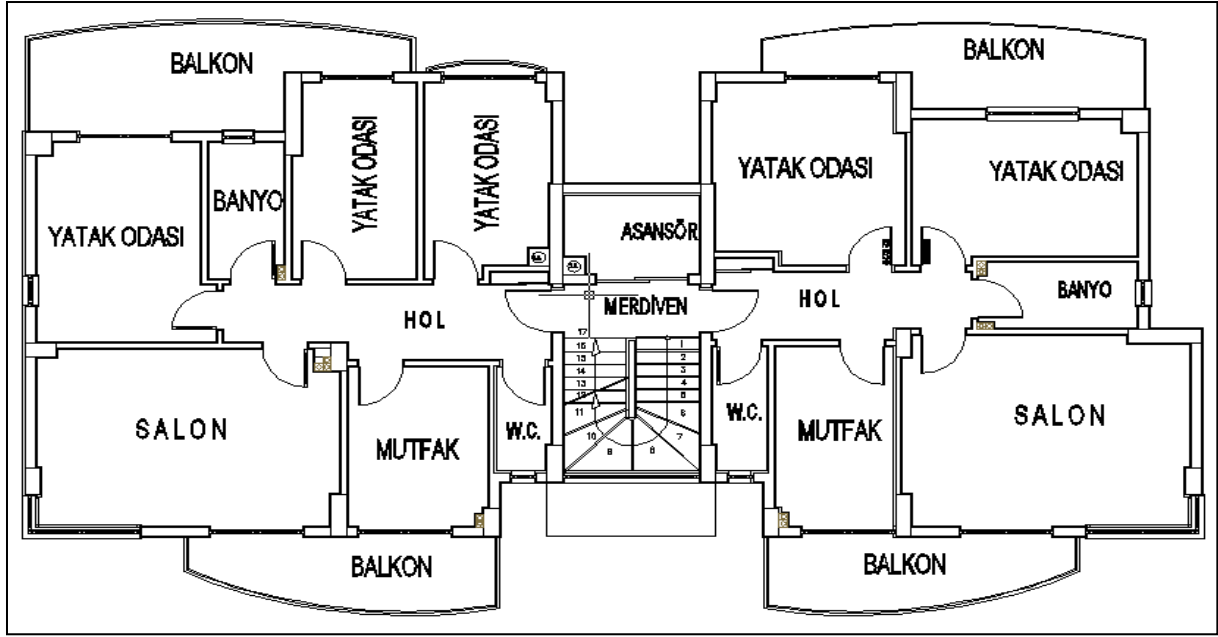
Tip - 3: 1 Bodrum kat (BK), 1 zemin kat (ZK), 4 normal kattan (NK) oluşmaktadır. Bu bina modeli her katta 4 daire olmak üzere toplam 20 daireden oluşan tek bir apartman modelidir.

Tip - 4: 1 Bodrum kat (BK), 1 zemin kat (ZK), 4 normal kattan (NK) oluşmaktadır. Bu bina modeli her katta 6 daire olmak üzere toplam 30 daireden oluşan tek bir apartman modelidir.

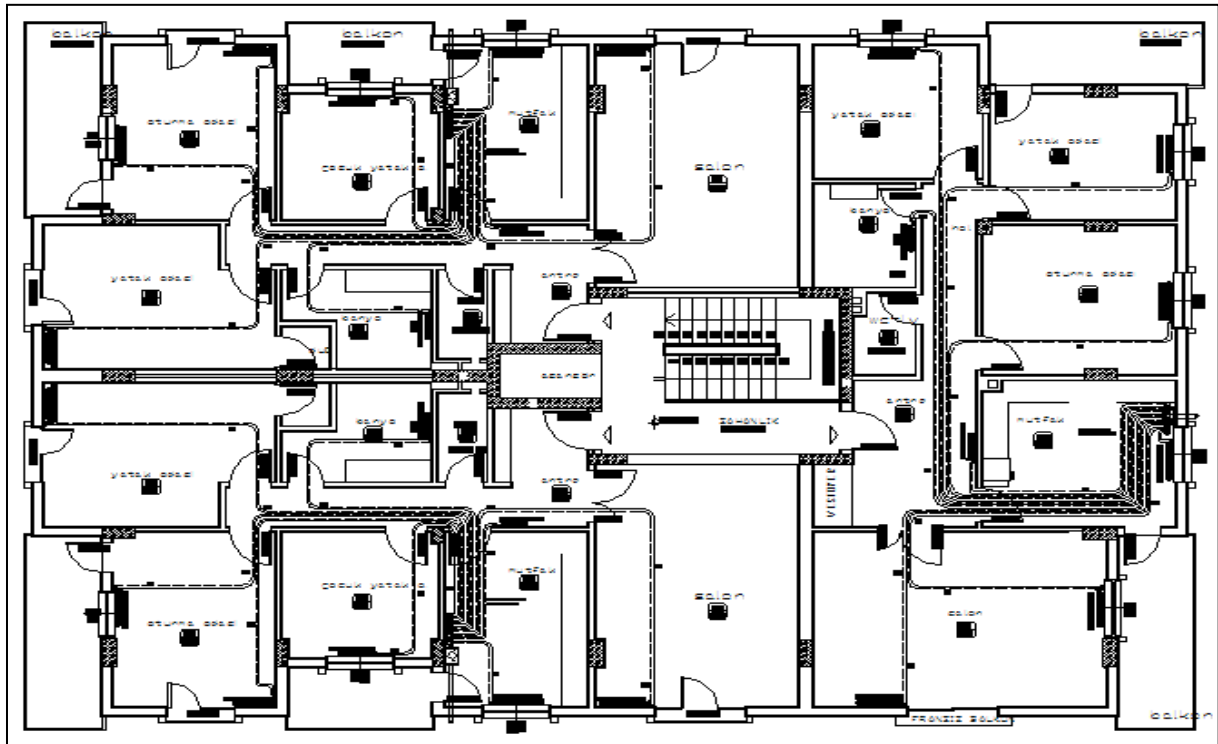
Tablo 5.1 Çalışmada kullanılan bina modelleri.

Model	Bina Detayı	Bir Dairede Bulunan Kat Sayısı	Toplam Daire
Tip -1	1BK+1ZK+3NK	2	8
Tip -2	1BK+1ZK+3NK	3	12
Tip -3	1BK+1ZK+4NK	4	20
Tip -4	1BK+1ZK+4NK	6	30

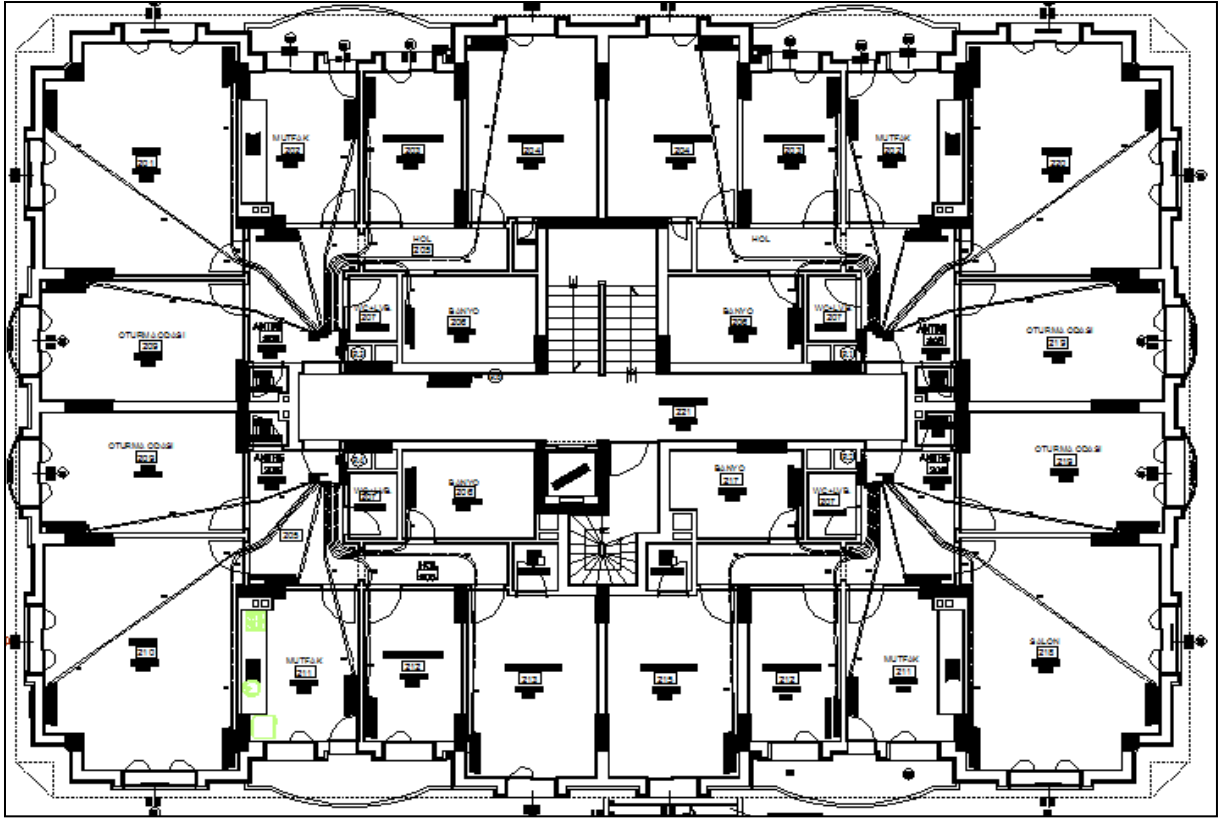
Çalışma için seçilmiş olan dört tip bina modelinin normal kat planları Şekil 5.1, Şekil 5.2, Şekil 5.3 ve Şekil 5.4’ de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Ayrıca konutlara ait diğer kat planları EK-I’ de sunulmuştur.



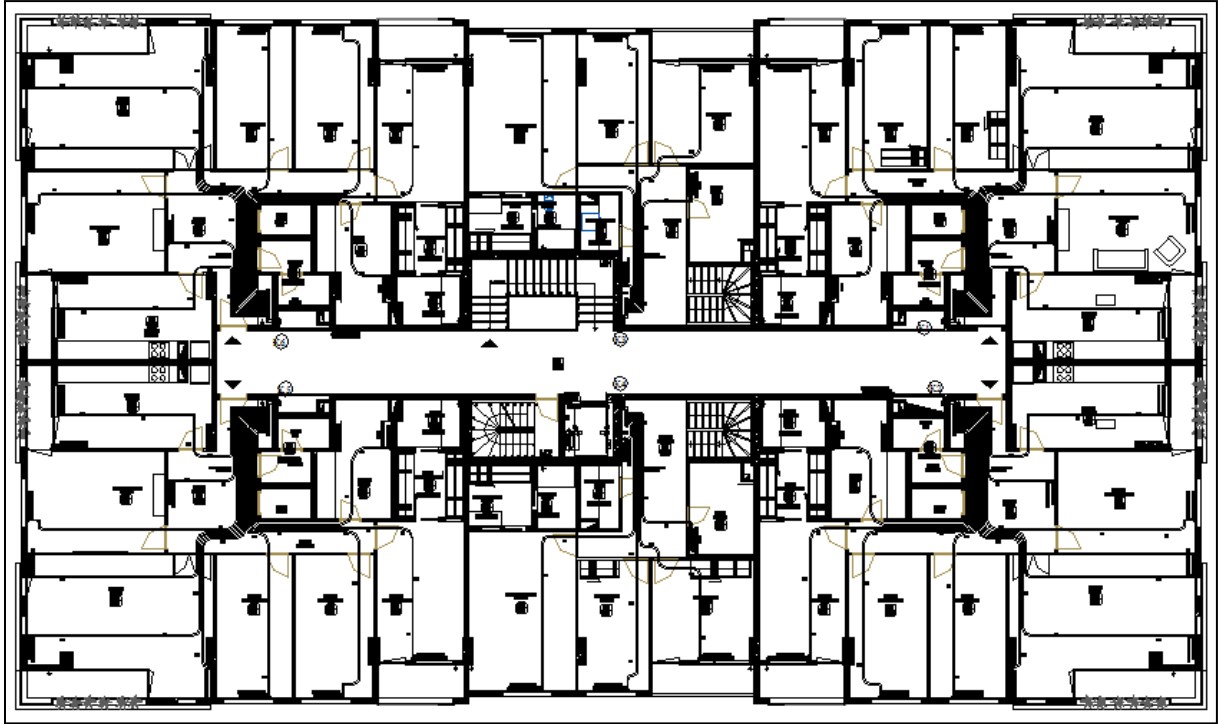
Şekil 5.1 TİP-1 Normal kat planı (1BK+1ZK+3NK).



Şekil 5.2 TİP-2 Normal kat planı (1BK+1ZK+3NK).



Şekil 5.3 TİP-3 Normal kat planı (1BK+1ZK+3NK).

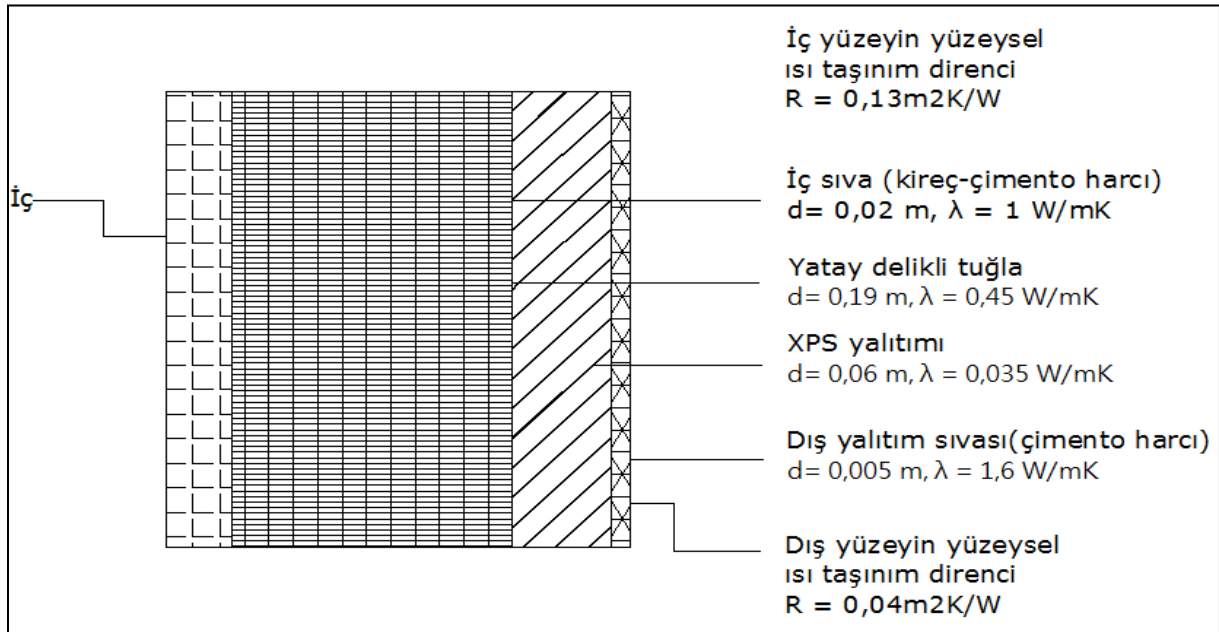


Şekil 5.4 TİP-4 Normal kat planı (1BK+1ZK+3NK).

5.3 ISI KAYBI HESABI

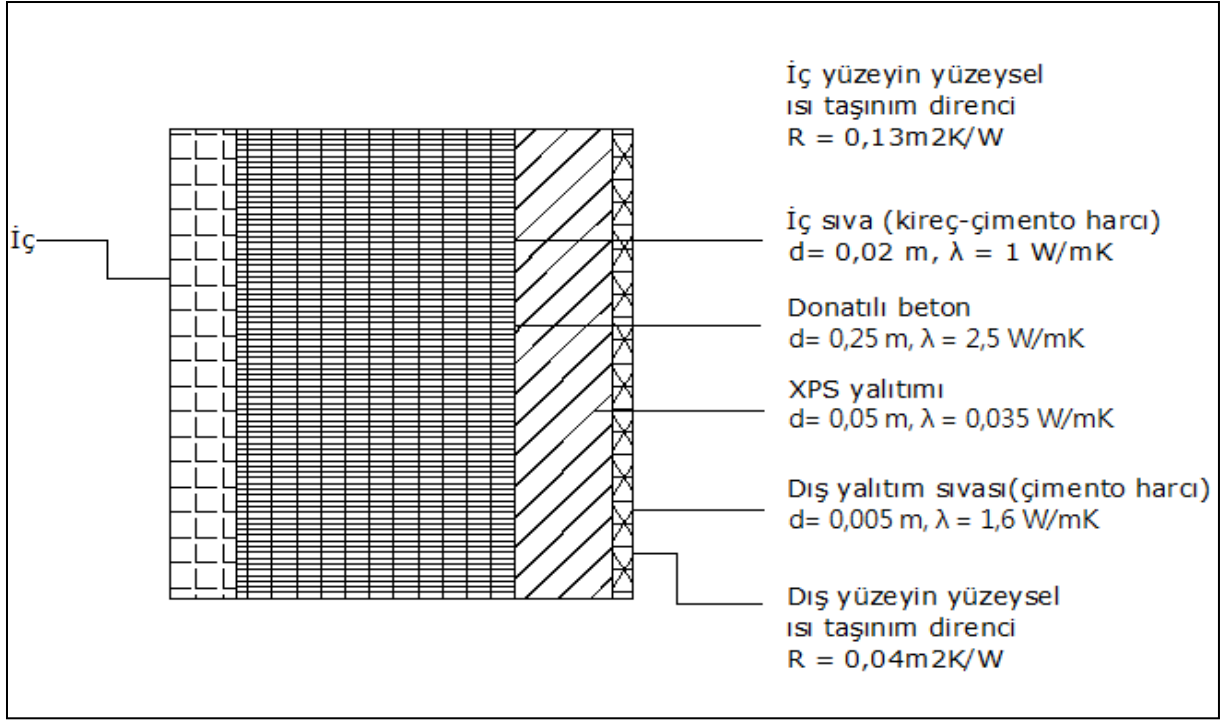
Binalarda meydana gelen ısı kayıplarını tamamen önlemek mümkün değildir. Ancak çeşitli yöntemler kullanarak bu kayıpları düşürmek mümkündür. Bu nedenle öncelikle binalarda meydana gelen ısı kayıp değerleri hesaplanmalıdır. Çalışma kapsamında oluşturulan bina modellerindeki ısı kayıp değerleri hesaplanmış, binanın nizamı ile ısı kaybı arasındaki ilişki incelenmiştir. Binanın dış kabuğunu oluşturan yapı elemanları XPS yalıtım malzemesi ile duvarlar dıştan (mantolama) şeklinde, tavan ve taban ise aşağıda yapı elemanı detay kesitinde gösterildiği şekilde yalıtılmıştır. Tüm bu bina modellerinde aynı yapı bileşeni kullanılmıştır. Isı kaybı hesapları TS 825 hesap metoduna uygun şekilde yapılmış ve tanımlanan yapı elemanlarından oluşan bina modelleri için ısı yalıtımı kalınlığının uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tuğla dış duvarın detay kesiti Şekil 5.5’ de gösterilmiştir. Taşıyıcı olmayan dış duvarı oluşturan her bir katmanın kalınlıkları ve ısı transfer katsayıları şekil üzerinde gösterilmiştir.



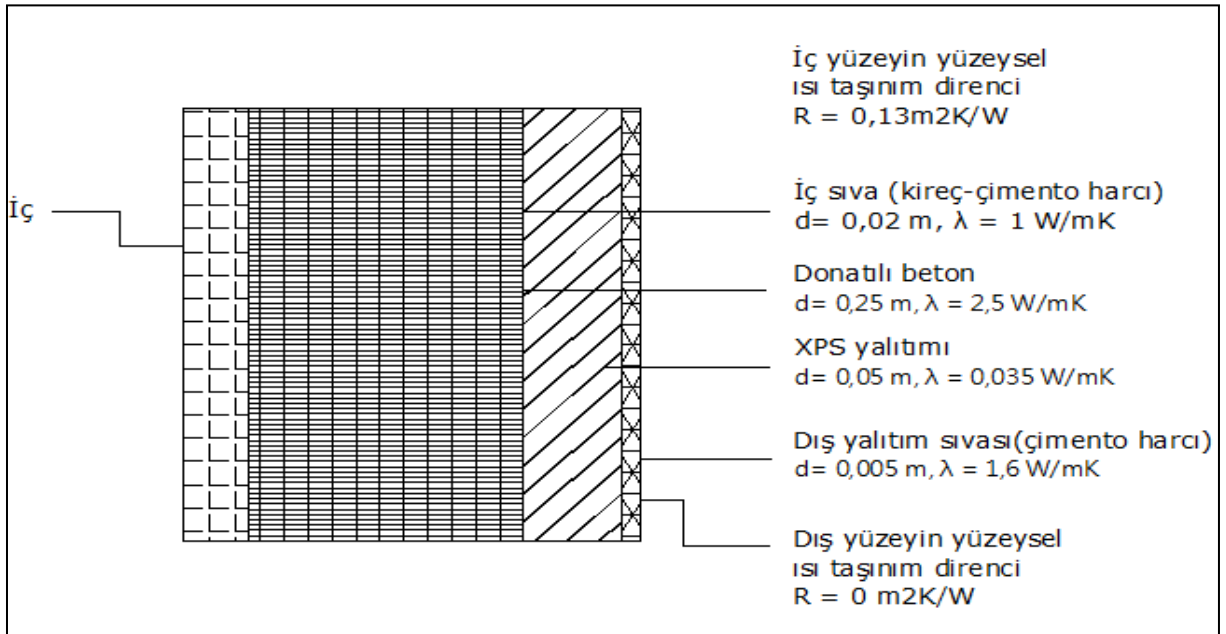
Şekil 5.5 XPS yalıtımlı tuğla duvar detayı şematik kesiti.

