

**T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MODERN BİNALARDA UYGULANAN ISI YALITIM  
TEKNİKLERİNİN İNCELENMESİNDE SERDİVAN  
AVM ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Hakan ÇAĞLAR**

**Enstitü Anabilim Dalı : YAPI EĞİTİMİ**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet Celal APAY**

**Mayıs 2011**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MODERN BİNALARDA UYGULANAN ISI YALITIM  
TEKNİKLERİNİN İNCELENMESİNDE SERDİVAN  
AVM ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Hakan ÇAĞLAR**

**Enstitü Anabilim Dalı : YAPI EĞİTİMİ**

**Bu tez 02/ 05 /2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.**

**Prof. Dr. Ahmet Celal**

**APAY**

**Jüri Başkanı**

**Doç. Dr. Mehmet**

**SARIBIYIK**

**Üye**

**Doç. Dr. Kenan GENEL**

**Üye**

## **TEŞEKKÜR**

Yapmış olduğum bu Y¼ksek Lisans Tez çalıőmamda bilgi, tecr¼be ve yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Ahmet Celal APAY' a,Araőtırma g¼revlisi Tahir AKG¼L'e eğitim hayatımın baőlangıcından bu yana emeği geçen b¼t¼n değerli hocalarıma ve hayatım boyunca her t¼rl¼ fedakarlıkta bulunan sevgili aileme teőekk¼r ediyorum.

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xii
TABLOLAR LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY .....	xviii

### BÖLÜM 1.

GİRİŞ .....	1
1.1. Yalıtım.....	2
1.2. Yalıtımın Amacı ve Faydaları .....	4
1.3.1. Isı yalıtımı .....	5
1.3.2. Su yalıtımı.....	6
1.3.3. Ses yalıtımı .....	7
1.3.4. Yangın yalıtımı .....	8

### BÖLÜM 2.

ISI YALITIMINA GENEL BAKIŞ.....	9
2.1. Isı Yalıtımının Önemi ve Faydaları.....	10
2.1.1. Isı yalıtımı enerji tüketimini azaltır .....	10
2.1.2. Isı yalıtımı çevrenin korunmasına katkı sağlar .....	11
2.1.3. Isı yalıtımı ısı konfor sağlar .....	13
2.1.4. Isı yalıtımı sağlıklı yaşam sunar .....	16
2.2. Isı Yalıtımının Gelişimi.....	17
2.2.1. Isı yalıtımının Dünya'daki gelişimi .....	17
2.2.2. Isı yalıtımının Türkiye'deki gelişimi .....	18



2.3. Isı Yalıtımı Hesaplarında Kullanılan Bazı Tanımlar .....	20
2.3.1. Isı iletim katsayısı .....	20
2.3.2. Isı iletim direnci .....	20
2.3.3. Taşınım katsayısı .....	20
2.3.4. Taşınım direnci .....	20
2.3.5. Toplam ısı transfer katsayısı .....	21
2.3.6. Isıl geçirgenlik .....	21
2.3.7. Isıl geçirgenlik direnci veya ısı yalıtımı .....	21
2.3.8. Şekil faktörü.....	22
2.3.10. Işınım sabiti.....	22
2.3.11. Buhar basıncı .....	22
2.3.12. Bağlı (İzafi) nem .....	22
2.3.13. Mutlak nem .....	23
2.3.14. Özgül nem.....	23
2.3.15. Çiğ noktası .....	23
2.3.16. Buhar kesiciler .....	23
2.3.17. Diffüzyon direnci .....	24
2.3.18. Kısmi diffüzyon direnci .....	24
2.3.19. İzafi diffüzyon direnci .....	24
2.3.20. Terleme .....	24
2.3.21. Yoğuşma .....	25
2.4. Isı Yalıtımı İle İlgili Yönetmelikler.....	25
2.4.1. Yapıda ısı tesirlerinden korunma adlı yönetmelik.....	25
2.4.2. 1972 tarihli yönetmelik.....	25
2.4.3. Isıtma ve buhar tesirlerinin yakıt tüketiminde ekonomi sağlanması ve hava kirliliğinin azaltılması adlı yönetmelik .....	26
2.4.4. TS 825.....	26
2.4.4.1. TS 825'in amacı .....	27
2.4.4.2. TS 825'in genel açıklamaları .....	27
2.4.4.3. TS 825'in getirdiği yenilikler.....	29