Taşıyıcı betonarme (kolon-kiriş) dış duvarın kesiti Şekil 5.6’ da gösterilmiştir. Dış havaya açık taşıyıcı betonarme (kolon-kiriş) duvarı oluşturan her bir katmanın kalınlıkları ve ısı transfer katsayıları şekil üzerinde gösterilmiştir



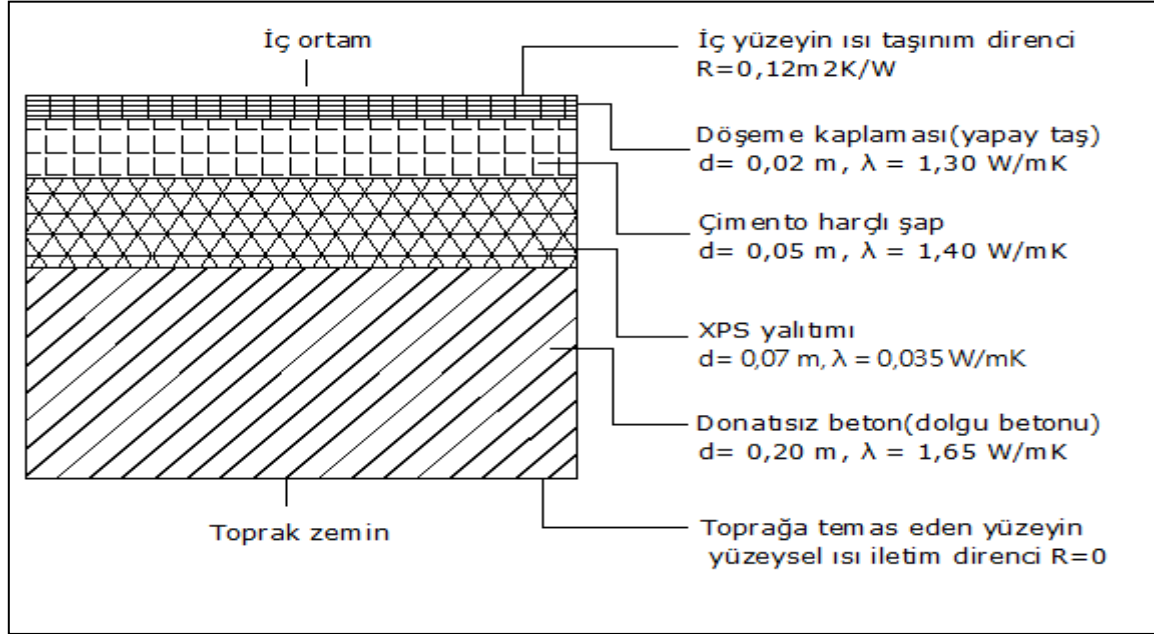
Şekil 5.6 XPS yalıtımlı betonarme duvar detayı şematik kesiti.

Toprağa temas eden betonarme (perde) duvarın kesiti Şekil 5.7’ de gösterilmiştir. Duvarı oluşturan her bir katmanın kalınlıkları ve ısı transfer katsayıları şekil üzerinde gösterilmiştir.



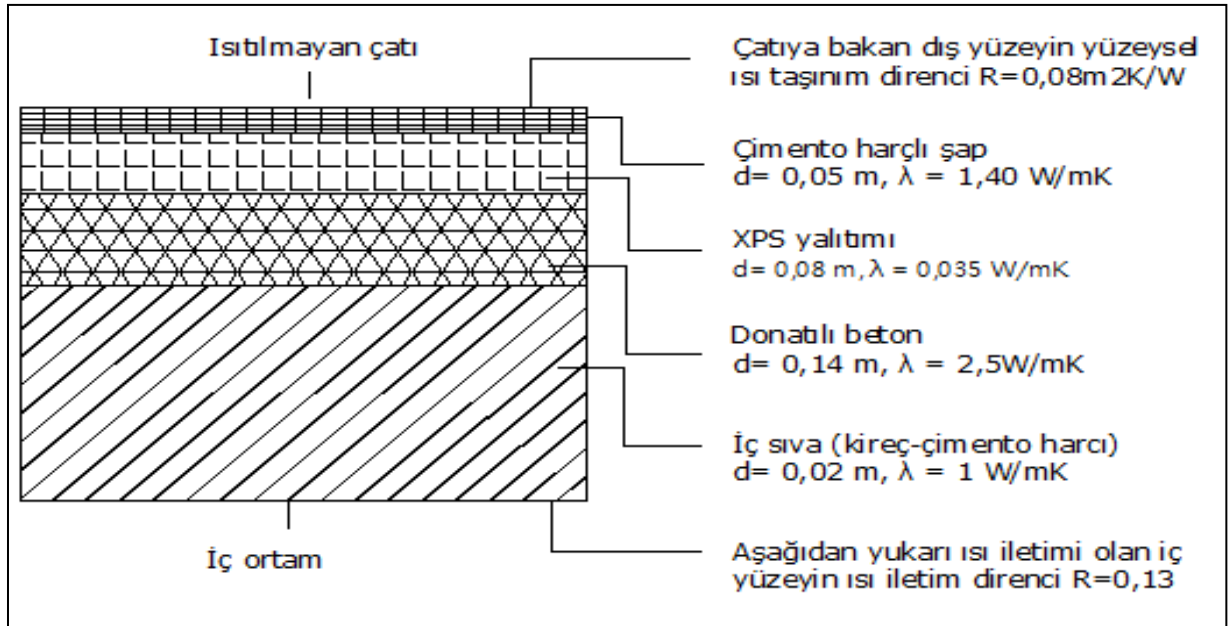
Şekil 5.7 Toprağa temas eden XPS yalıtımlı betonarme duvar detayı şematik kesiti.

Tabanın (toprağa oturan döşeme) kesiti Şekil 5.8’ de gösterilmiştir. Tabanı oluşturan her bir katmanın kalınlıkları ve ısı transfer katsayıları şekil üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 5.8 XPS yalıtımlı taban (toprağa oturan döşeme) detayı şematik kesiti.

Üzeri ısıtılmayan çatılı tavanın kesiti Şekil 5.8’ de gösterilmiştir. Tavanı oluşturan her bir katmanın kalınlıkları ve ısı transfer katsayıları şekil üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 5.9 XPS yalıtımlı tavan (üzeri ısıtılmayan çatı) detayı şematik kesiti.

Bina dış kabuğunda bulunan pencereler ve kapılar, TS 2164 standardında belirtilen şartlara uygun üretilen 12 mm aralıklı çift camlı PVC pencere sistemi ve metal ısı yalıtımlı kapı olarak belirlenmiştir.

Seçilen pencere sisteminin toplam ısı transfer katsayısı;

➤ $U_p = 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak kabul edilmiştir (TS 825 2008).

Metal ısı yalıtımlı kapı sisteminin toplam ısı transfer katsayısı;

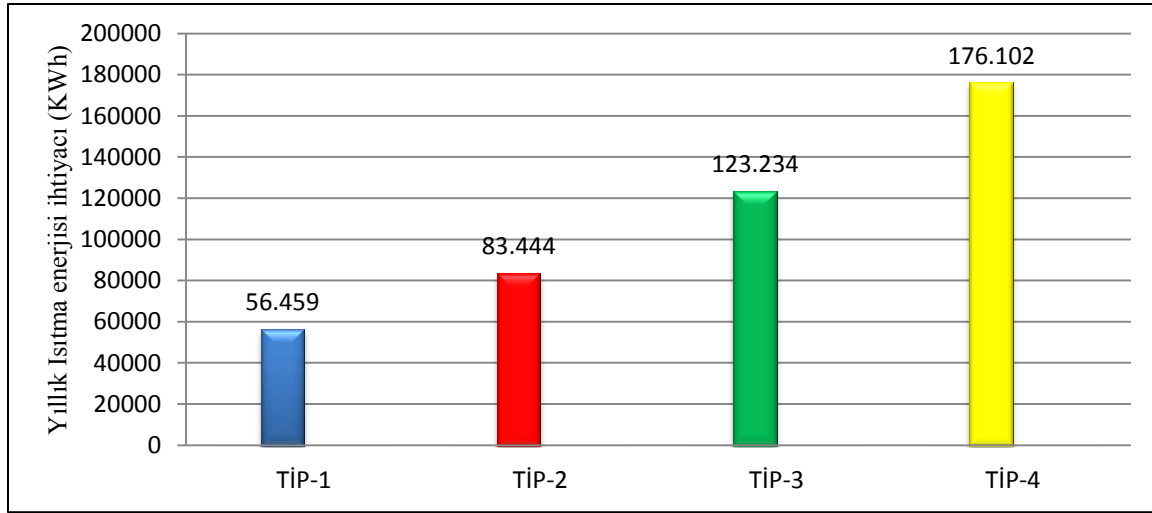
➤ $U_k = 4 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak kabul edilmiştir (TS 825 2008).

Çalışmada kullanılan binaların net oda yükseklikleri 2,8 metredir. Havalandırma tipi olarak ise doğal havalandırma seçilmiştir.

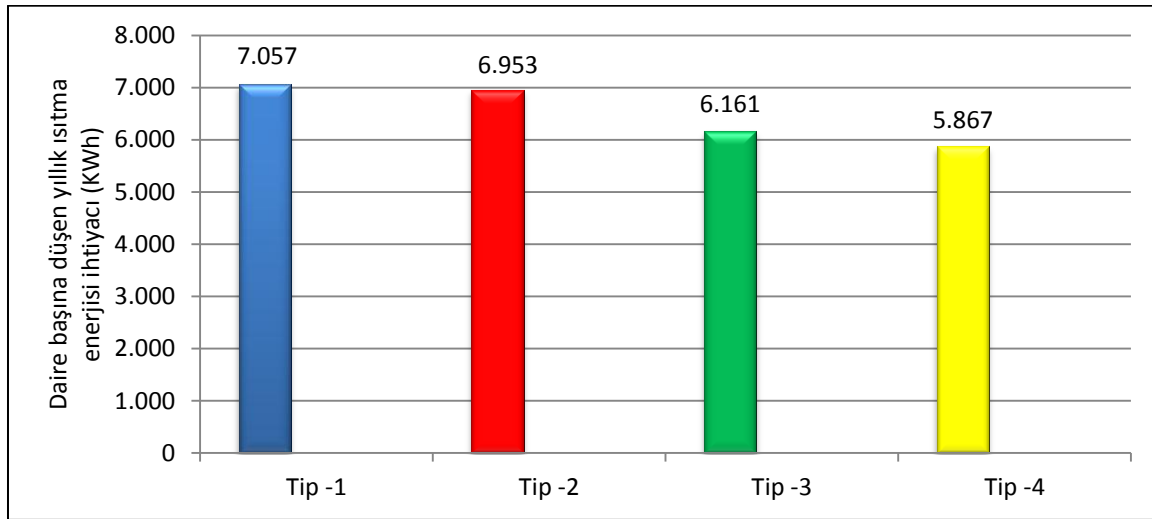
Çalışma kapsamındaki binalarda kullanılan yapı bileşenlerine ait bilgiler tanımlandıktan sonra her bir bina modeli için yıllık ısıtma enerji ihtiyaçları Bölüm 2' de verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanmış bulunan sonuçlar Tablo 5.2' de verilmiştir. Bina modelleri için hesaplanmış olan toplam ısıtma enerjisi ve daire başına düşen ısıtma enerjisi ihtiyaçları grafiksel olarak Şekil 5.10' da ve Şekil 5.11' de gösterilmiştir.

Tablo 5.2 Yalıtım yapılmış bina modelleri için hesaplanmış yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaç miktarları.

Bina Tipi	Daire Sayısı	Toplam Isıtma Enerjisi İhtiyacı		Daire Başına Düşen Isıtma Enerjisi İhtiyacı
		KJ	KWh	KWh
TİP-1	8	203.090.906	56.459	7.057
TİP-2	12	300.158.839	83.444	6.953
TİP-3	20	443.287.596	123.234	6.161
TİP-4	30	633.461.101	176.102	5.867



Şekil 5.10 Bina modelleri için hesaplanmış yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaç miktarları.



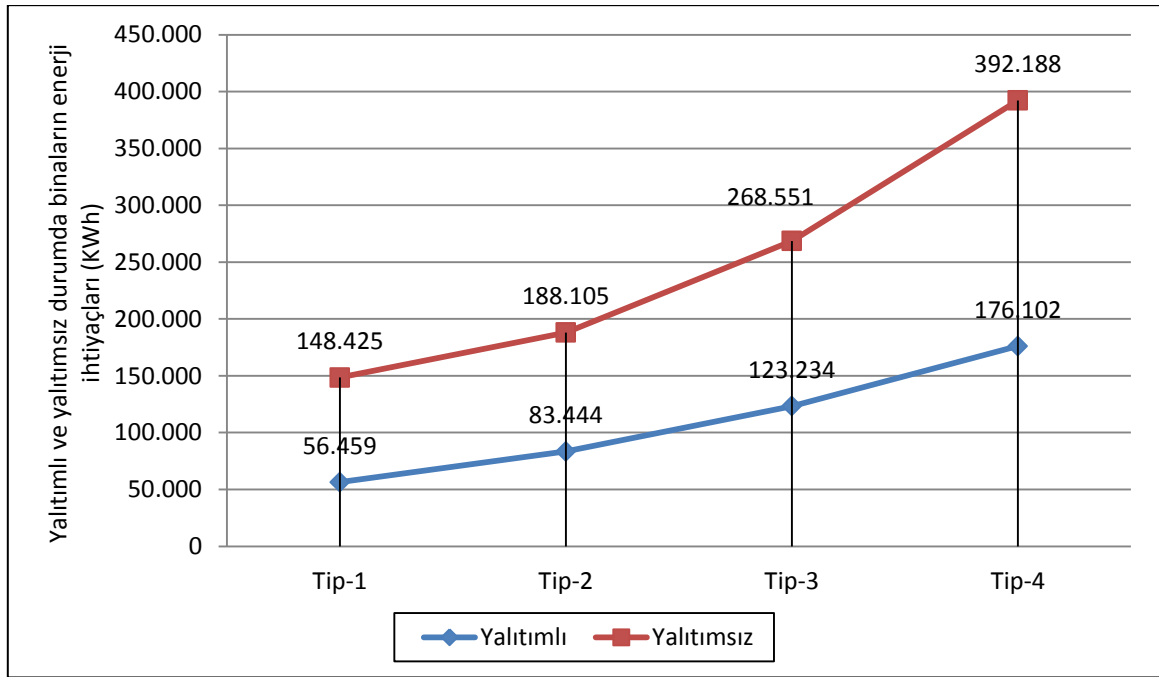
Şekil 5.11 Bina modelleri için hesaplanmış daire başına düşen ısıtma enerjisi ihtiyacı.

Çalışma kapsamında belirtilen dört tip bina modelinin toplam ısıtma enerjisi ihtiyacı miktarları incelendiğinde, en az ısıtma enerjisi ihtiyacının, her katta 2 daire bulunan Tip-1’ de, en fazla ısıtma enerjisi ihtiyacının, her katta 6 daire bulunan Tip-4’ de meydana geldiği görülmüştür. Daire başına düşen ısıtma enerjisi ihtiyaçları incelendiğinde ise, daire başına düşen ısıtma enerjisi ihtiyacının en fazla Tip-1’ de, en az Tip-4’ de meydana geldiği görülmüş olup binadaki daire sayısının artması sonucu daire başına düşen ısıtma gereksiniminin azaldığı gözlenmiştir.

Binalarda yalıtım enerji tasarrufu açısından oldukça önemlidir. Çalışma kapsamında binalara yalıtım uygulanmadığı ve uygulandığı durumlarda binaların ihtiyaç duyduğu ısıtma enerjisi ihtiyaçları hesaplanmış, bulunan sonuçlar Tablo 5.3 ve Şekil 5.12’ de verilmiştir. Bulunan bu sonuçlar incelendiğinde doğru yapılmış bir yalıtım sonucu konutlarda yüksek oranda tasarruf sağlandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 5.3 Yalıtım ve yalıtımsız durumda hesaplanmış yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaç miktarları.

Bina Tipi	Yalıtımlı durumda ısıtma enerjisi ihtiyacı	Yalıtımsız durumda ısıtma enerjisi ihtiyacı	Enerji tasarrufu miktarı
TİP-1	56.459 KWh	148.425 KWh	91.966 KWh
TİP-2	83.444 KWh	188.105 KWh	104.661 KWh
TİP-3	123.234 KWh	268.551 KWh	145.317 KWh
TİP-4	176.102 KWh	392.188 KWh	216.086 KWh



Şekil 5.12 Yalıtım ve yalıtımsız durumda hesaplanmış yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaç miktarları.

Dört bina modeli için toplam ısıtma enerjisi miktarları tanımlandıktan sonra, bina modellerinin toplam ısıtma enerjisi gereksinimlerinin aylar bazındaki değişimi Tablo 5.4’ de, Tablo 5.5’ de, Tablo 5.6’ da ve Tablo 5.7’ de ayrıntılı şekilde verilmiştir.

Tablo 5.4 Tip-1 için aylık ısıtma enerjisi ve ısı kaybı miktarları.

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K, °C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)			
OCAK	1.563,02	16,1	25.165	4.502	2.791	7.293	0,29	0,97	46.889.337
ŞUBAT		14,6	22.820		3.302	7.804	0,34	0,95	39.932.072
MART		11,7	18.287		3.516	8.018	0,44	0,90	28.695.343
NİSAN		6,2	9.691		3.722	8.224	0,85	0,69	10.409.275
MAYIS		1,0	1.563		3.886	8.388	5,37	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		4.022	8.524	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		3.936	8.438	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		3.880	8.382	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		3.623	8.125	0,00	0,00	0
EKİM		4,9	7.659		3.251	7.753	1,01	0,63	7.190.721
KASIM		10,5	16.412		2.617	7.119	0,43	0,90	25.930.912
ARALIK		15,2	23.758		2.473	6.975	0,29	0,97	44.042.756

Tablo 5.5 Tip-2 için aylık ısıtma enerjisi ve ısı kaybı miktarları.

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K, °C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)			
OCAK	2.446,46	16,1	39.388	8.573	4.346	12.919	0,33	0,95	70.281.577
ŞUBAT		14,6	35.718		5.314	13.887	0,39	0,92	59.465.965
MART		11,7	28.624		6.003	14.576	0,51	0,86	41.700.309
NİSAN		6,2	15.168		6.655	15.228	1,00	0,63	14.448.461
MAYIS		1,0	2.446		7.224	15.797	6,46	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		7.512	16.085	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		7.344	15.917	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		7.052	15.625	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		6.280	14.853	0,00	0,00	0
EKİM		4,9	11.988		5.329	13.902	1,16	0,58	10.171.926
KASIM		10,5	25.688		4.147	12.720	0,50	0,86	38.227.931
ARALIK		15,2	37.186		3.823	12.396	0,33	0,95	65.862.181

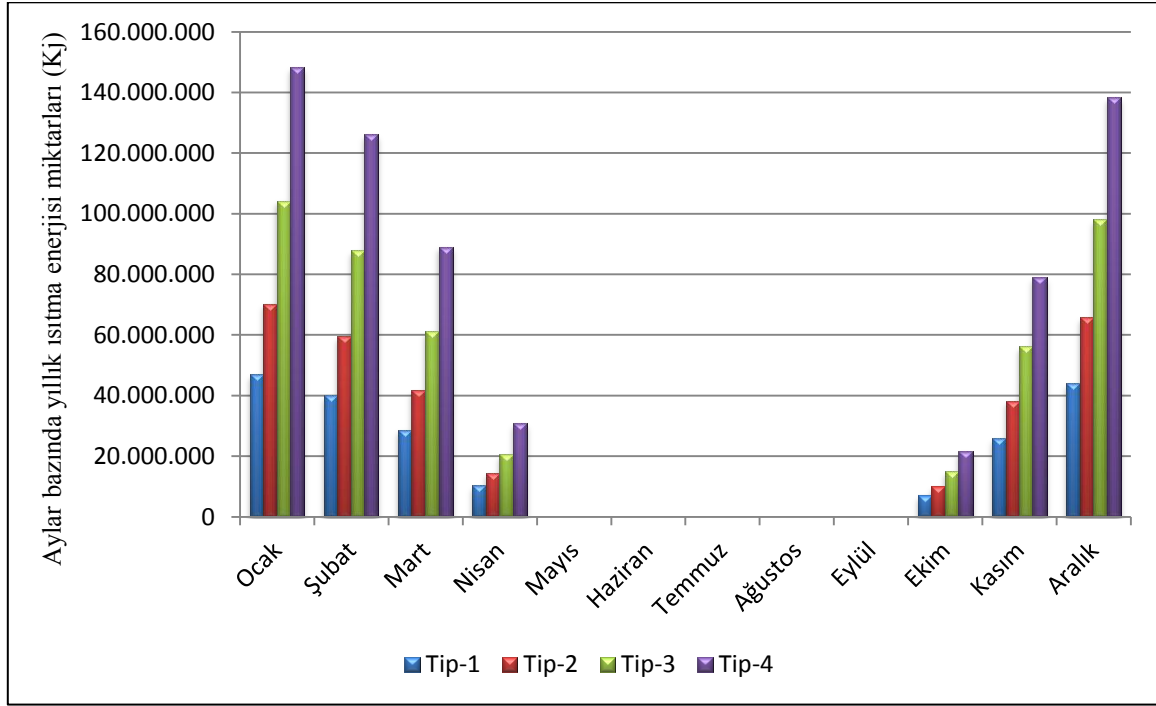
Tablo 5.6 Tip-3 için aylık ısıtma enerjisi ve ısı kaybı miktarları.

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K, °C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)			
OCAK	3.688,30	16,1	59.382	12.128	8.018	20.146	0,34	0,95	104.309.675
ŞUBAT		14,6	53.849		9.815	21.943	0,41	0,91	87.819.759
MART		11,7	43.153		11.111	23.239	0,54	0,84	61.254.948
NİSAN		6,2	22.867		12.338	24.466	1,07	0,61	20.588.671
MAYIS		1,0	3.688		13.409	25.537	6,92	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		13.945	26.073	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		13.634	25.762	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		13.081	25.209	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		11.629	23.757	0,00	0,00	0
EKİM		4,9	18.073		9.850	21.978	1,22	0,56	14.942.802
KASIM		10,5	38.727		7.655	19.783	0,51	0,86	56.282.040
ARALIK		15,2	56.062		7.050	19.178	0,34	0,95	98.089.212

Tablo 5.7 Tip-4 için aylık ısıtma enerjisi ve ısı kaybı miktarları.

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K, °C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)			
OCAK	5.360,29	16,1	86.301	24.386	6.597	30.983	0,36	0,94	148.202.963
ŞUBAT		14,6	78.260		8.146	32.532	0,42	0,91	126.117.736
MART		11,7	62.715		9.357	33.743	0,54	0,84	89.091.428
NİSAN		6,2	33.234		10.502	34.888	1,05	0,61	30.980.616
MAYIS		1,0	5.360		11.512	35.898	6,70	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		11.983	36.369	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		11.714	36.100	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		11.175	35.561	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		9.829	34.215	0,00	0,00	0
EKİM		4,9	26.265		8.213	32.599	1,24	0,55	21.607.485
KASIM		10,5	56.283		6.328	30.714	0,55	0,84	79.013.608
ARALIK		15,2	81.476		5.790	30.176	0,37	0,93	138.446.776

Dört tip bina modelinin aylar bazında ısıtma enerjisi ihtiyaç değerleri incelendiğinde en fazla ısıtma enerjisi ihtiyacının ocak ayında, en az ısıtma enerjisi ihtiyacının ekim ayında olduğu, mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında ise ısıtma enerjisi ihtiyacının olmadığı gözlenmiştir. Tanımlanan binalar için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının aylara göre değişimi Şekil 5.13’ de grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 5.13 Bina modelleri için hesaplanmış aylar bazında ısıtma enerjisi miktarları.

5.4 YILLIK YAKIT TÜKETİMİ HESABI

Isıtma sistemlerinin maliyet analizlerinde ve çevreye olan etkilerinde ısıtma sistemlerinde kullanılan yakıt cinsinin, buna bağlı olarak tüketilen yakıt miktarının etkisi oldukça fazladır. Yıllık yakıt tüketimi hesabı yapılırken yakıt tüketiminin daha hassas olarak bulunabilmesi için dış iklim etkisini göz önüne alan TS 825 “Binalarda Isı Yalıtımı Kurallarına” göre binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı $Q_{yıl}$ (kJ) temel alınarak Eşitlik 4.12 yardımı ile hesaplamalar yapılmıştır. Çalışmamızda yıllık yakıt tüketim miktarları, dört farklı tip için doğalgaz bireysel, doğalgaz merkezi, fuel-oil merkezi ve kömürlü merkezi olmak üzere hesaplanmıştır. Her bir bina modeli için bulunan toplam ve daire başına düşen yakıt miktarları Tablo 5.8 - Tablo 5.11, Şekil 5.14 ve Şekil 5.15’ de verilmiştir.

Tablo 5.8 Tip-1 için yakıt tüketim miktarları.

Kullanılan Yakıt ve Isıtma Sistemi	TİP-1 İçin Toplam Yakıt Miktarı	TİP-1 İçin Daire Başına Düşen Yakıt Miktarı
Doğalgaz Merkezi	6.928,53 m ³	866,06 m ³
Doğalgaz Bireysel	7.293,19 m ³	911,64 m ³
Fuel-Oil Merkezi	6.509,32 kg	813,66 kg
Kömür(Zonguldak) Merkezi	16.184,99 kg	2.023,12 kg

Tablo 5.9 Tip-2 için yakıt tüketim miktarları.

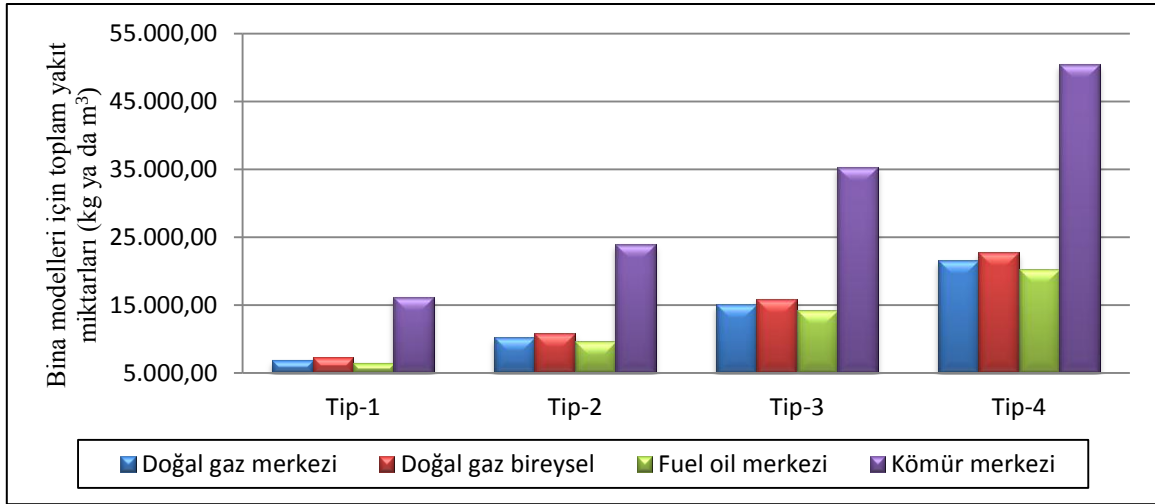
Kullanılan Yakıt ve Isıtma Sistemi	TİP-2 İçin Toplam Yakıt Miktarı	TİP-2 İçin Daire Başına Düşen Yakıt Miktarı
Doğalgaz Merkezi	10.240,04 m ³	853,33 m ³
Doğalgaz Bireysel	10.778,98 m ³	898,25 m ³
Fuel-Oil Merkezi	9.620,47 kg	801,70 kg
Kömür(Zonguldak) Merkezi	23.920,66 kg	1.993,39 kg

Tablo 5.10 Tip-3 için yakıt tüketim miktarları.

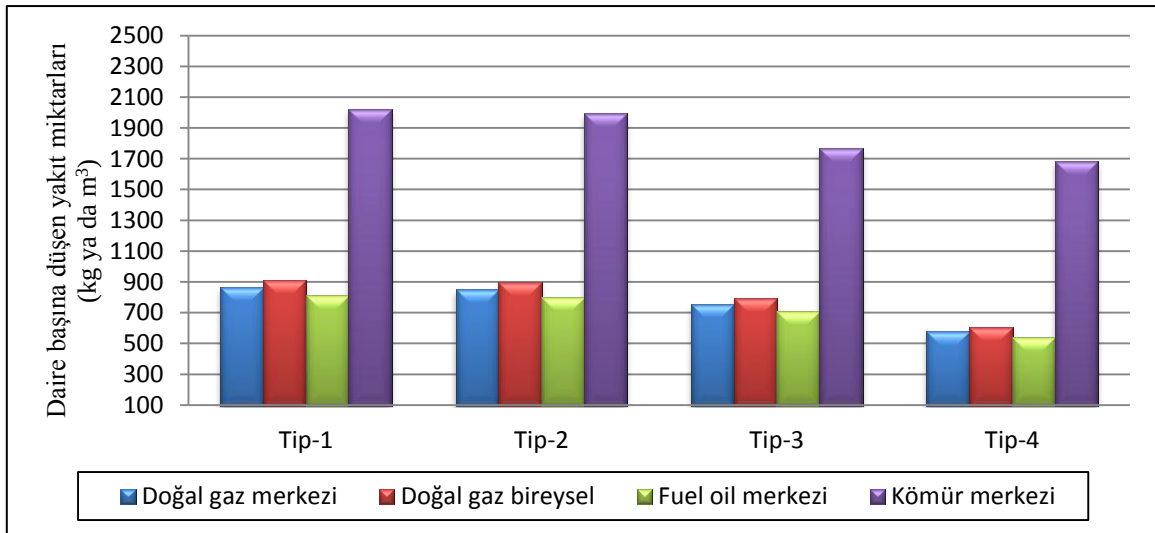
Kullanılan Yakıt ve Isıtma Sistemi	TİP-3 İçin Toplam Yakıt Miktarı	TİP-3 İçin Daire Başına Düşen Yakıt Miktarı
Doğalgaz Merkezi	15.122,94 m ³	756,14 m ³
Doğalgaz Bireysel	15.918,88 m ³	795,94 m ³
Fuel-Oil Merkezi	14.207,93 kg	710,39 kg
Kömür(Zonguldak) Merkezi	35.327,07 kg	1.766,35 kg

Tablo 5.11 Tip-4 için yakıt tüketim miktarları.

Kullanılan Yakıt ve Isıtma Sistemi	TİP-4 İçin Toplam Yakıt Miktarı	TİP-4 İçin Daire Başına Düşen Yakıt Miktarı
Doğalgaz Merkezi	21.610,79 m ³	720,35 m ³
Doğalgaz Bireysel	22.748,2 m ³	758,27 m ³
Fuel-Oil Merkezi	20.303,24 kg	676,77 kg
Kömür(Zonguldak) Merkezi	50.482,63 kg	1.682,75 kg



Şekil 5.14 Bina modelleri için hesaplanmış toplam yakıt miktarı.



Şekil 5.15 Bina modelleri için hesaplanmış daire başına düşen yakıt miktarı.

Bulunan bu sonuçlar incelendiğinde en fazla yakıt tüketiminin, kömürlü merkezi ısıtma sisteminde, en az yakıt tüketiminin ise fuel-oilli merkezi ısıtma sisteminde meydana geldiği görülmüştür. Doğalgazlı bireysel sistemde, doğalgazlı merkezi sisteme göre daha fazla yakıt tüketilmesinin sebebinin kombinin ısı veriminin, kazan verimine göre daha düşük olması ve kombili sistemlerde ısının binanın tümüne homojen şekilde dağılmamasından kaynaklandığı anlaşılmıştır. Ayrıca binada daire sayısının artması sonucu binada tüketilen toplam yakıt tüketiminin de arttığı, daire başına düşen yakıt tüketiminin ise azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

5.5 YILLIK YAKIT TÜKETİMİ MALİYET HESABI

Yıllık yakıt tüketim miktarları hesaplandıktan sonra, yakıt tüketim miktarları Eşitlik 4.13 kullanılarak yakıtların birim fiyatları ile çarpılmış ve toplam yakıt tüketim maliyeti hesaplanmıştır. Bulunan bu değerler Tablo 5.12, Tablo 5.13, Tablo 5.14 ve Tablo 5.15’ de verilmiştir. Bulunan bu değerler incelendiğinde kömürlü sistemden doğalgaza geçişin ardından % 60 oranında yakıt maliyetinin azaldığı görülmüştür.

Tablo 5.12 Tip-1 için yakıt tüketimi maliyet miktarları.

Kullanılan Yakıt Ve Isıtma Sistemi	Yakıt Birim Fiyatı (TL)	TİP-1 İçin Toplam Yakıt Maliyeti (TL)	TİP-1 İçin Daire Başına Düşen Yakıt Maliyeti (TL)
Doğalgaz Merkezi	0,84	5.889,25	736,15
Doğalgaz Bireysel	0,84	6.126,27	765,78
Fuel-Oil Merkezi	2,44	15.882,74	1.985,34
Kömür(Zonguldak) Merkezi	0,55	8.901,76	1.112,72

Tablo 5.13 Tip-2 için yakıt tüketimi maliyet miktarları.

Kullanılan Yakıt Ve Isıtma Sistemi	Yakıt Birim Fiyatı (TL)	TİP-2 İçin Toplam Yakıt Maliyeti (TL)	TİP-2 İçin Daire Başına Düşen Yakıt Maliyeti (TL)
Doğalgaz Merkezi	0,84	8.601,63	716,80
Doğalgaz Bireysel	0,84	9.054,34	754,52
Fuel-Oil Merkezi	2,44	23.473,94	1.956,16
Kömür(Zonguldak)Merkezi	0,55	13.156,32	1.096,36

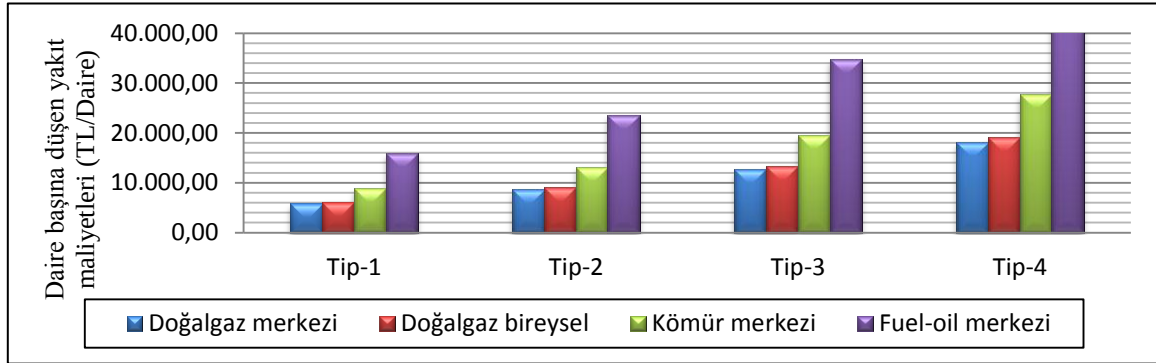
Tablo 5.14 Tip-3 için yakıt tüketimi maliyet miktarları.

Kullanılan Yakıt Ve Isıtma Sistemi	Yakıt Birim Fiyatı (TL)	TİP-3 İçin Toplam Yakıt Maliyeti (TL)	TİP-3 İçin Daire Başına Düşen Yakıt Maliyeti (TL)
Doğalgaz Merkezi	0,84	12.703,26	635,16
Doğalgaz Bireysel	0,84	13.371,85	668,59
Fuel-Oil Merkezi	2,44	34.667,34	1.733,36
Kömür(Zonguldak)Merkezi	0,55	19.429,80	971,49

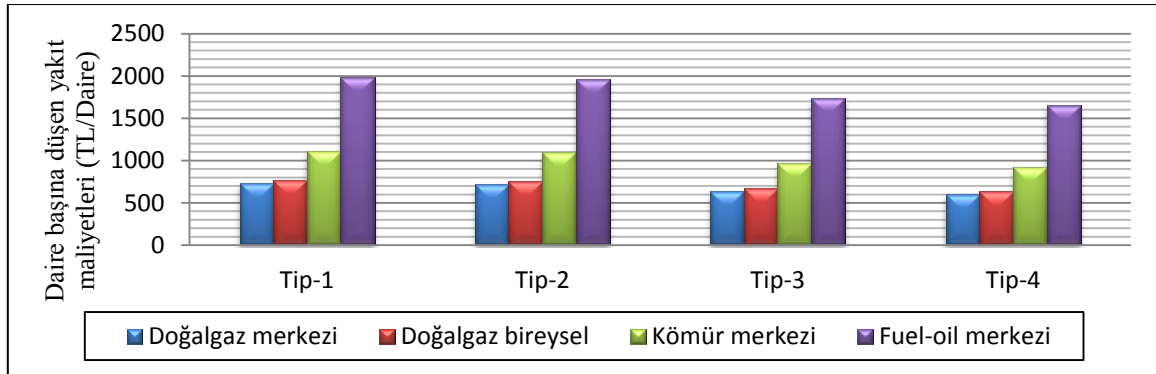
Tablo 5.15 Tip-4 için yakıt tüketimi maliyet miktarları.

Kullanılan Yakıt Ve Isıtma Sistemi	Yakıt Birim Fiyatı (TL)	TİP-4 İçin Toplam Yakıt Maliyeti (TL)	TİP-4 İçin Daire Başına Düşen Yakıt Maliyeti (TL)
Doğalgaz Merkezi	0,84	18.153,06	605,10
Doğalgaz Bireysel	0,84	19.108,48	636,94
Fuel-Oil Merkezi	2,44	49.539,90	1.651,33
Kömür(Zonguldak)Merkezi	0,55	27.765,30	925,51

Tablolar incelendiğinde en fazla yakıt maliyetinin meydana geldiği sistemin fuel-oilli merkezi ısıtma sistemi, en az yakıt maliyetinin meydana geldiği sistemin ise doğalgazlı merkezi ısıtma sistemi olduğu görülmektedir. Şekil 5.16 ve Şekil 5.17’ de bina modelleri için hesaplanmış olan toplam ve daire başına düşen yakıt maliyetleri grafiksel olarak incelendiğinde, binada bulunan daire sayısının artması sonucu toplam yakıt maliyetinin arttığı, daire başına düşen yakıt maliyetinin ise azaldığı görülmüştür.



Şekil 5.16 Bina modelleri için hesaplanmış toplam yakıt maliyetleri.



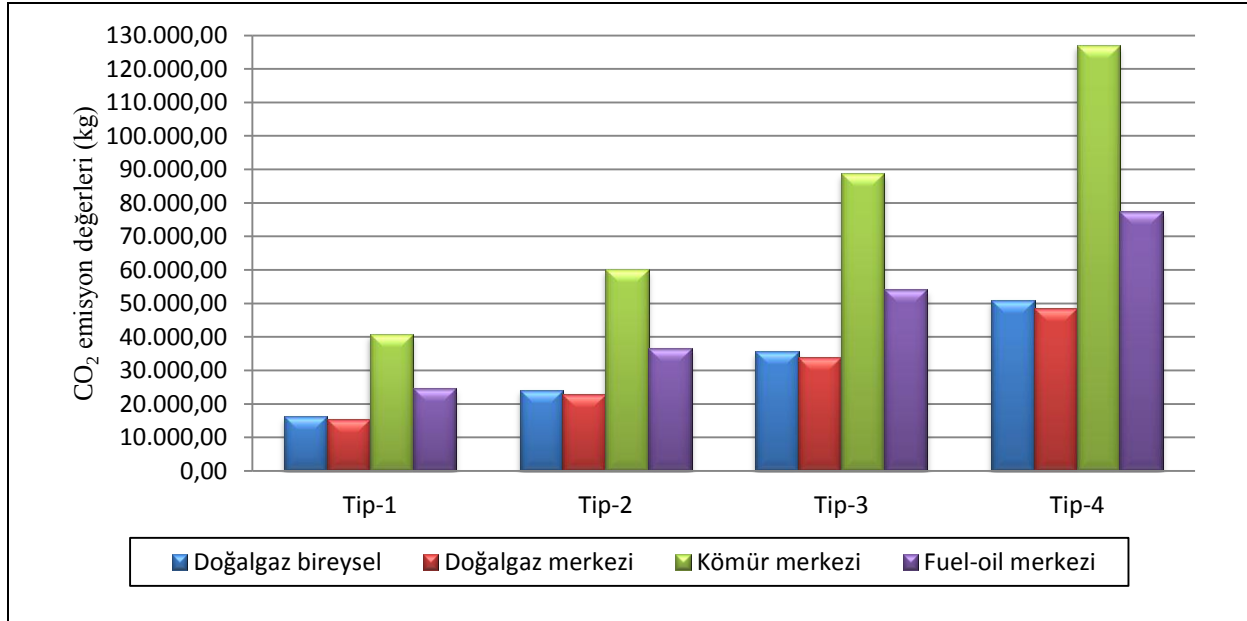
Şekil 5.17 Bina modelleri için hesaplanmış daire başına düşen yakıt maliyetleri.

5.6 YILLIK YAKIT TÜKETİMİNE BAĞLI OLARAK OLUŞAN EMİSYON HESABI

Isıtma sisteminde kullanılan yakıtlar fosil kökenli olup ısıtma sisteminde yakılmaları sonucu oluşan gazların emisyon değerleri Eşitlik 4.14 yardımı ile hesaplanarak, elde edilen sonuçlar Tablo 5.16 ve Şekil 5.18’ de verilmiştir. Tablodaki veriler incelendiğinde en fazla CO₂ salınımının kömürlü merkezi ısıtma sistemlerinde, en az CO₂ salınımının ise doğalgazlı merkezi ısıtma sistemlerinde meydana geldiği görülmüştür olup kömürlü sistemden doğalgazlı ısıtma sistemine geçiş sonucu, ısıtma amaçlı oluşan zararlı gazların, % 40 oranında azalacağı gözlenmiştir.

Tablo 5.16 Bina modelleri için hesaplanmış yakıt tüketimine bağlı oluşan emisyon miktarları.