## BÖLÜM 3.

ISI YALITIM MALZEMELERİ .....	31
3.1. Isı Yalıtım Malzemelerinin Tanımı .....	31
3.2. Isı Yalıtım Malzemelerinin Genel Yapısı.....	32
3.2.1. Fiziksel şekilleri .....	32
3.2.2. Isı yalıtım malzemelerinin iç yapısı .....	33
3.2.2.1. Taneli olanlar .....	33
3.2.2.2. Lifli olanlar.....	34
3.2.2.3. Hücreli olanlar.....	34
3.2.2.4. Relektif olanlar.....	34
3.2.2.5. Son grup malzemeler.....	34
3.3. Isı Yalıtım malzemelerinden istenilen özellikler.....	34
3.3.1. Su ve nemden etkilenmezlik .....	35
3.3.2. Yanmazlık ve alev geçirmezlik.....	35
3.3.3. Basınç mukavemeti.....	35
3.3.4. Çekme mukavemeti .....	36
3.3.5. Buhar difüzyon direnci .....	36
3.3.6. Birim hacim ağırlıkları.....	36
3.3.7. Isı tutuculuk .....	37
3.3.8. Boyutsal kararlılık.....	37
3.3.9. İşlenebilirlik .....	37
3.3.10. Kimyasal etkenlere dayanıklılık .....	37
3.3.11. Sıva tutuculuk .....	37
3.3.12. Kokusuzluk .....	38
3.3.13. İnsan sağlığına ve çevreye zararlı olmaması .....	38
3.3.14. Uzun ömürlü olması.....	38
3.3.15. Parazitleri barındırmama ve parazitlere karşı dayanıklılık .....	38
3.3.16. Ekonomiklik.....	38
3.4. Türkiye’ de Üretilen Yalıtım Malzemeleri.....	39
3.4.1. Cam yünü .....	39
3.4.2. Taş yünü.....	41
3.4.3. Expande polistiren (EPS).....	42
3.4.4. Extrude polistiren (XPS).....	44

3.4.5. Poliüretan köpük (PUR).....	46
3.4.6. Cam köpüğü .....	46
3.4.7. Fenol köpüğü .....	47
3.4.8. Polietilen köpük .....	47
3.4.9. Mantar levhalar .....	48
3.4.10. Ahşap lifli levhalar.....	49
3.4.11. Genleştirilmiş perlit (EPB) .....	49
3.4.12. Genleştirilmiş mantar (ICB) .....	49
3.5. İthal Edilen Bazı Yalıtım Malzemeleri.....	50
3.5.1. Seramik yünü .....	50
3.5.2. Melamin köpüğü .....	51
3.5.3. PVC köpük.....	51
3.5.4. Elastomerik kauçuk köpüğü.....	52

#### BÖLÜM 4.

ISI YALITIM UYGULAMALARI .....	54
4.1. Duvarlarda Isı Yalıtımı.....	54
4.1.1. Dıştan ısı yalıtımı.....	54
4.1.2. İçten ısı yalıtımı .....	56
4.1.3. Kolon, giriş ve perde duvarların ısı yalıtımı .....	58
4.1.4. Sandviç duvarların ısı yalıtımı .....	60
4.1.5. Havalandırılmalı duvarların ısı yalıtımı .....	61
4.1.6. Yalın duvarların ısı yalıtımı .....	62
4.1.7. Toprak temaslı temel duvarlarda ısı yalıtımı .....	62
4.2. Döşemelerde Isı Yalıtımı.....	64
4.2.1. Zemine oturan döşemelerde ısı yalıtımı.....	64
4.2.2. Ara kat döşemelerde ısı yalıtımı .....	66
4.2.3. Açık geçit üzeri döşemelerde ısı yalıtımı .....	67
4.3. Çatılarda Isı Yalıtımı .....	68
4.3.1. Soğuk çatılar .....	68
4.3.1.1. Çatı arası kullanılan kırma çatılar .....	68
4.3.1.2. Çatı arası kullanılmayan eğimli ahşap çatılar .....	69
4.3.1.3. Eğimli betonarme çatılar .....	69

4.3.1.4. Havalandırmasız eğimli betonarme çatılar.....	70
4.3.1.5. Havalandırılmalı eğimli ahşap çatılar.....	70
4.3.2. Sıcak çatılar.....	72
4.3.2.1. Çakıl örtülü, üzerinde gezinilmeyen çatılar .....	73
4.3.2.2. Yeşil çatılar .....	74
4.3.2.3. Ters çatılar.....	74
4.3.2.4. Çok amaçlı çatılar .....	75

## BÖLÜM 5.

### ÖRNEK ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİNİN ISI YALITIM AÇISINDAN TEKNİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ .....