Isıtma Sistemi	Bina Tipi			
	Tip-1	Tip-2	Tip-3	Tip-4
Doğalgaz Bireysel	16.349,28 kg	24.163,45 kg	35.685,67 kg	51.031,45 kg
Doğalgaz Merkezi	15.531,82 kg	22.955,30 kg	33.901,39 kg	48.479,87 kg
Kömür Merkezi	40.737,62 kg	60.208,30 kg	88.918,24 kg	127.064,78 kg
Fuel-Oil Merkezi	24.831,75 kg	36.700,16 kg	54.200,41 kg	77.484,96 kg



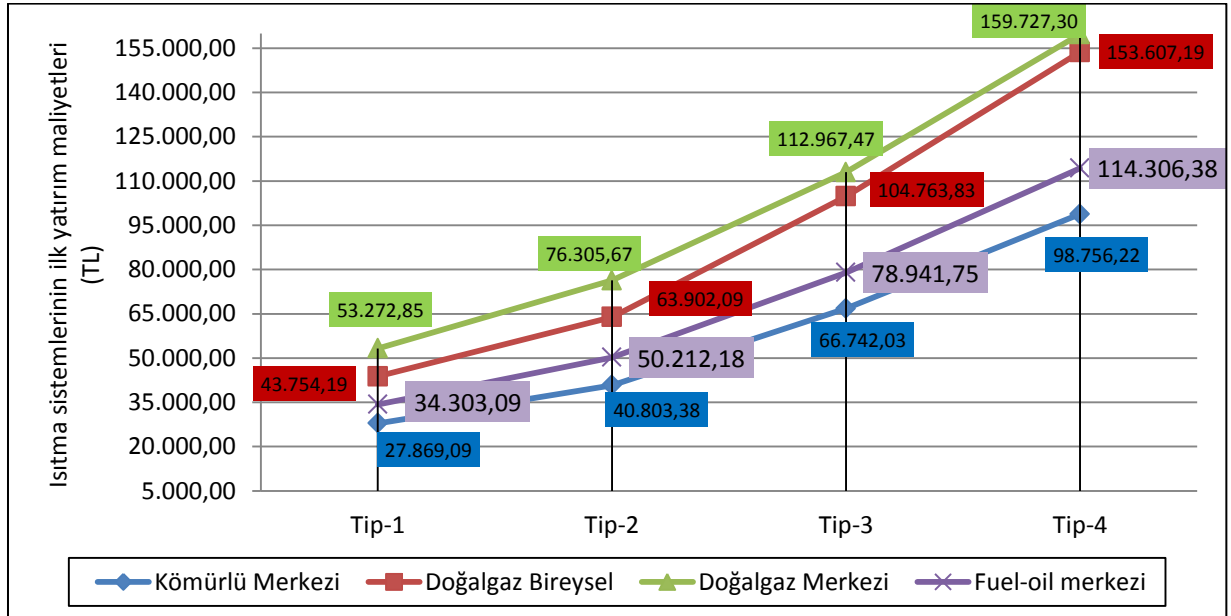
Şekil 5.18 Bina modelleri için hesaplanmış yakıt tüketimine bağlı oluşan emisyon miktarları.

5.7 YENİ SİSTEMLERDE İLK YATIRIM MALİYET ANALİZİ

Isıtma sistemlerinin ekonomik olması önemlidir. Isıtma sistemlerinin ekonomikliğini etkileyen faktörlerden biri de sistemlerin ilk yatırım maliyetleridir. Ancak ısıtma sistemlerinin maliyet analizi sadece ilk yatırım maliyetlerine göre değerlendirilmemelidir. Çünkü ilk yatırım maliyeti açısından ekonomikmiş gibi görülen ısıtma sistemleri işletme maliyeti ve diğer faktörler göz önünde bulundurulduğunda ekonomikliğini kaybedebilmektedir. Bu kapsamda, tanımlanan binalar için detaylı maliyet analizleri EK-II’ de sunulmuştur. Çalışmamızda seçilen ısıtma sistemlerinin (doğalgaz merkezi, doğalgaz bireysel, kömürlü merkezi) ilk yatırım maliyetlerinin karşılaştırması Tablo 5.17 ve Şekil 5.19’ da gösterilmiştir.

Tablo 5.17 Isıtma sistemlerinin toplam ilk yatırım maliyetleri (TL).

Bina Tipi	Isıtma Sistemlerinin Toplam Maliyetleri (TL)			
	Doğalgaz Bireysel	Doğalgaz Merkezi	Kömürlü Merkezi	Fuel-oil Merkezi
Tip-1 (8 daire)	43.754,19	53.272,85	27.869,09	34.303,09
Tip-2 (12 daire)	63.902,09	76.305,67	40.803,38	50.212,18
Tip-3 (20 daire)	104.763,83	112.967,47	66.742,03	78.941,75
Tip-4 (30 daire)	153.607,19	159.727,30	98.756,22	114.306,38

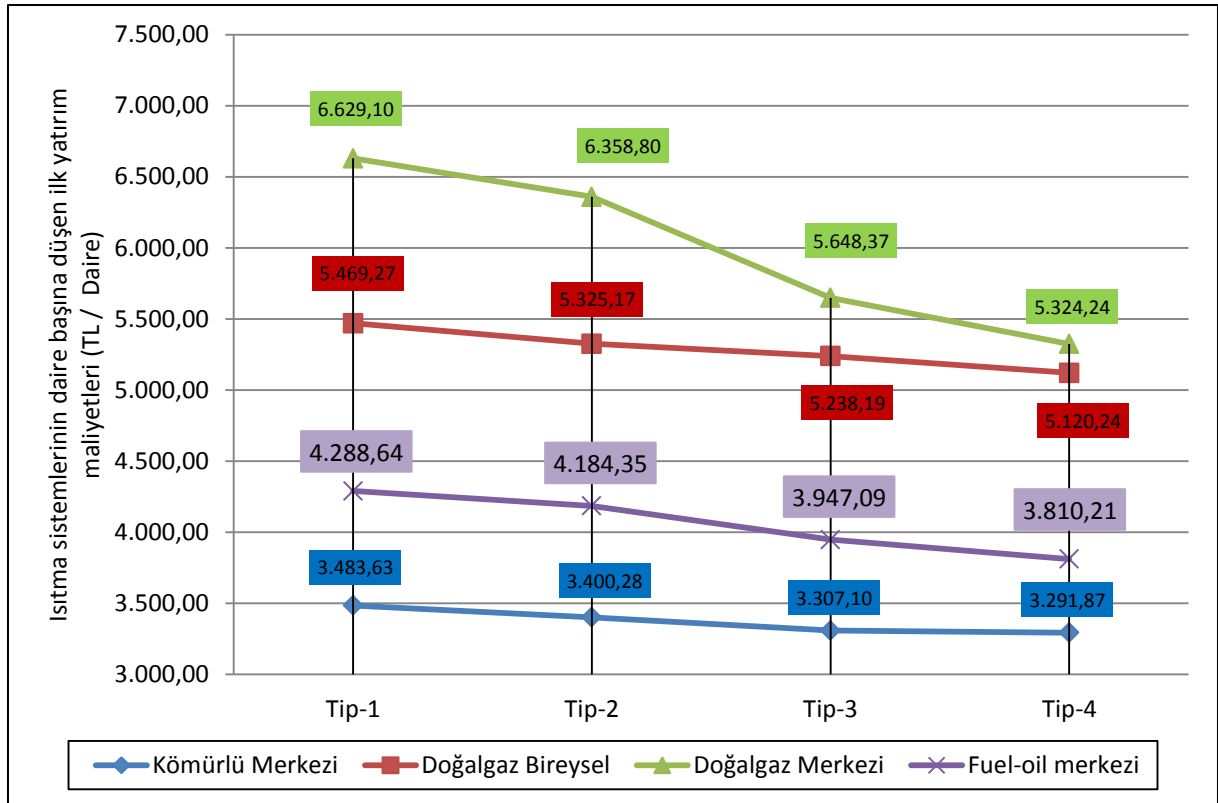


Şekil 5.19 Isıtma sistemlerinin toplam ilk yatırım maliyetleri (TL).

Tablo 5.17 ve Şekil 5.19’ da ki ilk yatırım maliyet değerleri incelendiğinde, kömürlü ısıtma sisteminin diğer sistemlerden daha ekonomik olduğu, buna karşın doğalgazlı merkezi ısıtma sisteminin ise en pahalı sistem olduğu görülmektedir. Tablo 5.18 ve Şekil 5.20’ de ise ısıtma sistemlerinin ilk yatırım maliyetlerinin daire başına düşen miktarları verilmiştir. Bu veriler incelendiğinde binada ki daire sayısının artması ile daire başına düşen ilk yatırım maliyetlerinin azaldığı görülmüştür.

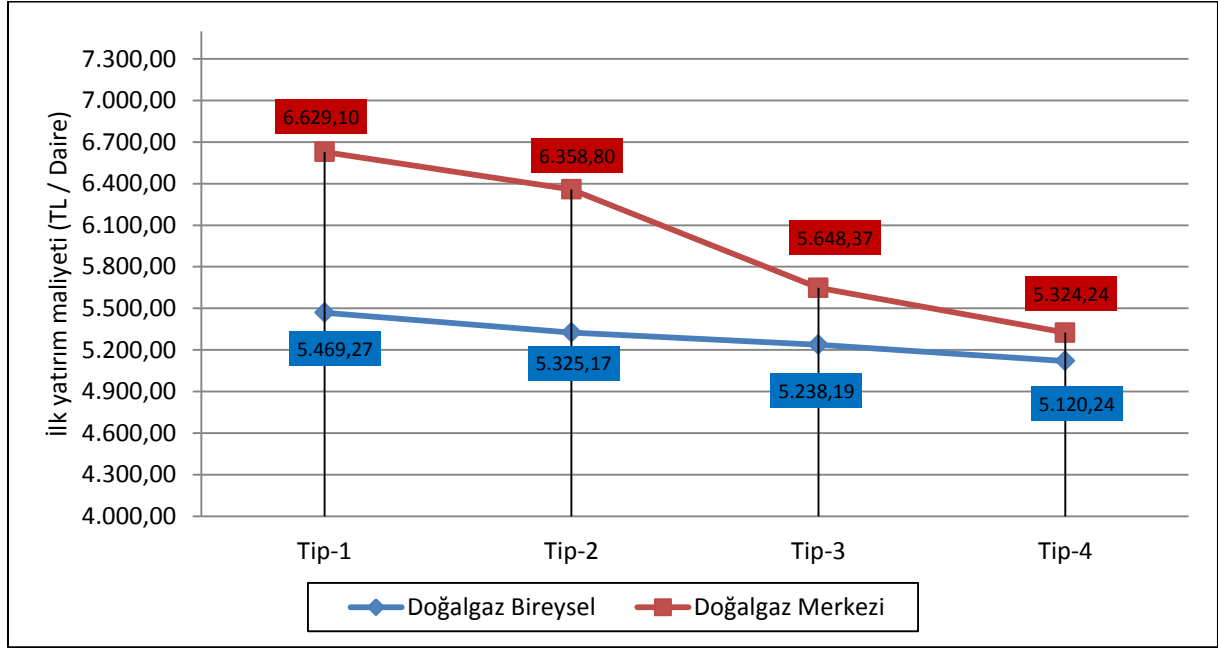
Tablo 5.18 Isıtma sistemlerinin daire başına düşen ilk yatırım maliyetleri (TL / Daire).

Bina Tipi	Isıtma Sistemlerinin Toplam Maliyetleri (TL/ Daire)			
	Doğalgaz Bireysel	Doğalgaz Merkezi	Kömürlü Merkezi	Fuel-oil Merkezi
Tip-1 (8 daire)	5.469,27	6.659,10	3.483,63	4.288,64
Tip-2 (12 daire)	5.325,17	6.358,80	3.400,28	4.184,35
Tip-3 (20 daire)	5.238,19	5.648,37	3.307,10	3.947,09
Tip-4 (30 daire)	5.120,24	5.324,24	3.291,87	3.810,21



Şekil 5.20 Isıtma sistemlerinin daire başına düşen ilk yatırım maliyetleri (TL / Daire).

Doğalgazlı merkezi ısıtma sistemi ve doğalgazlı bireysel ısıtma sistemlerinin daire başına düşen ilk yatırım maliyetleri açısından karşılaştırmaları daha ayrıntılı şekilde Şekil 5.21’ de verilmiştir. Bu grafikte merkezi ısıtma isteminin bireysel ısıtma sistemine göre daha pahalı olduğu açıkça görülmektedir. Özellikle merkezi ısıtma sisteminde daire sayısının artmasına bağlı olarak daire başına düşen maliyetin hızla azaldığı, gittikçe bireysel sistemle arasındaki farkının azaldığı gözlenmiştir.



Şekil 5.21 Yeni sistemlerde doğalgazlı merkezi sistem ısıtma sistemi ile bireysel ısıtma sisteminin ilk yatırım maliyetlerinin karşılaştırılması (TL / Daire).

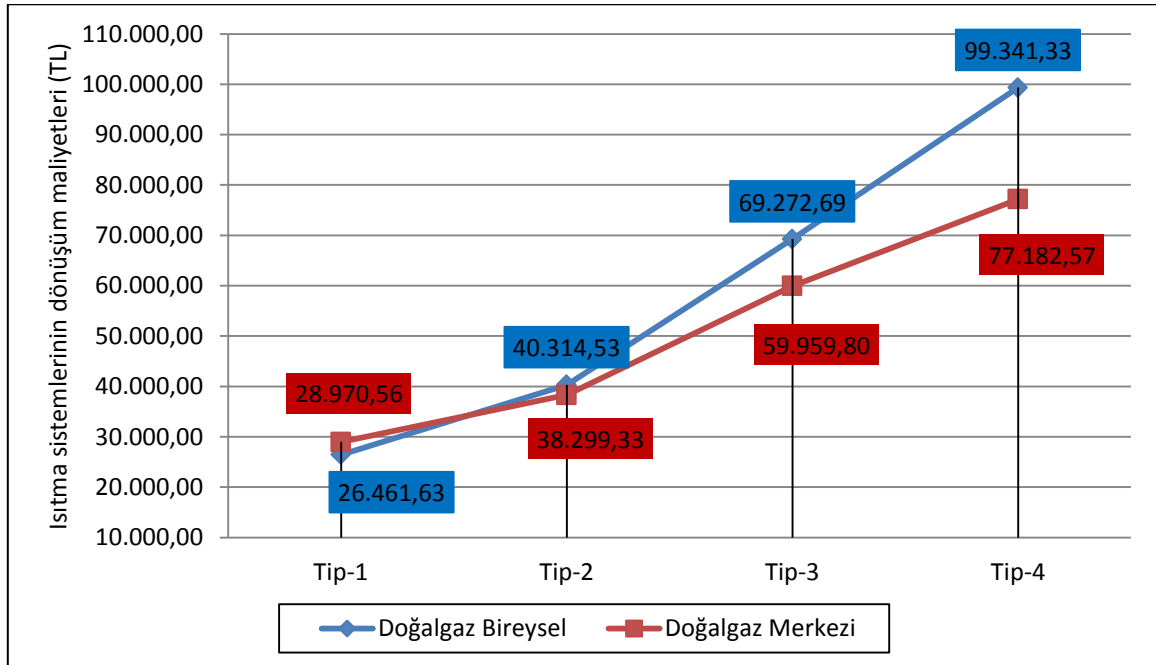
5.8 ESKİ SİSTEMLERDE DOĞALGAZ DÖNÜŞÜM MALİYET ANALİZİ

Bartın ilinde de halen yaygın olarak kömürlü ısıtma sistemleri kullanılmaktadır. Ancak Bartın ilinde doğalgaza geçiş işlemleri her geçen gün hızlanmakta ve 2013 yılı sonu itibariyle Bartın ilinde doğalgazlı ısıtma sistemlerine geçişin tamamlanmış olması planlanmaktadır. Doğalgazın Bartın iline gelmesi ile birlikte, yeni binalar doğalgaza uyumlu şekilde tasarlanırken, eski binalar, mevcut kömürlü ısıtma sisteminden doğalgazlı ısıtma sistemine dönüş yapılacaktır. Bu bağlamda, ısıtma sistemlerinin dönüşüm maliyetleri açısından hangi sistemin (doğalgaz merkezi, doğalgaz bireysel) daha ekonomik olacağının tespiti için maliyet analizi çıkartılmış, detaylı dönüşüm maliyet analizleri Ek-II’ de sunulmuştur. Bulunan

değerler Tablo 5.19 ve Şekil 5.22’ de gösterilmiştir. Bu değerler incelendiğinde kömürlü ısıtma sisteminden, doğalgazlı merkezi ısıtma sistemine dönüşümün, doğalgazlı bireysel ısıtma sistemine dönüşümünden daha ucuz olduğu görülmüştür. Ancak Tip-1 için dönüşüm maliyeti incelendiğinde bireysel sistemin daha ekonomik olmasının sebebinin daire sayısının az olmasından kaynaklandığı anlaşılmıştır. Binanın büyüklüğüne ve daire sayısının artması sonucu her iki sistemde de dönüşüm maliyetinin arttığı, doğalgazlı ısıtma sistemlerinde ise bu artışın kombi sayısına paralel olarak, doğalgazlı merkezi sisteme göre daha çok artış gösterdiği görülmüştür.

Tablo 5.19 Kömürlü merkezi ısıtma sisteminden doğalgaza dönüşümün ilk yatırım maliyet değerleri (TL).

Bina Tipi	Isıtma Sistemi	
	Doğalgaz Bireysel	Doğalgaz Merkezi
Tip-1	26.461,63	28.970,56
Tip-2	40.314,53	38.299,33
Tip-3	69.272,69	59.959,80
Tip-4	99.341,33	77.182,57



Şekil 5.22 Kömürlü merkezi ısıtma sisteminden doğalgaza dönüşümün ilk yatırım maliyet değerleri.

5.9 İŞLETME MALİYET ANALİZİ

Binalarda ısıtma sistemi tasarımı yapılırken ilk yatırım maliyetinin dışında ısıtma sistemlerinin işletme maliyetleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Çünkü ilk yatırım maliyeti açısından ilk başta ekonomikmiş gibi görünen ısıtma sistemi, işletme maliyetleri de eklendiğinde ekonomikliğini kaybedebilmektedir. Isıtma sistemlerinin işletme maliyetlerini, yakıt maliyeti, servis-tamir maliyeti ve işçi maliyeti oluşturmaktadır. Bu kapsamda incelenen binalardaki ısıtma sistemlerinin işletme maliyet değerleri Tablo 5.20, Şekil 5.23' de verilmiştir.

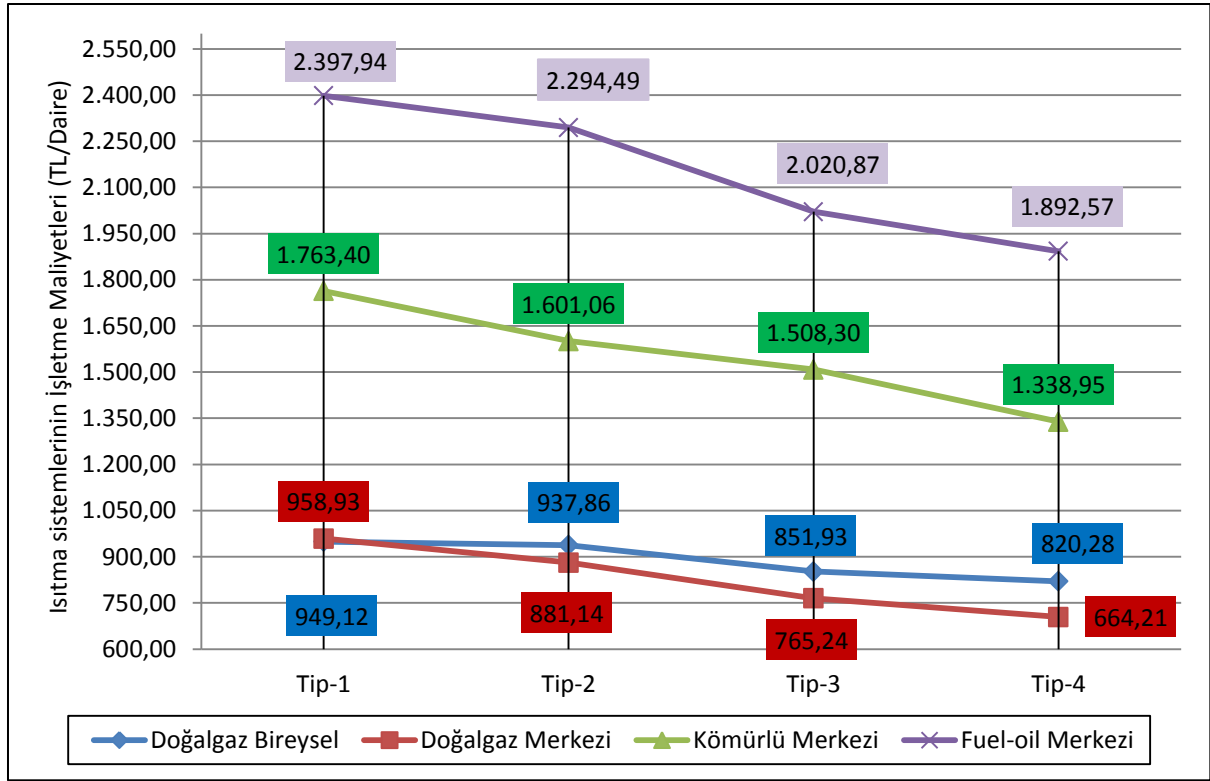
- **Yakıt maliyeti;** Bir binanın yıllık tükettiği yakıt miktarı olup, çalışma kapsamında belirlenmiş olan binalara ait yıllık yakıt tüketim miktarları Şekil 5.17' de verilmiştir.
- **Servis, tamir;** Toplam yıllık yakıt tüketiminin belirli bir yüzde miktarının alınması ile tespit edilen değerdir (Küçükçalı 1993).
- **İşçilik;** Bireysel ısıtma sistemlerinde kaloriferci ihtiyacı olmadığından işçilik maliyetinin bu sistemlerde olmadığı kabul edilmiştir. Kömürlü ve doğalgazlı merkezi ısıtma sistemlerinde kalorifercinin asgari ücretle 7 ay çalıştığı kabul edilmiştir. Kömürlü ısıtma sistemleri doğalgazlı ısıtma sistemine göre daha çok işçilik gerektirmesi nedeni ile;

Tip-1 ve Tip-2 için kömürlü ısıtma sisteminde kalorifercinin 2 ayrı blokta, doğalgazlı merkezi ısıtma sisteminde 5 ayrı blokta çalıştığı, fuel-oil merkezi ısıtmada 4 ayrı blokta çalıştığı,

Tip-3 ve Tip-4 için kömürlü ısıtma sisteminde kalorifercinin 1 blokta, doğalgazlı merkezi ısıtma sisteminde 4 ayrı blokta, fuel-oil merkezi ısıtmada 3 ayrı blokta çalıştığı kabul edilmiştir.

Tablo 5.20 Isıtma sistemlerinin işletme maliyeti değerleri (TL / Daire).

Isıtma Sistemi	Maliyet Cinsi	Bina Modeli			
		Tip-1	Tip-2	Tip-3	Tip-4
Doğalgaz Bireysel	M _{yakıt}	765,78	754,52	668,59	636,94
	M _{servis-tamir}	183,34	183,34	183,34	183,34
	M _{işç}	0,00	0,00	0,00	0,00
	M _{toplam}	949,12	937,86	851,93	820,28
Doğalgaz Merkezi	M _{yakıt}	736,15	716,80	635,16	605,10
	M _{servis-tamir}	51,53	50,17	44,46	42,35
	M _{işç}	171,25	114,17	85,62	57,09
	M _{toplam}	958,93	881,14	765,24	704,54
Kömürlü Merkezi	M _{yakıt}	1.112,72	1.096,36	971,49	925,51
	M _{servis-tamir}	222,54	219,27	194,30	185,102
	M _{işç}	428,14	285,43	342,51	228,34
	M _{toplam}	1.763,40	1.601,06	1.508,3	1.338,95
Fuel-oil Merkezi	M _{yakıt}	1.985,34	1.956,16	1.733,36	1.651,33
	M _{servis-tamir}	198,53	195,62	173,34	165,13
	M _{işç}	214,07	142,71	114,17	76,11
	M _{toplam}	2.397,94	2.294,49	2.020,87	1.892,57



Şekil 5.23 Isıtma sistemlerinin daire başına düşen işletme maliyetleri açısından karşılaştırılması.

Şekil 5.23’ de ki değerler incelendiğinde işletme maliyeti açısından en ucuz sistemin doğalgazlı merkezi ısıtma sistemi, en pahalı sistemin ise fuel-oil merkezi ısıtma sistemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

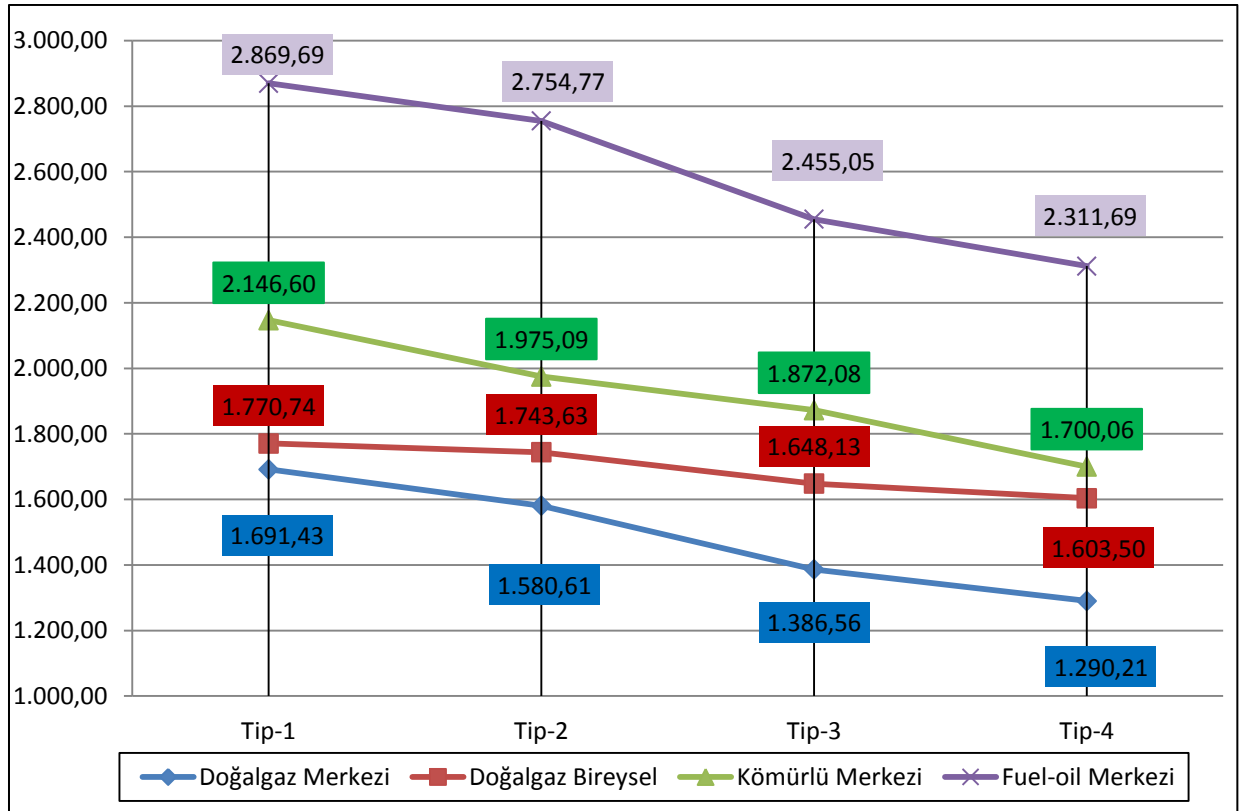
5.10 YILLIK EŞDEĞER MALİYET ANALİZİ

Isıtma sistemlerinin maliyet analizi yapılırken sadece ilk kurulum maliyeti göz önünde bulundurulmamalıdır. Analiz yapılırken sistemlerin işletme maliyetleri, ekonomik ömürleri de dikkate alınmalıdır. Bu nedenle ısıtma sistemlerinden hangisinin daha ekonomik olduğu sonucuna ulaşabilmek için, tüm giderleri göz önünde bulundurarak toplam maliyet hesabı, “Yıllık Eşdeğer Maliyet Analizi Yöntemi” kullanılarak Eşitlik 4.17’ ye göre yapılmış ve bir toplam maliyet çıkartılarak hangi sistemin geçen zaman içerisinde daha ekonomik olduğu tespit edilmiştir. Yıllık eşdeğer maliyet analizi yöntemine göre çıkan sonuçlar Tablo 5.21 ve Şekil 5.24’ de verilmiştir. Bu denklemde yer alan, M_{ILK} değeri ısıtma sisteminin ilk yatırım maliyetidir ve Tablo 5.17’ den, $M_{İŞ}$ değeri ısıtma sisteminin işletme maliyetidir ve Tablo

5.20' den alınarak hesaplanmıştır. i , değeri yıllık faiz oranı olup % 10 olarak alınmıştır. Tablo 4.8' de verilen ekonomik ömürler göz önünde bulundurularak analiz dönemi (N) 25 yıl olarak seçilmiştir. Ayrıca bireysel ısıtma sisteminde kullanılan kombinin ekonomik ömrü sebebiyle 12 yıl sonunda hurda değerinin olmadığı ve 13' üncü yılın başında kombinin ilk kurulum maliyetinin 2.000 TL olacağı kabul edilmiş ve sistemlerin hurda değerleri ihmal edilmiştir.

Tablo 5.21 Toplam maliyet analizi.

Bina Modeli	Isıtma Sistemi			
	Doğalgaz Merkezi	Doğalgaz Bireysel	Kömürlü Merkezi	Fuel-oil Merkezi
Tip-1	1.691,43	1.770,74	2.146,60	2.869,69
Tip-2	1.580,62	1.743,63	1.975,09	2.754,77
Tip-3	1.386,56	1.648,13	1.872,08	2.455,05
Tip-4	1.290,21	1.603,50	1.700,06	2.311,69



Şekil 5.24 Toplam maliyet analizi.

Bartın ilinde kullanılan ısıtma sistemlerinde kömürlü merkezi, fuel-oil merkezi ve 2013 yılı sonu itibari ile kullanılmaya başlanacak olan doğalgazın yıllık eşdeğer maliyet analiz metoduna göre hesaplanan değerleri incelendiğinde, geçen zaman içerisinde en ekonomik sistemin, ilk yatırım maliyeti en yüksek olan doğalgazlı merkezi sistem, en pahalı sistemin ise fuel-oil ile çalışan merkezi ısıtma sistemi olduğu görülmüştür.

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1 SONUÇLAR

Dünya üzerinde bulunan enerji kaynakları hızlı bir şekilde tükenmektedir. Buna paralel olarak Dünya’ da çevre kirliliği oranı da hızla artmaktadır. Bartın ilinde binalarda kullanılan enerjinin verimli bir şekilde kullanılabilmesi, ekonomik bir ısıtma sistemi seçimi ve konutlarda ısınma amaçlı oluşan zararlı gazların oluşumunun azaltılabilmesi için en uygun ısıtma sisteminin ve en uygun yakıtın tespit edilmesi için yapılan çalışmada ortaya çıkan sonuçlar aşağıda alt başlıklar altında verilmiştir;

6.1.1 Bina yalıtımı;

Dünya enerji tüketiminin, % 35’ i konutlarda meydana gelmektedir. Bu oranın % 82’ si konutların ısıtılmasında kullanılmaktadır. Bu nedenle konutlarda tüketilen enerjinin hem ülke ekonomisi açısından hem de çevreye olan olumsuz etkilerinden dolayı sınırlandırılması gerekmektedir. Enerji tüketiminin sınırlandırılması kapsamında en etkili yolun binalara doğru bir şekilde yapılmış olan ısı yalıtımı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bartın ili için belirlenmiş olan 4 bina modeli için yalıtımsız ve TS 825’ e uygun bir şekilde yapılmış yalıtım sonucu binaların yıllık ısıtma enerji ihtiyaçları hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Doğru yapılmış yalıtımın enerji tasarrufuna ciddi katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

6.1.2 Bina nizamı;

Çalışma kapsamında kullanılan dört farklı bina tipi için ısı kaybı ve ısıtma enerjisi ihtiyacı miktarları hesaplanmıştır. Ulaşılan sonuçlara bakıldığında bitişik nizamlarda, ayrık nizamlara göre daha az ısı kaybının meydana geldiği, binada ki daire sayısının artması sonucu daire başına düşen ısı kaybı miktarının azaldığı görülmüştür. Isı kaybının azalmasına bağlı olarak

yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının, yakıt miktarının ve maliyetinin, çevreye salınan zararlı gazların, sistemlerin işletme maliyeti, kurulum maliyeti ve işçilik maliyetlerinin azaldığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

6.1.3 Isıtma sistemlerinin karşılaştırılması;

Binalarda enerji tüketiminin sınırlandırılabilmesi için atılması gereken diğer bir doğru adım, binalarda kullanılacak olan ısıtma sistemlerinin doğru seçimidir. Bu çalışma kapsamında Bartın ili için tasarlanmış olan 4 tip bina modeli için 4 farklı ısıtma sistemi tasarlanmıştır. Bu ısıtma sistemleri yakıt tüketimi, yakıt maliyeti, çevresel etki ve maliyet (kurulum maliyeti, işletme maliyeti) açısından karşılaştırılmıştır. Ulaşılan sonuçlar aşağıda belirtilmiştir;

6.1.3.1 Isıtma sistemlerinin yakıt tüketimi açısından karşılaştırılması;

Çalışma kapsamında kullanılan dört farklı bina tipi için, dört farklı ısıtma sistemi kullanıldığı kabul edilmiş ve her sistem için ayrı ayrı yakıt tüketim miktarları hesaplanmıştır. En fazla yakıt tüketiminin kömürlü ısıtma sistemlerinde, en az yakıt tüketiminin fuel-oili merkezi ısıtma sistemlerinde meydana geldiği sonucuna ulaşılmıştır. Ancak fuel-oil fiyatlarının yüksek olmasından dolayı tercih edilmesi gereken sistemin doğalgazlı merkezi ısıtma sistemleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Doğalgazlı merkezi ısıtma sistemlerinde, doğalgazlı bireysel ısıtma sistemlerine göre daha az yakıt tüketimi olmasının sebebi ise kombili sistemlerin kazan verimlerine göre daha düşük olmasından kaynaklandığı anlaşılmıştır.

6.1.3.2 Isıtma sistemlerinin yakıt tüketimi maliyetlerinin karşılaştırılması;

Yakıt tüketim miktarları hesaplandıktan sonra, çıkan sonuçlar yakıtların birim fiyatları ile çarpılmış, yakıt tüketimi maliyeti açısından en ekonomik sistemlerin doğalgazlı merkezi ısıtma sistemleri, en pahalı sistemlerin ise fuel-oili merkezi ısıtma sistemleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

6.1.3.3 Isıtma sistemlerinin çevresel etki açısından karşılaştırılması;

Dünya’ da hızlı sanayileşmeye ve şehirleşmeye paralel olarak enerji tüketimi hızla artmaktadır. Enerji tüketiminin hızla artmasına bağlı olarak, çevreye salınan zararlı gazların miktarı da artış göstermektedir. Bu artış insanların sağlığını tehdit etmekle birlikte, ciddi çevre sorunlarına neden olmaktadır. Bartın ili içinde durum çok farklı değildir. Bartın ilinde özellikle kış aylarında ısınma ihtiyacının başlaması ile birlikte hava kirliliği oranı artış göstermektedir. Bu oranın düşürülebilmesi için en çevreci ısıtma sisteminin tespit edilebilmesi için yapılan bu çalışmada, gerekli hesaplamalar sonucu en çevreci, en temiz ısıtma sisteminin doğalgazlı merkezi ısıtma sistemi, en kirli, en pis ısıtma sisteminin kömürlü merkezi ısıtma sistemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

6.1.3.4 Isıtma sistemlerinin maliyet analizi;

Günümüzde ısıtma sistemleri tasarlanırken genellikle ilk kurulum maliyetleri göz önünde bulundurulmaktadır. Bu çalışmada bunun doğru bir yaklaşım olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Isıtma sistemleri tasarlanırken kurulum maliyeti dışında göz önünde bulundurulması gereken diğer etkenler, işletme maliyeti, yakıt maliyeti, servis bakım maliyeti ve işçi maliyetidir. Kurulum maliyeti açısından ekonomikmiş gibi görülen ısıtma sistemleri, tüm bu maliyetler göz önünde bulundurularak hesaplandığında ekonomikliğini kaybedebilmektedir. Bu nedenle çalışma kapsamında bütün maliyetler göz önünde bulundurularak bir maliyet analizi yapılmış ve ekonomik ısıtma sistemi tespit edilmiştir.

Isıtma sistemleri ilk kurulum maliyeti açısından değerlendirildiğinde en ucuz sistemin kömürlü merkezi ısıtma sistemleri, en pahalı ısıtma sisteminin ise doğalgazlı merkezi ısıtma sistemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Isıtma sistemleri işletme maliyeti açısından değerlendirildiğinde en ucuz sistemin doğalgazlı merkezi ısıtma sistemleri, en pahalı ısıtma sisteminin ise fuel-oil merkezi ısıtma sistemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Isıtma sistemleri yakıt tüketimi maliyeti açısından incelendiğinde, en ekonomik sistemin doğalgazlı merkezi ısıtma sistemi, en pahalı sistemin ise fuel-oili merkezi ısıtma sistemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Isıtma sistemleri servis bakım maliyeti açısından incelendiğinde, en ekonomik sistemin doğalgazlı merkezi ısıtma sistemi, en pahalı sistemin ise kömürlü merkezi ısıtma sistemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Isıtma sistemleri işçi maliyeti açısından incelendiğinde, en ekonomik sistemin kaloriferci gerektirmediği için doğalgazlı bireysel ısıtma sistemi, en pahalı sistemin ise kömürlü merkezi ısıtma sistemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yukarıda belirtilen tüm maliyet kalemleri göz önünde bulundurularak 25 yıllık bir dönemde her yıla düşen maliyet tutarları hesaplanmış, bu maliyet analizi sonucu en ekonomik sistemin doğalgazlı merkezi ısıtma sistemi, en pahalı ısıtma sisteminin ise fuel-oil merkezi ısıtma sistemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlarda kullanılan yakıt miktarının etkin rol oynadığı görülmüştür. Bireysel ısıtma sisteminin merkezi sisteme göre daha pahalı çıkmasının nedeninin her kullanıcının ayrı ayrı kombi maliyetinin olmasından, kombinin ekonomik ömrünün 12 yıl, kazanın ekonomik ömrünün ise 25 yıl olmasından kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır.

6.1.3.5 Isıtma sistemlerinin dönüşüm maliyet analizi;

Bartın ilinde mevcut kullanılan ısıtma sistemi kömürlü ısıtma sistemidir. Ancak 2013 yılı sonunda Bartın ilinde konutlarda doğalgazlı ısıtma sistemleri kullanılmaya başlanacaktır. Bu nedenle kömürlü ısıtma sistemlerinin doğalgazlı ısıtma sistemlerine dönüşümü söz konusu olacaktır. Çalışma kapsamında kömürlü ısıtma sistemlerinin doğalgazlı ısıtma sistemlerine dönüştürülmesi sonucu en ekonomik sistemin doğalgazlı merkezi ısıtma sistemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışma kapsamında ulaşılmış olan tüm sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda; en temiz, en ucuz yakıtın doğalgaz, en temiz, en ucuz ısıtma sisteminin ise doğal gazlı merkezi ısıtma sistemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

6.2 ÖNERİLER

- Enerji tasarrufu açısından binalarda ısı yalıtımı çok önemlidir. Bu nedenle binalar TS 825' e uygun bir şekilde mutlaka yalıtılmalıdır.
- Isı kaybının azalmasında etkin rol oynadığı için binalar mümkün olduğunca bitişik nizamlı tasarlanmalıdır.
- Binalarda daire sayısı mümkün olduğunca fazla tutulmalıdır. Bu sayede ısı kaybı azalacak, daha az enerji ve daha az yakıt tüketimi sağlanacaktır.
- Isıtma sistemlerinin ilk yatırım maliyetleri göz önünde bulundurularak sistemlerin ekonomikliği hakkında yorum yapmak doğru değildir. Maliyet hesapları işletme maliyetleri de göz önünde bulundurularak hesaplanmalıdır. Çünkü ilk başta ekonomik gibi görünen ısıtma sistemleri, toplam maliyet açısından değerlendirildiğinde ekonomikliğini kaybedebilmektedir.
- Isıtma sistemlerinde kullanılan yakıtların ekonomikliği önemlidir. Çalışma kapsamında bulunan değerlere göre en ucuz yakıt türü doğalgaz, en pahalı yakıt türü ise fuel-oildir. Bu nedenle ısıtma sistemleri tasarlanırken doğalgazlı olması tercih edilmelidir.
- Isıtma sistemlerinde kullanılan yakıtların yanması sonucu en az CO₂ salınımı doğalgazlı ısıtma sistemlerinde, en fazla CO₂ salınımı ise kömürlü ısıtma sistemlerinde meydana gelmektedir. Bu nedenle ısı sistemlerinde en çevreci, en temiz yakıt olan doğalgaz tercih edilmelidir.

Bu çalışmada, Bartın' da kullanılan ısıtma sistemlerinde farklı yakıt türleri kullanılarak karşılaştırılmalar yapılmış, Bartın ilinde konutlarda doğal gazın kullanılmaya başlanacak

olması ile beraber, şehre sağlayacağı avantajlar belirlenmiş ve kullanıcılara yol göstermesi hedeflenmiştir.

KAYNAKLAR

Acarkan B (2005) Bireysel ve merkezi ısıtma sistemlerinde verimlilik ve ekonomiklik analizi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Anonim (1999) Isıtma Tesisat El Kitabı.

Anonim (2002) MMO/2002/259-2 sayılı yayın.

Anonim (2004) Doğalgaz Tüketici El Kitabı.

Anonim (2008) Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği.

Aybers N, Şahin B (1995) Enerji Maliyeti. Yıldız Teknik Ü. Yayını. Yayın No: 299.

Aydın O (2000) Determination of optimum air-layer thickness in double-plane windows. Energy and Building, 32 s., s. 303-308.

Bakos G.C, Spirou A, Tsagas N.F (1999) Energy management method for fuel saving in central heating insulations. Energy and Building, 29, s. 135-139.

Bayer G (2006) Binalarda uygulanan ısı yalıtım sistemleri ve örnek bir projede ısı yalıtım maliyet analizi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 12 s., 58 s.