5.1. Örnek Alışveriş Merkezi Projesinin Yalıtımsız Durumda Özgül Isı Kaybı ve Yıllık Enerji İhtiyacının Bulunması .....	81
5.2. Örnek Alışveriş Merkezi Projesi İçin Alternatif Isı Yalıtım Sistemleri .....	82
5.2.1. Ekspande polistren ile ısı yalıtım sistemi ve maliyeti.....	83
5.2.1.1.Çatı ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği .....	86
5.2.1.2.Dış havaya açık duvar ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği .....	90
5.2.1.3.Toprağa temas eden duvar ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği .....	94
5.2.1.4.Taban ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği .....	98
5.2.2. Ekstrüde polistren ile ısı yalıtım sistemi ve maliyeti .....	102
5.2.2.1.Çatı ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği .....	104
5.2.2.2.Dış havaya açık duvar ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği .....	108
5.2.2.3.Toprağa temas eden duvar ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği .....	112
5.2.2.4.Taban ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği .....	116
5.2.3. Taş yünü ile duvarlarda ısı yalıtım sistemi ve maliyeti .....	120
5.2.3.1.Çatı ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği .....	122
5.2.3.2.Dış havaya açık duvar ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği .....	126

5.2.3.3.Toprağa temas eden duvar ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği .....	130
5.2.3.4.Taban ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği .....	134
5.2.4. Alternatif sistemlerde ısı yalıtım malzeme kalınlıklarının değiştirilmesi sonucu elde edilen değerlerin tablosal ve grafiksel ifade edilmesi.....	138
5.2.5. Alternatif sistemlerde ısı yalıtım maliyetinin tüketecek enerji açısından amorti sürelerinin hesabı.....	151

## BÖLÜM 6.

SONUÇLAR .....	159
KAYNAKLAR .....	168
EKLER.....	170
ÖZGEÇMİŞ .....	213

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	: Isı kaybeden yüzey alanı (m <sup>2</sup> )
An	:Bina Kullanım Alanı
Atop	:Binanın Isı Kaybeden Yüzeylerinin Toplam Alanı
$\lambda$	: Isı iletkenlik katsayısı (W/mK)
$\mu$	: Su buharı direnç faktörü
q	: Isı akısı, birim alandan geçen ısı(W/m <sup>2</sup> )
Q	: İletimle geçen ısı (W)
H	: Binanın özgül ısı kaybı (W/K)
Ti, Td	: Aylık ortalama iç/dış sıcaklık
f i,ay	: Aylık ortalama iç ısı kazancı (W)
f g,ay	: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı (W)
hay	: Kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü
Qay	: Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Joule)
Qyıl	: Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Joule)
U	: Isıl geçirgenlik katsayısı (W/m <sup>2</sup> K)
Sd	: Su buharı difüzyonu es değer hava tabakası kalınlığı (m)
d/ $\lambda$	: Yüzeysel ısı iletim direnci
1/ $\alpha_i$	: İç yüzey ısıl iletim direnci (m <sup>2</sup> K/W)
1/ $\alpha_d$	: Dış yüzey ısıl iletim direnci (m <sup>2</sup> K/W)
t1 , t2	: Yapı elemanları yüzey sıcaklıkları
$\alpha_i$ , $\alpha_d$	: İç dış yüzey ısı tasınım katsayısı (W/m <sup>2</sup> K)
Ps	: T sıcaklığındaki, doymuş su buharı basıncı (Pa)
Pd	: Yapı bileşeninin dış yüzeyiyle temas halinde olan havanın su buharı kısmi basıncı (Pa)
Pi	: Yapı bileşeninin oda içindeki yüzeyiyle temas halinde olan havanın su buharı kısmi basıncı (Pa)