Can M (1994) Merkezi Isıtma Sistemlerinin Teknik Ve Ekonomik Analizi Ve Hava Kirliliğini Azaltmadaki Önemi, Çevre Dergisi, Sayı: 10.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Çabukoğlu S** (1999) Konutlardaki ısıtma sistemlerinin enerji ekonomisi ve hava kirliliği yönünden incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya.
- Çelik C ve Yüksel B** (1992) Konutlarda Optimum Isı Yalıtımı Ve Enerji Verimliliğine Etkileri, Isı Bilim Tekniği Dergisi 15: 33-40.
- Çomaklı K ve Yüksel B** (2002) Erzurum İçin Binalarda Optimum Yalıtım Kalınlığı Hesabı, Yalıtım Dergisi, 36: 37-42.
- Çomaklı K, Çakır B ve Efe Ş** (2011) Farklı bina tipleri ve yakıtlar için merkezi ısıtma sistemlerinin maliyet analizi, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 13/16 Nisan, 1945-1953, İzmir.
- Demir A** (2000) Isı Sayaçlı Merkezi Isıtma Sistemi İle Bireysel Isıtma Sisteminin Teknik Ve Ekonomik Yönden Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Efe Ş** (2008) Erzurum’ da kullanılan ısıtma sistemlerinin ekonomik analizi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Dosider** (2012) Doğalgaz Cihazları Sanayicileri ve İşadamları Derneği, Tanıtım Kataloğu.
- Ekinci C, Ozan S, Elyiğit B** (2012) Çatı ve cephe sistemlerinin performansları, 6. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Bursa, 12-13 Nisan.
- Elele, S, Çanakçı C** (2001) Bölgesel Isıtma Sistemleri Isı Merkezleri Tasarımı (2001 Jeotermal Enerji Semineri), 131 s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

ETKB (2010) Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, Elektrik İşleri Etüt İdaresi, Eğitim Dokümanları.

ETKB (2010) Sektör Raporu, Enerji ve Tabii Kaynaklar Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

ETKB (2012) Kömür Sektör Raporu, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Yayınları, Ankara.

Gülcü Y (2010) Isparta İlinde Doğalgaz Kullanımını Etkileyen Sosyo-Ekonomik Faktörlerin Analizi Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.

Güleç A (1996) Isıtma Sistemlerinde Kontrol Uygulamalarının Enerji Tasarrufu Açısından Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

GürdalE(2013)MerkeziŞehirVeBölgeIsıtmasistemleri,http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/95e1fda4a2b5f55_ek.pdf?dergi=161, (22.02.2013).

Isısan Çalışmaları (2000), No:265 “Kalorifer Tesisatı”

İleri A, Moshiri, S (1996) Effect of common fuel and heating system options on the energy usage pollutant emissions and economy, Energy and Building. 24, pp. 11-18.

İnceA(2013)KazanDaireleriÖzellikleriveUygulamaları,TMMOB,http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/4a579144b497ec4_ek.pdf?tipi=68&turu=X&sube=1, (23.02.2013).

İYEM (2007) İzocam Yalıtım Eğitim Merkezi, Eğitim Notları.

İZODER (2013)http://www.izoder.org.tr/isiyalitimi/ISIYALITIMI_GIRIS.pdf, (23.02.2013).

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Karagöz N (2004)** Konutlarda Çift Duvar Arası Isı Yalıtım Uygulamalarının İncelenmesi ve Değerlendirilmesi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Kavak K (2005)** Dünya’ da ve Türkiye’ de enerji verimliliği ve Türk sanayinde enerji verimliliğinin incelenmesi, Uzmanlık Tezi, İktisadi Sektörler Ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Devlet Planlama Teşkilatı Yayınları: 2689, Ankara, s. 1-10
- Koçu N (2007)** Isı yalıtımsız yapıların atmosfer kirliliğine ve küresel ısınmaya etkisi, Mimarlar Dergisi, Sayı.2, Konya, s. 70-79.
- Küçükçalı R (1993)** Yapılarda Tesisat İşletme Projesi ve Maliyeti, Termodinamik Dergisi, Sayı:12, Ağustos.
- Küçükçalı R (1995)** Isıtma Sistemlerinde Yenilikler, V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi.
- Küçükçalı R (2000)** Isıtma Tesisatı, Isısan Çalışmaları No : 265, İstanbul, Aralık.
- Kürekçi A, Bardakçı A, Çubuk H, Emanet Ö (2012)** Türkiye’ nin tüm illeri için optimum yalıtım kalınlığının belirlenmesi, Tesisat mühendisliği dergisi, Sayı: 131, Eylül-Ekim.
- Manas K (1993)** Bir Döküm Fabrikasının Doğalgaza Dönüşüm Projesi Ve Getireceği Avantajlar, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.
- MEGEP(2007)**TesisatTeknolojisi ve İklimlendirme, http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/modul_pdf/582YIM008.pdf, (23.02.2013).

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- MMO** (2000) Binalarda Isı Yalıtımı Proje Hazırlama Esasları, Yayın No: 247, Ankara, Ağustos.
- MMO** (2002) Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları , TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Yayın No : MMO/2002/259/3, Ankara, Aralık.
- MMO** (2008) Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Yayın No : MMO/2002/259/3, Ankara, Aralık.
- Morgül M.F** (2004) Binalarda ısı kaybı ve maliyet analizi ile uygun yalıtımın belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, s. 12-13.
- Onaylı S** (2002) Binalarda ısı yalıtımı ve son teknolojik gelişmeler, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, s. 30-40, s. 42-53.
- Özoy A** (2009) Merkezi Isıtma Sistemlerinde Isınma Problemleri ve Yakıt Paylaşımı, SDU International Journal of Technologic Sciences Vol. 1, No 1, June 2009, pp. 10-17.
- Öztürk Z** (2001) Eskişehir’ de Konutsal Isıtma Sistemleri, Enerji Kullanımı ve Emisyon Kaynaklarının Mahaller Bazında Dağılımlarının Haritalandırılması, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Savaşan M** (2007) Merkezi ve bireysel ısıtma sistemlerinin termoekonomik analizi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Selalmaz Ş** (1997) Doğalgazlı ısıtma sistemleri ile diğer ısıtma sistemlerinin karşılaştırmalı analizi ve doğalgaz uygulama projeleri, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Song Z (2000) Total energy system analysis of heating. Energy, 25, s. 807-822.

Şengüllü F (1997) Isıtma Sistemlerinde Otomatik Kontrol Sistemlerinin Seçimi Ve Ekonomik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

TS 2164 (1983) Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları, Ekim.

TS 2164 (1983) Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları, Ekim.

TS 825 (1998) Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Nisan.

TS 825 (1999) Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Mecburi Standart Tebliği, Ankara.

Türkeri A (2013) Bireysel Ve Merkezi Isıtma Sistemlerinin Tanıtımı ve Karşılaştırılması, http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/b567b1729fc2633_ek.pdf, (23.02.2013).

ULAŞ (2010) Binalarda TS 825 hesap yöntemine göre ısı kaybı, yakıt tüketimi, karbondioksit emisyonu hesabı ve maliyet analizi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

ULIBTK (2007) Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 30 Mayıs-2 Haziran, Kayseri.

URL-1 (2013) <http://www.bilgiustam.com/fosil-yakitlarin-gelecegi-ve-cevresel-etkileri/> (22.05.2013).

URL-2 (2013) http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/en_tasarrufu/konut_ulas/bina_ulas.html (22.05.2013).

URL-3 (2013) <http://www.ode.com.tr/page.tr/yalitimsozluk.html> (20.05.2013).

KAYNAKLAR (devam ediyor)

URL-4 (2013)Yapılarda Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtımı Malzemeleri, http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/2d40e1e994e4df1_ek.pdf, 347 s., (23.02.2013).

URL-5 (2013) <http://tr.scribd.com/doc/110919210/ISITMA-SISTEMLERI> (31.03.2013).

URL-6 (2013) <http://tr.scribd.com/doc/110919210/ISITMA-SISTEMLERI> , (31.03.2013).

URL-7 (2013) <http://www.mecemmekanik.com/Baslik-1.html>, (31.03.2013).

URL-8 (2013) <http://turkiyevaillantservisi.com/servis-urunlerimiz/kombi-cesitleri>(19.7.2013)

URL-9 (2013) http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/tesisat/moduller/merkezi_isitma_tesisati1.pdf (30.04.2013).

URL-10 (2013) Konutlar ve Ticari Binalar İçin Merkezi Isıtma Sistemleri, <http://www.erimsever.com/MakMuh/Viessmann/Sunumlar/EgitimSunumlari/KonutlarVeTicariBinalarIcinMerkeziIsitmaSistemleri2010.pdf>, (22.02.2013).

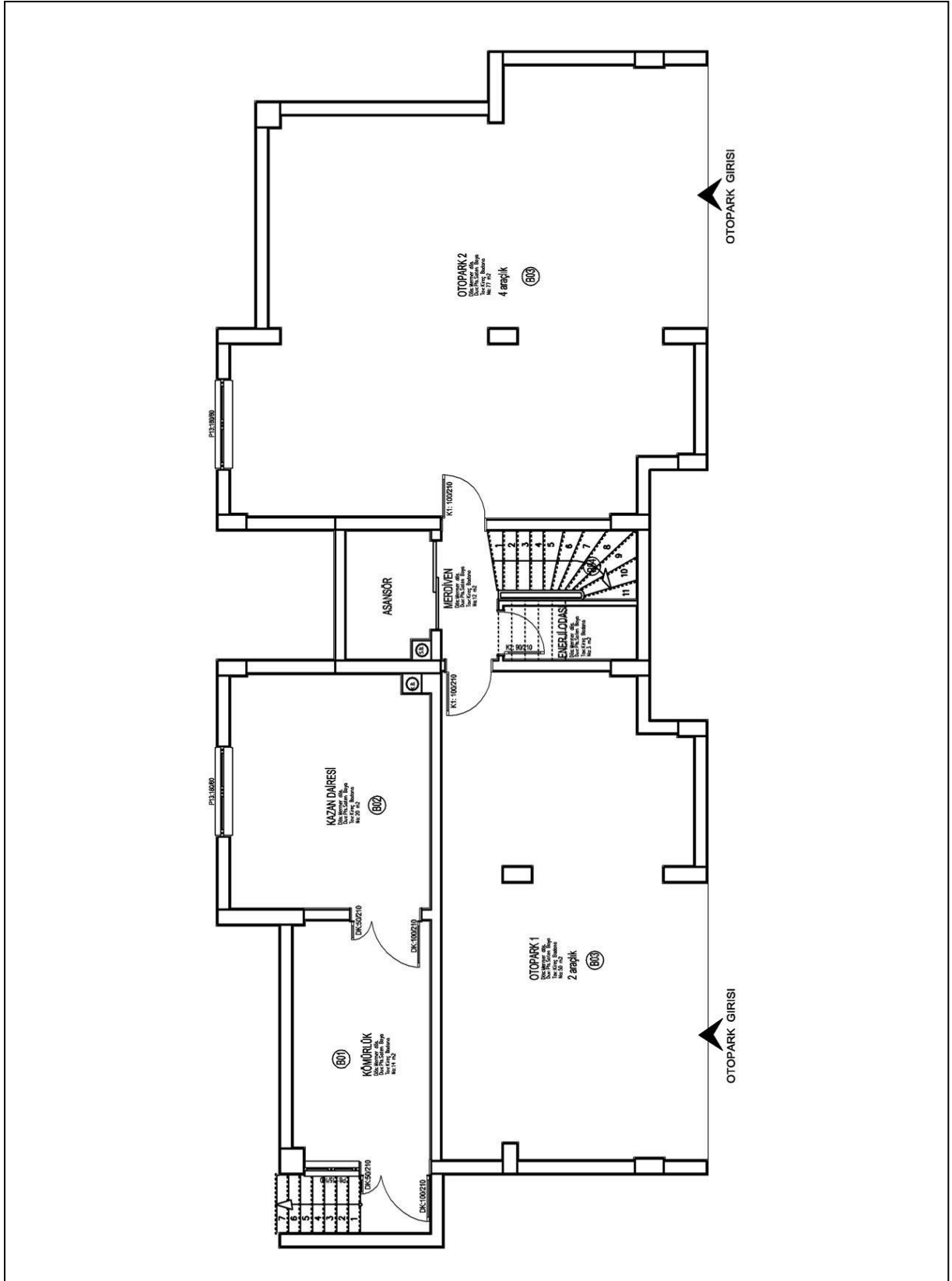
URL-11 (2013) http://www.tki.gov.tr/dosyalar/komur_nedir.pdf, (25.05.2013).

URL-12 (2013) <http://www.belgeler.com/blg/2jk5/bartin-cografi-durumu>, (26.06.2013)

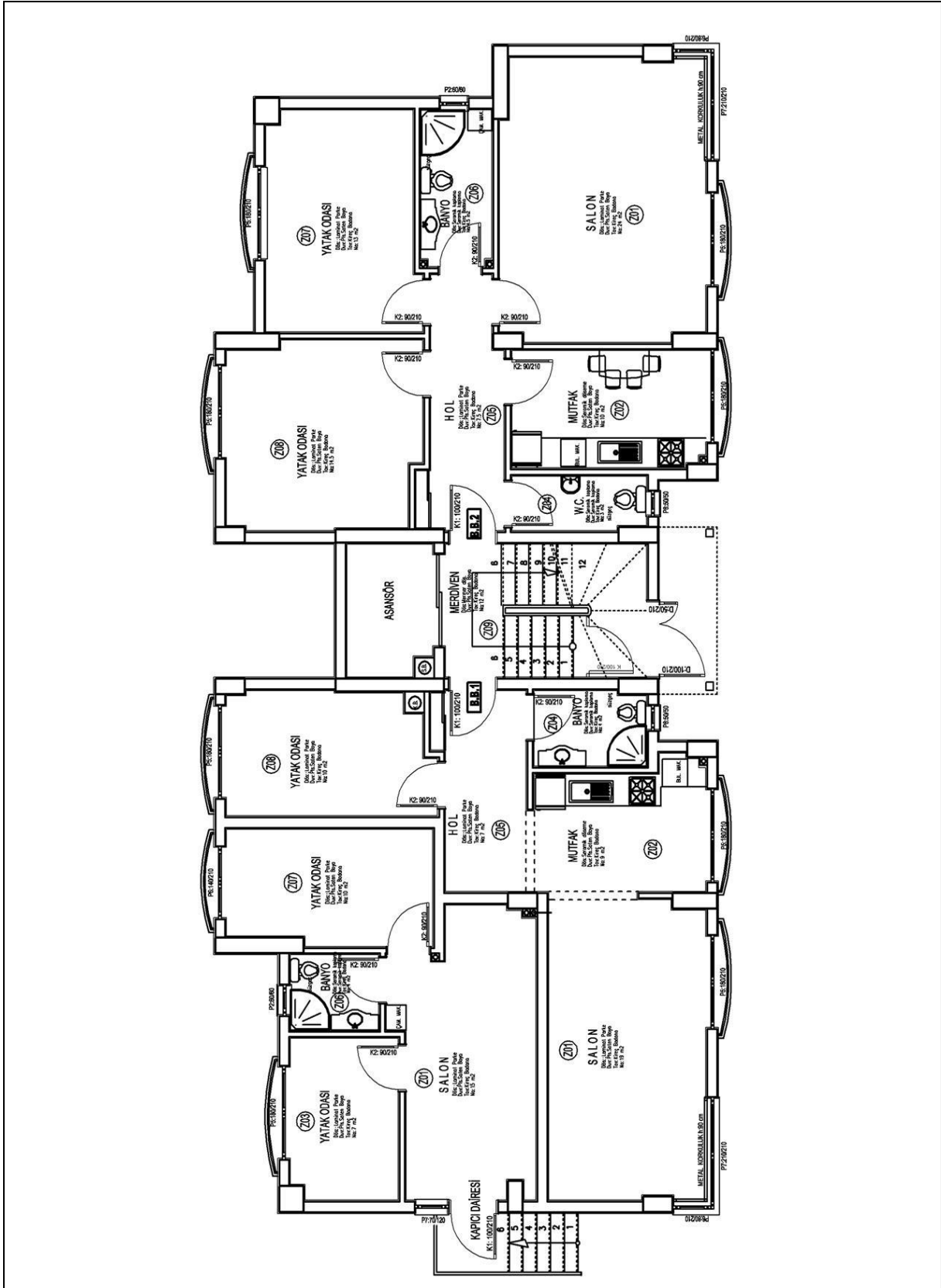
Yazıcı H, Akçay M, Özer S (2012) Sdu International Technologic Science Vol.4, No 2, November 2012 pp. 59-69.

Yılmaz B (2009) Binalarda Enerji Verimliliği ve Sürdürülebilirlik, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

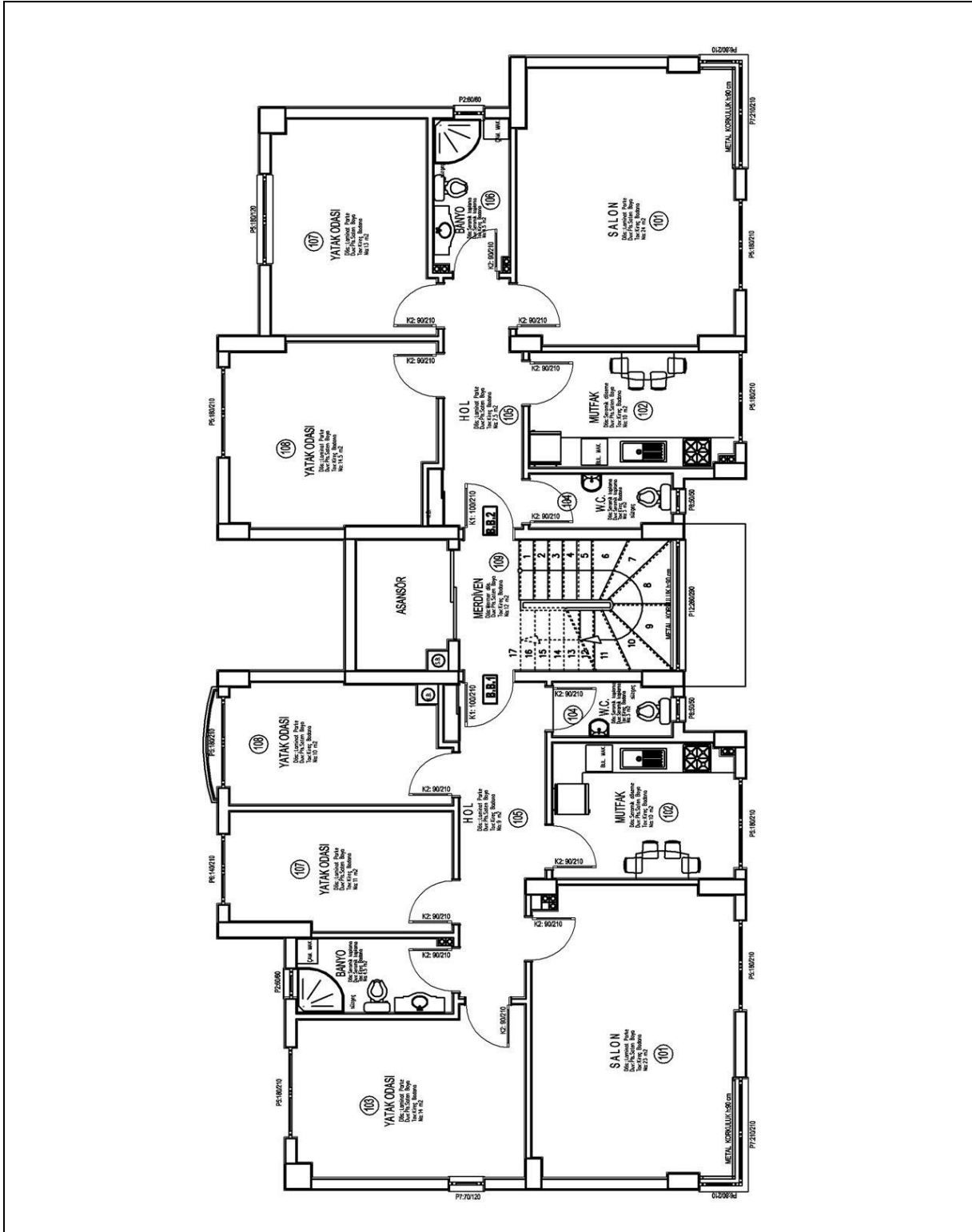
EK-1a (Tip-1 için bodrum kat planı).



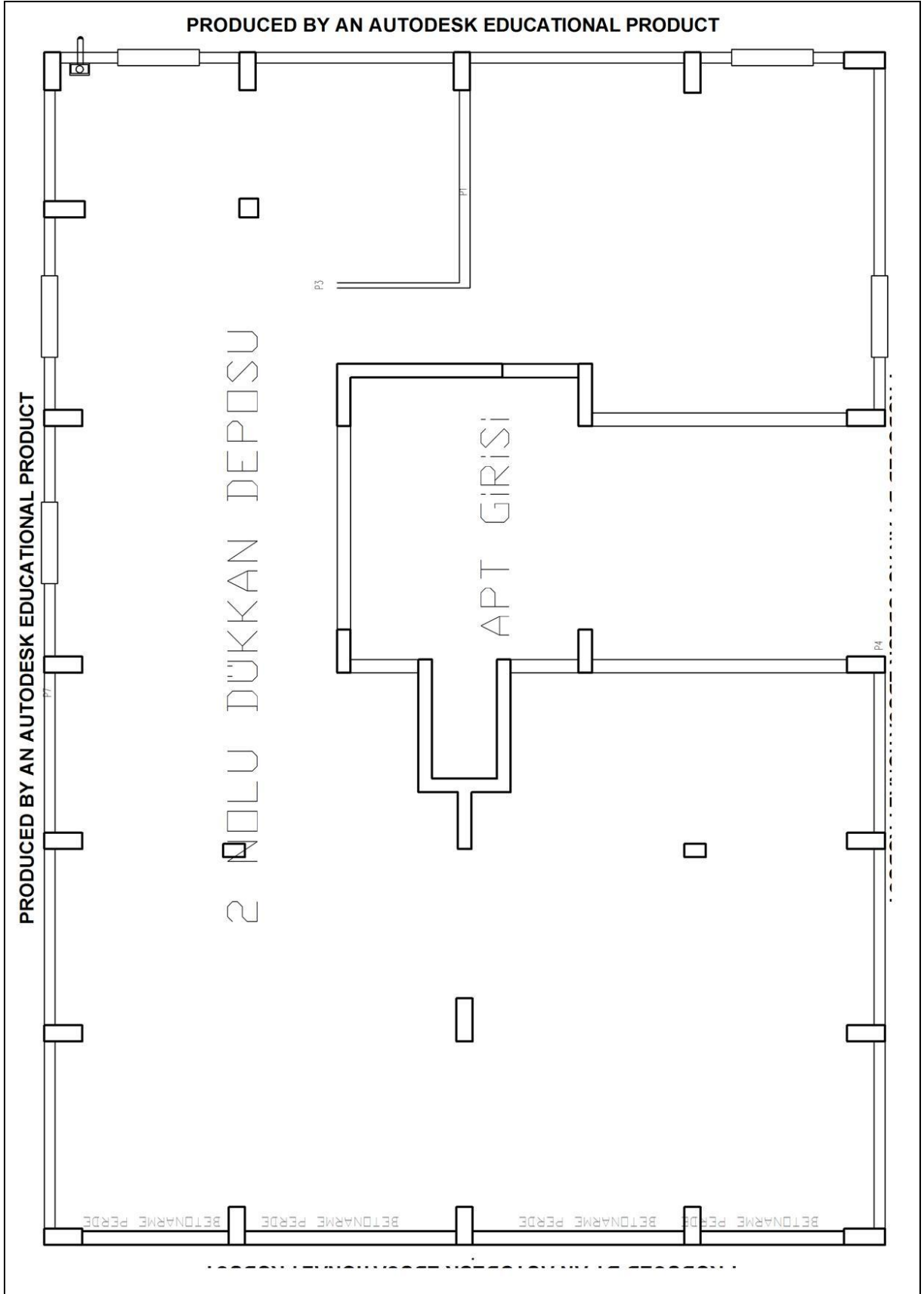
EK-1b (Tip-1 için zemin kat planı).



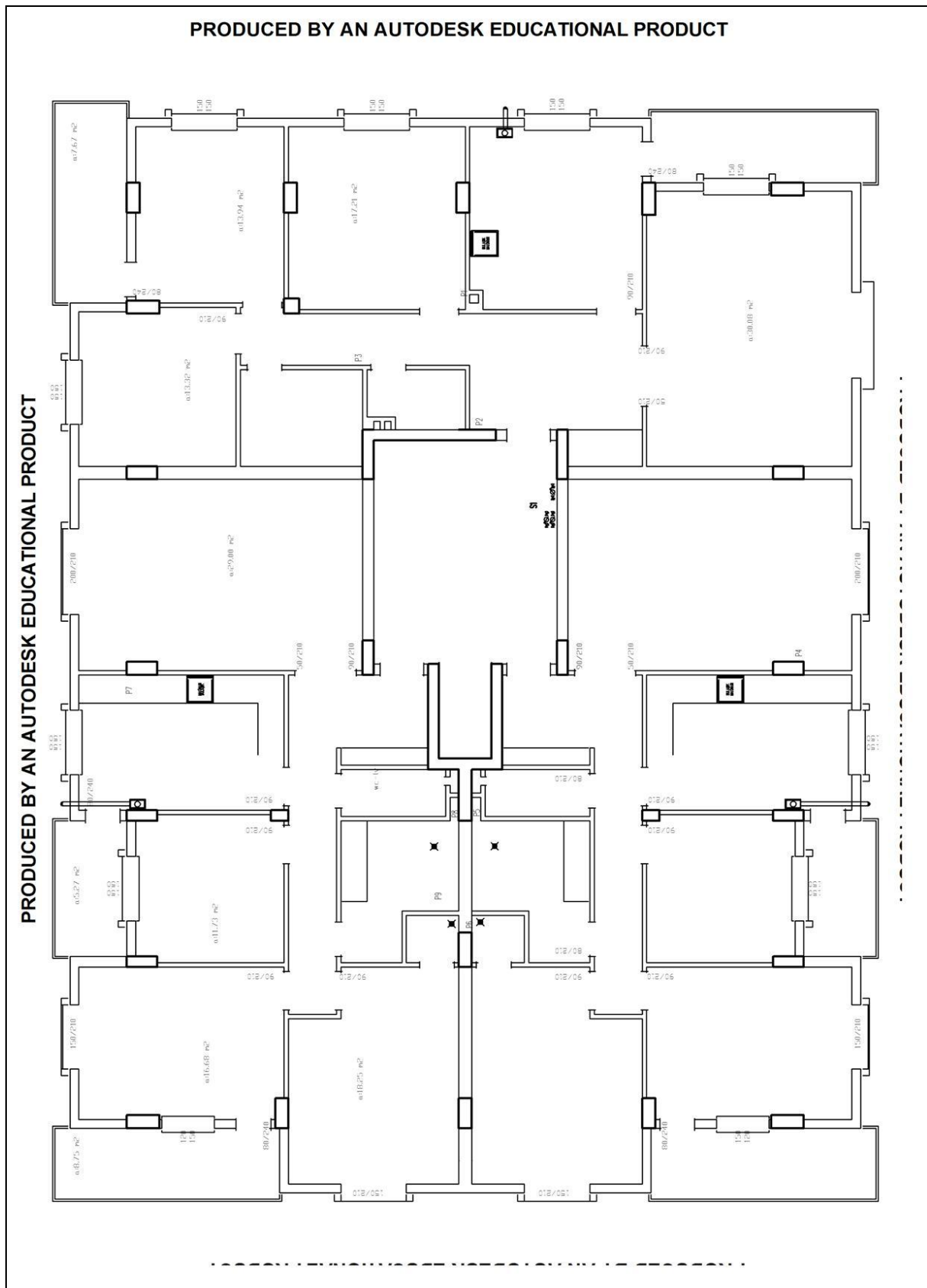
EK-1c (Tip-1 için 1,2 ve 3. normal kat planları).



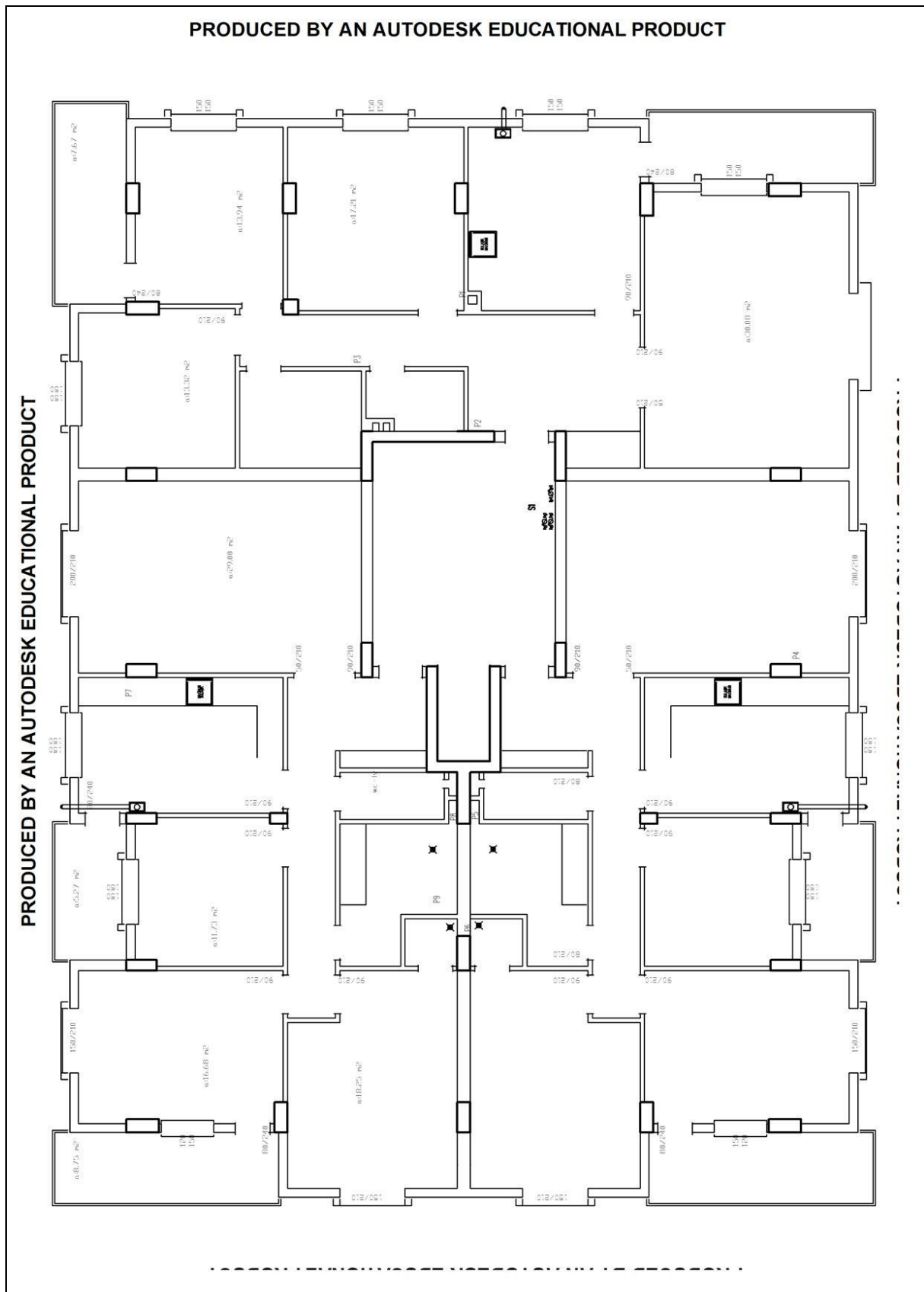
EK-Id (Tip-2 için bodrum kat planı).



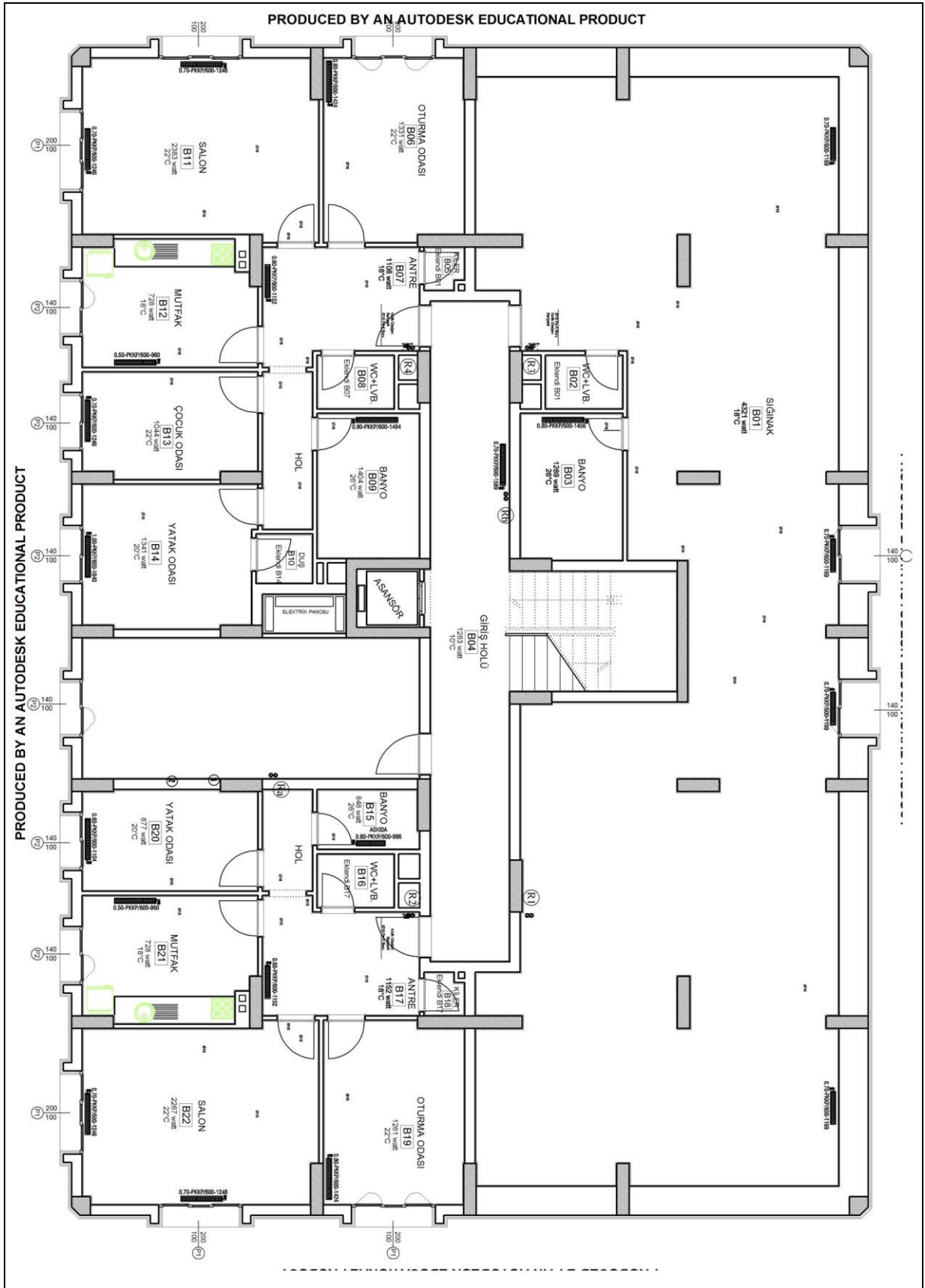
EK-Ie (Tip-2 için zemin kat planı).



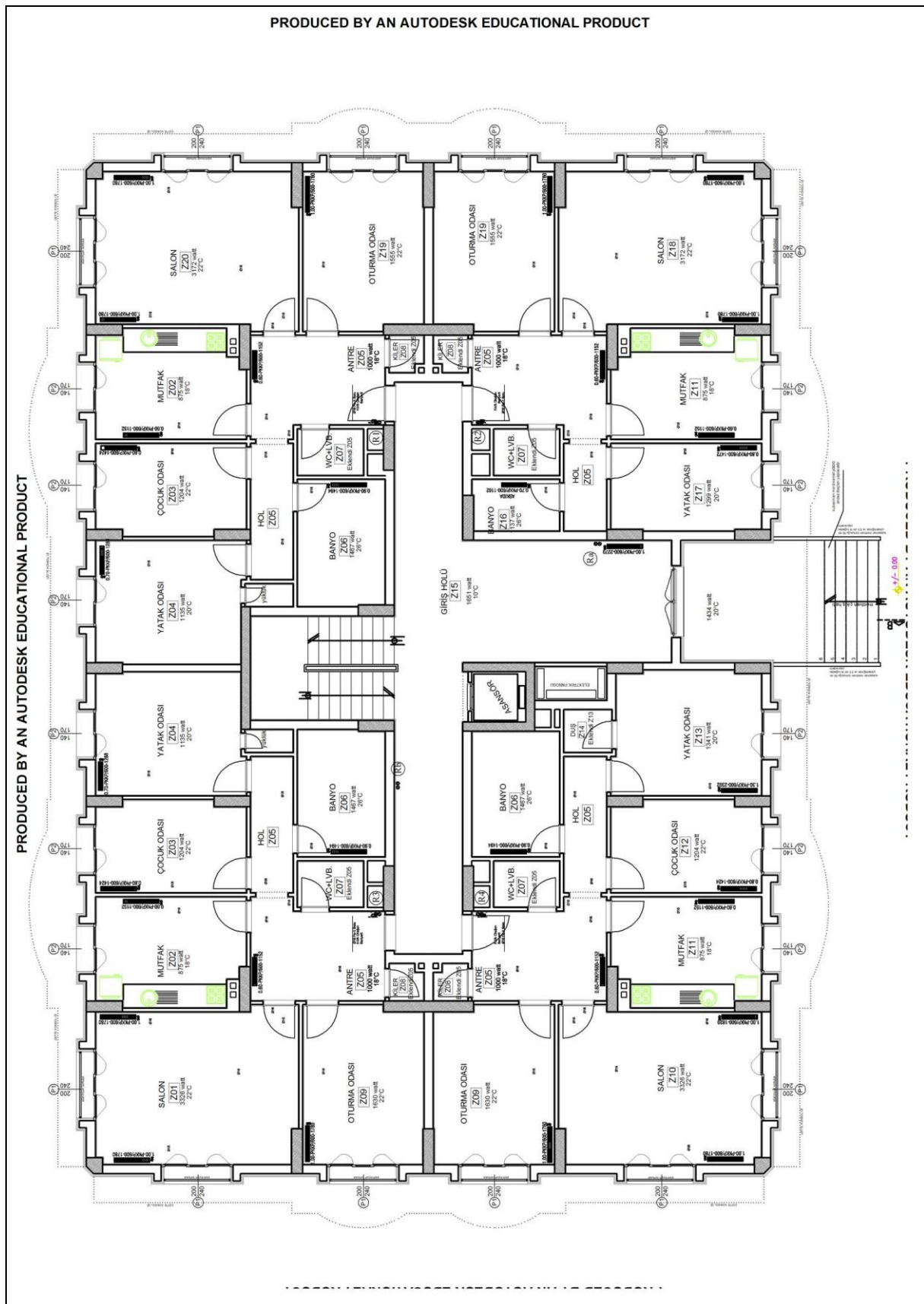
EK-If (Tip-2 için 1,2 ve 3. normal kat planları).



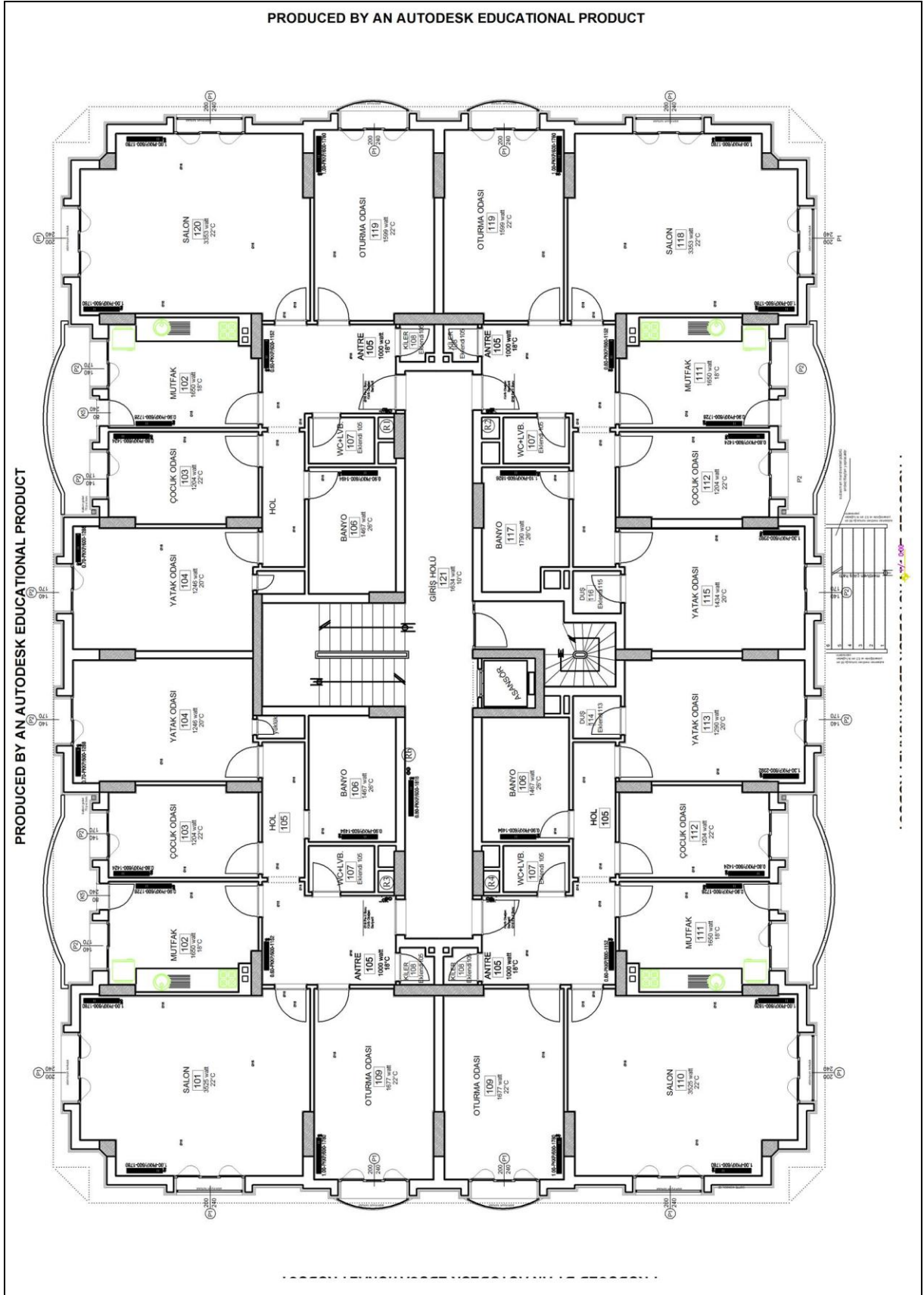
EK-Ig (Tip-3 için bodrum kat planı).