$P_{sw}$	: Doymuş su buharı basıncı (Pa)
$R$	: Isıl geçirgenlik
$t_T$	: Yoğuşma dönemi periyodu (h)
$t_V$	: Buharlaştırma dönemi periyodu (h)
$V_{brüt}$	: Binanın Brüt Hacmi
$W_T$	: Yoğuşma suyunun kütlesi ( $kg/m^2$ )
$W_V$	: Buharlaştırma suyunun kütlesi ( $kg/m^2$ )
$\phi_I$	: Binanın İç Isı Kazançları
$\phi_g$	: Güneş Enerjisi Kazançları
$\eta$	: Isı Kazancı Kullanım Faktörü
$F$	: Şekil Faktörü
$\Sigma \epsilon$	: Işınım sabiti
$R_d$	: Su buharının gaz sabiti
$D$	: Su buharının hava içindeki kütle yayılım katsayısı
$T$	: Malzeme tabakasının ortalama sıcaklığı
BDS1a	: Bodrum duvarı sistem 1a
BDS1b	: Bodrum duvarı sistem 1b
BDS1c	: Bodrum duvarı sistem 1c
BDS2a	: Bodrum duvarı sistem 2a
BDS2b	: Bodrum duvarı sistem 2b
BDS2c	: Bodrum duvarı sistem 2c
BDS3a	: Bodrum duvarı sistem 3a
BDS3b	: Bodrum duvarı sistem 3b
BDS3c	: Bodrum duvarı sistem 3c
BTS1a	: Bodrum tabanı sistem 1a
BTS1b	: Bodrum tabanı sistem 1b
BTS1c	: Bodrum tabanı sistem 1c

BTS2a	: Bodrum tabanı sistem 2a
BTS2b	: Bodrum tabanı sistem 2b
BTS2c	: Bodrum tabanı sistem 2c
BTS3a	: Bodrum tabanı sistem 3a
BTS3b	: Bodrum tabanı sistem 3b
BTS3c	: Bodrum tabanı sistem 3c
DS1a	: Duvar sistemi 1a
DS1b	: Duvar sistemi 1b
DS1c	: Duvar sistemi 1c
DS2a	: Duvar sistemi 2a
DS2b	: Duvar sistemi 2b
DS2c	: Duvar sistemi 2c
DS3a	: Duvar sistemi 3a
DS3b	: Duvar sistemi 3b
DS3c	: Duvar sistemi 3c
CS1a	: Çatı sistemi 1a
CS1b	: Çatı sistemi 1b
CS1c	: Çatı sistemi 1c
CS2a	: Çatı sistemi 2a
CS2b	: Çatı sistemi 2b
CS2c	: Çatı sistemi 2c
CS3a	: Çatı sistemi 3a
CS3b	: Çatı sistemi 3b
CS3c	: Çatı sistemi 3c



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Yapılarda Yalıtım.....	3
Şekil 1.2. Yaz ve kış aylarında yapıda hasara neden olabilecek doğa olayları ve yerleri.....	7
Şekil 2.1. Konutlarda çıkan yıl bazında toplam CO2 emisyonları.....	12
Şekil 2.2. İç Ortam Sıcaklığı ve Ortamın Bağıl Nemine Bağlı Olarak Konfor Bölgesi .....	14
Şekil 2.3. Gün Boyunca Güneş Işınımına Maruz Kalan Duvar Yapısı Ve Sınır Şartları .....	14
Şekil 2.4. Farklı Dış Duvar Sıcaklıkları İçin Yalıtımsız Duvardaki İç Duvar Sıcaklıklarının Zamanla Değişimi (Ti=40 °C).....	15
Şekil 2.5. Farklı Dış Duvar Sıcaklıkları İçin Yalıtımlı Duvardaki İç Duvar Sıcaklıklarının Zamanla Değişimi (Ti=40 °C).....	16
Şekil 3.1. Şilte Halinde Cam Yünü .....	39
Şekil 3.2. Levhalar Halinde Üretilmiş Ürünler .....	44
Şekil 3.3. Polietilen Köpük gibi üstün özellikleri ve mekanik özellikleri ile özellikle yalıtım alanında aranan bir üründür .....	48
Şekil 3.4. Seramik Yünü .....	50
Şekil 3.5. Melamin Köpüğü Blokları .....	51
Şekil 3.6. Levha Halinde Üretilmiş PVC Köpüğü .....	52
Şekil 3.7. Levha Halinde Üretilmiş Elastomerik Kauçuk Köpüğü DIN .....	53
Şekil 4.1. Dıştan Yalıtımlı Duvar .....	55
Şekil 4.2. Dıştan Yalıtılmış Bir Duvarın Yalıtım Detaylarının Perspektif Görünümü.....	56
Şekil 4.3. Dış Duvarların İçten Yalıtımı .....	57
Şekil 4.4. İçten Yalıtılmış Bir Dış Duvarın Yalıtımına Ait Perspektif .....	58
Şekil 4.5. Kolon ve Beton Perde Duvarların Yalıtımı .....	59
Şekil 4.6. Sandviç Duvarların Yalıtımı .....	60
Şekil 4.7. Havalandırılmalı Duvarların Yalıtımı .....	61