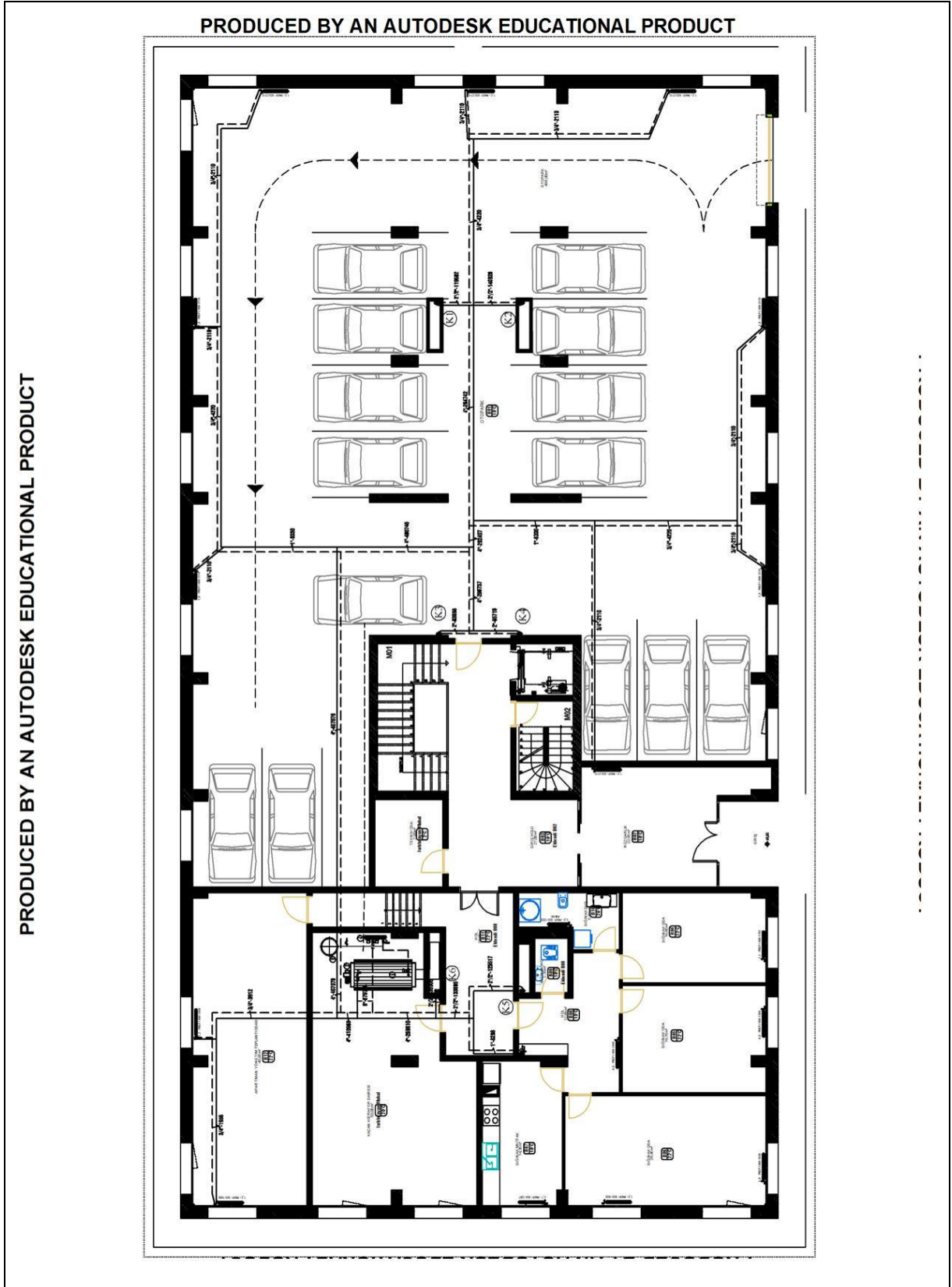
EK-Iğ (Tip-3 için zemin kat planı).



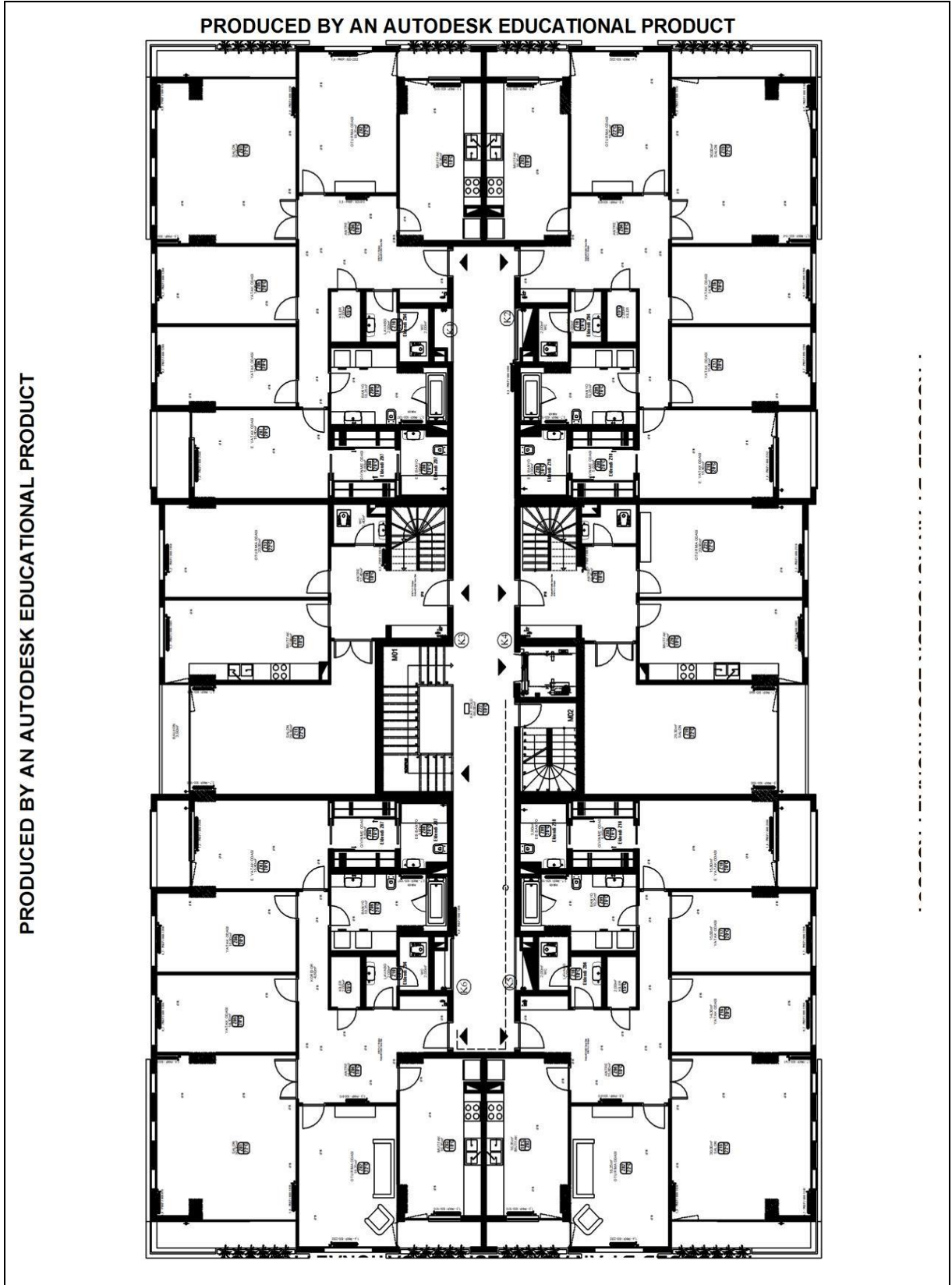
EK-1h (Tip-3 için 1, 2, 3 ve 4. normal kat planları).



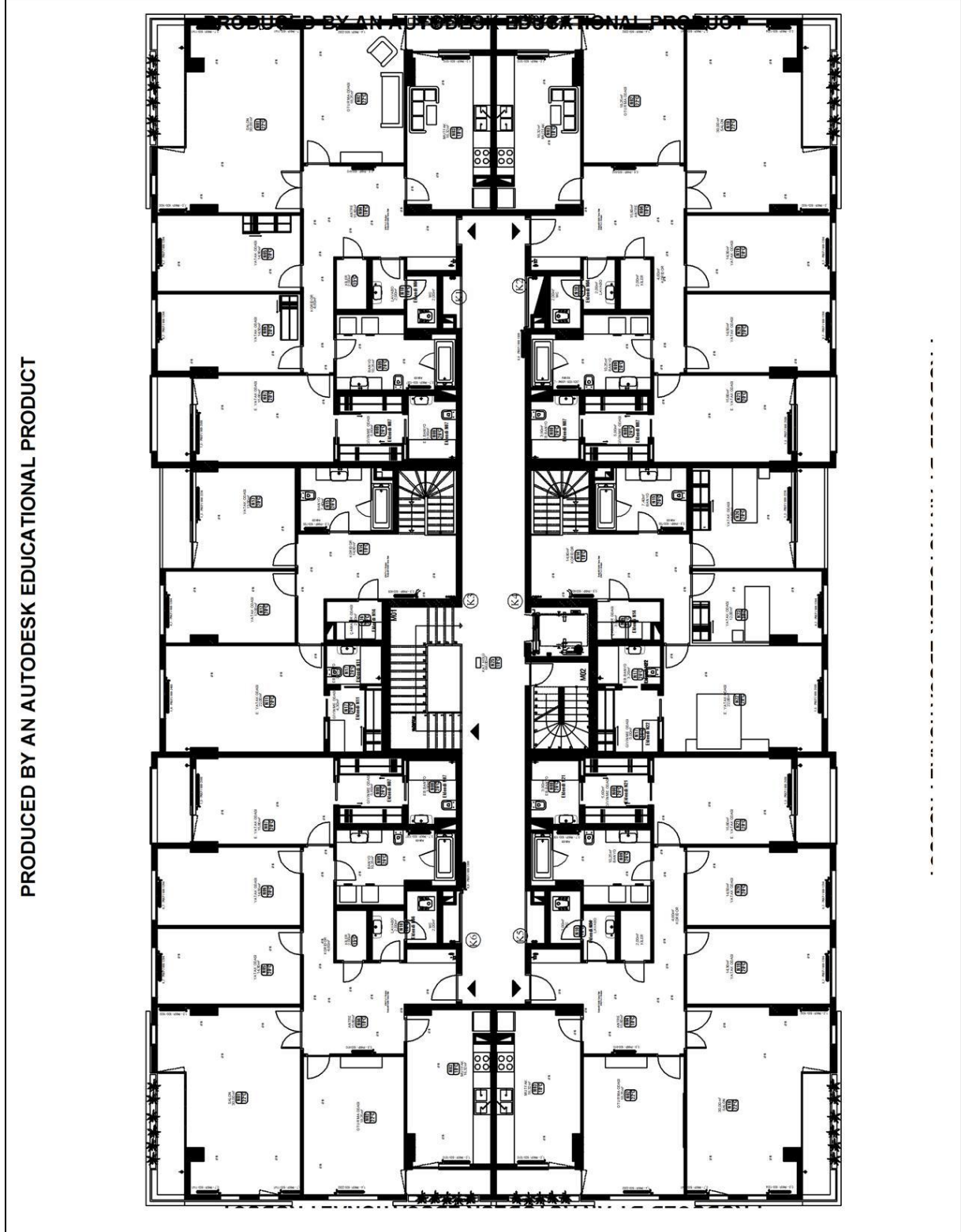
EK-11 (Tip-4 için bodrum kat planı).



EK-II (Tip-4 için zemin kat planı).



EK-Ij (Tip-4 için 1, 2, 3 ve 4. normal kat planları).



EK-IIa (Doğalgaz Merkezi Isıtma Sisteminde Maliyet Analizi).

	AÇIKLAMA	TİP			
		TİP-1	TİP-2	TİP-3	TİP-4
1	Doğalgaz abonelik bedeli	3.206,64	4.809,96	8.016,6	12.024,9
2	Güvence bedeli	2.440,00	3.660,00	6.100,00	9.150,00
3	Daire içi proje bedeli	2.600,00	1.950,00	3.250,00	2.437,5,00
4	Kazan dairesi proje bedeli	775,00	775,00	775,00	775,00
5	Tesisat bedeli	20.669,45	35.679,40	56.679,50	91.795,12
6	Tesisatın işçilik bedeli	6.480	8.310	12.750	17.310
7	Hermetik şofben	4.632	6.948	11.580	17.370
8	Doğalgaz kazanı	4.188,61	4.944,45	8.773,12	11.809,98
9	Doğalgaz brülörü	4.532,00	4.532,00	6.316,50	7.459,80
10	316 L Cr Ni paslanmaz çelik baca	1.850	2.062,56	2.750,00	3.300
11	Kapalı genleşme tankı	679,15	1.094,30	1.736,75	2.000
12	Kapalı genleşme tankı maliyeti	160,00	180,00	200,00	240,00
13	Alt-üst havalandırma maliyeti	400,00	480	600,00	750,00

EK-IIa (devam ediyor)

14	Elektrik malzeme ve maliyeti		200,00	240,00	360,00	400,00
15	Ek giderler	Tesisatın boyanması	100,00	100,00	80,00	75,00
		Elektrik tesisatı	200,00	300,00	500,00	600,00
		Menfez açımı	160,00	240,00	400,00	600,00
TOPLAM MALİYET (TL)			53.272,85	76.305,67	112.967,47	159.727,3
DAİRE BAŞINA DÜŞEN MALİYET (TL / DAİRE)			6.659,10	6.358,80	5.648,37	5.324,24

EK-IIb (Doğalgaz Bireysel Isıtma Sisteminde Maliyet Analizi).

NO	MALİYET TÜRÜ		BİNA MODELİ			
			TİP-1	TİP-2	TİP-3	TİP-4
1	Doğalgaz abonelik bedeli		3.206,64	4.809,96	8.016,6	12.024,9
2	Güvence bedeli		2.440	3.660	6.100	9.150
3	Proje bedeli	Proje bedeli	160,00	240,00	400,00	600,00
		Dosya parası	80,00	120,00	200,00	300,00
		Sigorta poliçe bedeli	72,00	104,00	168,00	248,00
		Daire içi	1.600,00	2.400,00	4.000,00	6.000,00
		Kolon tesisatı	904,00	1.243,00	1.695,00	1.977,50
5	Tesisat bedeli		16.532,75	23.896,93	40.957,23	58.511,29
6	Tesisatın işçilik bedeli		5.600,00	7.800,00	10.500,00	16.500,00
7	Hermetik kombi (24 kw)		12.458,80	18.688,20	31.147,00	46.720,50
8	Kombi baca uzatması		240,00	300,00	600,00	900,00
15	Ek giderler	Tesisatın boyanması	100,00	100,00	80,00	75,00
		Elektrik tesisatı	200,00	300,00	500,00	600,00
		Menfez açımı	160,00	240,00	400,00	600,00
TOPLAM MALİYET			43.754,19	63.902,09	104.763,83	153.607,19
DAİRE BAŞINA DÜŞEN MALİYET			5.469,27	5.325,17	5.238,19	5.120,24

EK-IIc (Kömürlü Merkezi Isıtma Sisteminde Maliyet Analizi).

	AÇIKLAMA		TİP			
			TİP-1	TİP-2	TİP-3	TİP-4
1	Katı yakıtlı kazan		5.370,00	7.776,90	10.714,28	15.857,14
2	Açık genleşme tankı		142,10	264,05	299,84	299,84
3	Açık genleşme tankı malzeme bedeli		700	700	700	700
4	Şofben plastik tesisatı	Malzeme	80,00	120,00	200,00	300,00
		İşçilik	240,00	360,00	600,00	900,00
5	Isıtma sistem maliyeti		14.536,99	21.802,43	38.227,91	55.199,24
6	Isıtma sistemi işçilik		3.600,00	4.980,00	8.000,00	13.500,00
7	Şofben		3.200,00	4.800,00	8.000,00	12.000,00
TOPLAM MALİYET			27.869,09	40.803,38	66.742,03	98.756,22
DAİRE BAŞINA DÜŞEN MALİYET			3.483,63	3.400,28	3.337,10	3.291,87

EK-IIId (Fuel-Oil Merkezi Isıtma Sisteminde Maliyet Analizi).

	AÇIKLAMA		TİP			
			TİP-1	TİP-2	TİP-3	TİP-4
1	Sıvı yakıtlı kazan		1.516,00	2.035,56	2.714,00	4.102,50
2	Sıvı yakıt tankı		9.248,00	14.160,00	18.880,00	25.889,10
3	Pot deposu		110,00	112,58	150,00	206,40
4	Brülör		936,00	877,56	1.170,00	1.209,30
5	Açık genleşme tankı		142,10	264,05	299,84	299,84
6	Açık genleşme tankı malzeme listesi		700	700	700	700
7	Şofben plastik tesisatı	Malzeme	80,00	120,00	200,00	300,00
		İşçilik	240,00	360,00	600,00	900,00
8	Isıtma sistem maliyeti		14.536,99	21.802,43	38.227,91	55.199,24
9	Isıtma sistemi işçilik		3.600,00	4.980,00	8.000,00	13.500,00
10	Şofben		3.200,00	4.800,00	8.000,00	12.000,00
TOPLAM MALİYET			34.303,09	50.212,18	78.941,75	114.306,38
DAİRE BAŞINA DÜŞEN MALİYET			4.288,64	4.184,35	3.947,09	3.810,21

EK-IIe (Kömürlü Merkezi Isıtma Sisteminden Doğalgazlı Bireysel Isıtma Sistemine
Dönüşüm Maliyet Analizi).

NO	MALİYET TÜRÜ		BİNA MODELİ			
			TİP-1	TİP-2	TİP-3	TİP-4
1	Doğalgaz abonelik bedeli		3.206,64	4.809,96	8.016,6	12.024,9
2	Güvence bedeli		2.440,00	3.660,00	6.100,00	9.150,00
3	Proje bedeli	Proje bedeli	160,00	240,00	400,00	600,00
		Dosya parası	80,00	120,00	200,00	300,00
		Sigorta poliçe bedeli	72,00	104,00	168,00	248,00
5	Tesisat bedeli		4.144,19	6.952,37	13.661,09	16.122,93
6	Tesisatın işçilik bedeli		3.200,00	4.800,00	8.000,00	12.000,00
7	Hermetik kombi (24 kw)		12.458,80	18.688,20	31.147,00	46.720,50
8	Kombi baca uzatması		240,00	300,00	600,00	900,00
15	Ek giderler	Tesisatın boyanması	100,00	100,00	80,00	75,00
		Elektrik tesisatı	200,00	300,00	500,00	600,00
		Menfez açımı	160,00	240,00	400,00	600,00
TOPLAM MALİYET			26.461,63	40.314,53	69.272,69	99.341,33
DAİRE BAŞINA DÜŞEN MALİYET			3.307,70	3.359,54	3.463,63	3.311,38

EK-III (Kömürlü Merkezi Isıtma Sisteminden Doğalgazlı Merkezi Isıtma Sistemine
Dönüşüm Maliyet Analizi).

	AÇIKLAMA	TİP			
		TİP-1	TİP-2	TİP-3	TİP-4
1	Doğalgaz abonelik bedeli	3.206,64	4.809,96	8.016,6	12.024,9
2	Güvence bedeli	2.440,00	3.660,00	6.100,00	9.150,00
3	Daire içi proje bedeli	2.600,00	1.950,00	3.250,00	2.437,50
4	Kazan dairesi proje bedeli	775,00	775,00	775,00	775,00
5	Tesisat bedeli	4.279,16	8.131,06	12.101,83	13.560,39
6	Tesisatın işçilik bedeli	3.200,00	4.800,00	8.000,00	12.000,00
7	Doğalgaz kazanı	4.188,61	4.944,45	8.773,12	11.809,98
8	Doğalgaz brülörü	4.532,00	4.532,00	6.316,50	7.459,80
9	316 L Cr Ni paslanmaz çelik baca	1.850	2.062,56	2.750,00	3.300
10	Kapalı genleşme tankı	679,15	1.094,30	1.736,75	2.000
11	Kapalı genleşme tankı maliyeti	160,00	180,00	200,00	240,00
12	Alt-üst havalandırma maliyeti	400,00	480	600,00	750,00

EK-IIİf (Devam ediyor).

13	Elektrik malzeme ve maliyeti		200,00	240,00	360,00	400,00
14	Ek giderler	Tesisatın boyanması	100,00	100,00	80,00	75,00
		Elektrik tesisatı	200,00	300,00	500,00	600,00
		Menfez açımı	160,00	240,00	400,00	600,00
TOPLAM MALİYET (TL)			28.970,56	38.299,33	59.959,80	77.182,57
DAİRE BAŞINA DÜŞEN MALİYET (TL / DAİRE)			3.621,32	3.191,61	2.997,99	2.572,75

ÖZGEÇMİŞ

Yasemin OĞUZ 1984’ da Bartın’ da doğdu. İlk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı. Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi’ nden mezun olduktan sonra 2003’ de Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü’ ne girdi. 2009’ da mezun olduktan sonra Giresun Üniversitesi Makine Bölümü’ nde öğretim görevlisi olarak göreve başladı.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Giresun Üniversitesi, Şebinkarahisar Teknik Bilimler
Meslek Yüksek Okulu
28000 GİRESUN

Tel : (378) 228 15 94

Cep Tel : (543) 347 79 62

E-posta : yasemin.oguz@giresun.edu.tr