Şekil 4.8. Yalın Duvarların Yalıtım Detayı .....	62
Şekil 4.9. Toprak Temaslı Temel Duvarlarında Isı Yalıtımı .....	63
Şekil 4.10. Toprak Temaslı Temel Duvarların Yalıtım Perspektifi .....	64
Şekil 4.11. Toprağa Oturan Döşemelerde Isı Yalıtım Uygulaması .....	65
Şekil 4.12. Ara Kat Döşemelerde Isı Yalıtım Uygulaması .....	67
Şekil 4.17. Yatay hava bacası ısı yalıtımı. ....	73
Şekil 4.18. Dikey hava bacası ısı yalıtımı.....	73
Şekil 4.19. Betonarme Teras Çatılarda Sıcak Çatı Detayı .....	73
Şekil 4.20. Betonarme ve/veya Metal Konstrüksiyon Çatılarda Ters Çatı Detayı....	75
Şekil 4.21. Isı Yalıtımında Süreklilik Sağlanması .....	76
Şekil 5.1. Serdivan AVM İç Görünüş .....	77
Şekil 5.2. Örnek Alışveriş Proje Alt Zemin Kat .....	79
Şekil 5.3. Örnek Alışveriş Proje Zemin Kat .....	79
Şekil 5.4. Örnek Alışveriş Proje 1.Kat Planı.....	80
Şekil 5.5. Örnek Alışveriş Proje 2.Kat Planı.....	80
Şekil 5.6. Çatı Kalınlığı Değişikliği Sonucu Maliyet Karşılaştırması .....	140
Şekil 5.7. Çatı Kalınlığı Değişikliği Sonucu Isı Kaybı Karşılaştırması.....	140
Şekil 5.8. Çatı Kalınlığı Değişikliği Sonucu Yıllık Tüketeceği Enerji Karşılaştırması .....	141
Şekil 5.9. Dış Havaya Açık Duvar Kalınlığı Değişikliği Sonucu Maliyet Karşılaştırması.....	143
Şekil 5.10. Dış Havaya Açık Duvar Kalınlığı Değişikliği Sonucu Isı Kaybı Karşılaştırması.....	143
Şekil 5.11. Dış Havaya Açık Duvar Kalınlığı Değişikliği Sonucu Toplam Tüketeceği Enerji Karşılaştırması .....	144
Şekil 5.12. Toprağa Temas Eden Taban Kalınlığı Değişikliği Sonucu Maliyet Karşılaştırması.....	146
Şekil 5.13. Toprağa Temas Eden Taban Kalınlığı Değişikliği Sonucu Toplam Isı Kaybı Karşılaştırması .....	146
Şekil 5.14. Toprağa Temas Eden Taban Kalınlığı Değişikliği Sonucu Toplam Tüketeceği Enerji Karşılaştırması .....	147
Şekil 5.15. Toprağa Temas Eden Duvar Kalınlığı Değişikliği Sonucu Maliyet Karşılaştırması.....	149

Şekil 5.16. Toprağa Temas Eden Duvar Kalınlığı Değişikliği Sonucu Toplam Isı Kaybı Karşılaştırması .....	149
Şekil 5.17. Toprağa Temas Eden Duvar Kalınlığı Değişikliği Sonucu Toplam Tüketeceği Enerji Karşılaştırması .....	150
Şekil 6.1. Alternatif Isı Yalıtım Sistem Maliyetleri Grafiği.....	161
Şekil 6.2. Alternatif Isı Yalıtım Sistem Enerji Tüketim Grafiği.....	161
Şekil 6.3. Alternatif Isı Yalıtım Sistem Isı Kayıpları Grafiği.....	161
Şekil 6.4. Alternatif Isı Yalıtım Sistem Amorti Süreleri Grafiği.....	162
Şekil 6.5. Enerji Tüketimi - Maliyet Etkenlerinin Karşılaştırılması.....	164
Şekil 6.6. Isı Kaybı - Enerji Tüketimi Etkenlerinin Karşılaştırılması.....	164
Şekil 6.7. Maliyet - Isı Kaybı Etkenlerinin Karşılaştırılması.....	165
Şekil 6.8. Enerji Tüketimi - Amorti Süresi Etkenlerinin Karşılaştırılması.....	166
Şekil 6.9. Amorti Süresi - Isı Kaybı Etkenlerinin Karşılaştırılması.....	166
Şekil 6.10. Amorti Süresi - Maliyet Etkenlerinin Karşılaştırılması.....	167

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. İç Ortam İle İç Yüzey Sıcaklıkları Arasındaki Sıcaklık Farklarının Konfora Etkisi .....	13
Tablo 2.2. Kişi Basına Düsen Enerji Yalıtım Malzemesi.....	19
Tablo 3.1. Yalıtımda Kullanılan Malzemelerin Şekillerine Göre Genel Uygunluğu..	33
Tablo 3.2. Cam Yününün Fiziksel Özellikleri.....	40
Tablo 3.3. Camyününün Üretim Aşamasında Kullanılan Metotlara Göre Aldığı Özellikler	40
Tablo 3.4. Taş Yününün Fiziksel Özellikleri .....	41
Tablo 3.5. EPS'nin Fiziksel Özellikleri.....	43
Tablo 3.6. XPS'nin Fiziksel Özellikleri .....	45
Tablo 3.7. Poliüretanın Fiziksel Özellikleri.....	46
Tablo 3.8. Rulo Tipindeki, 160 kg / m <sup>3</sup> Yoğunluğundaki Seramik Yününün Sıcaklığa Bağlı Olarak Isı İletim Katsayısının Değişimi .....	50
Tablo 3.9. PVC'nin Sıcaklığa Bağlı Isıl İletkenlik Değerleri.....	52
Tablo 3.10. Isı Yalıtım Malzemelerinin Fiziksel Özellikleri.....	53
Tablo 5.1 Örnek Alışveriş Merkezi Projesinin Isı Kaybeden Alanları .....	78
Tablo 5.2. Örnek Alışveriş Merkezi Projesinde Uygulanan Isı Yalıtım Sistemlerinde Kullanılan Isı Yalıtım Malzemeleri.....	82
Tablo 5.3. Ekspande Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-1 .....	84
Tablo 5.4. Ekspande Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-2 .....	87
Tablo 5.5. Ekspande Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-3 .....	89
Tablo 5.6. Ekspande Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-4 .....	91
Tablo 5.7. Ekspande Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-5 .....	93
Tablo 5.8. Ekspande Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-6 .....	95
Tablo 5.9. Ekspande Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-7 .....	97
Tablo 5.10. Ekspande Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-8 .....	99
Tablo 5.11. Ekspande Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-9 .....	101
Tablo 5.12. Ekstrüde Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-1.....	103
Tablo 5.13. Ekstrüde Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-2.....	105
Tablo 5.14. Ekstrüde Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-3.....	107

Tablo 5.15. Ekstrüde Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-4.....	109
Tablo 5.16. Ekstrüde Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-5.....	111
Tablo 5.17. Ekstrüde Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-6.....	113
Tablo 5.18. Ekstrüde Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-7.....	115
Tablo 5.19. Ekstrüde Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-8.....	117
Tablo 5.20. Ekstrüde Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-9.....	119
Tablo 5.21. Taşyünü İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-1 .....	121
Tablo 5.22. Taşyünü İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-2 .....	123
Tablo 5.23. Taşyünü İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-3 .....	125
Tablo 5.24. Taşyünü İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-4 .....	127
Tablo 5.25. Taşyünü İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-5 .....	129
Tablo 5.26. Taşyünü İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-6 .....	131
Tablo 5.27. Taşyünü İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-7 .....	133
Tablo 5.28. Taşyünü İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-8 .....	135
Tablo 5.29. Taşyünü İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-9 .....	137
Tablo 5.30. Alternatif Sistemlerde Çatı Kalınlıklarının Değiştirilmesi Sonucu Karşılaştırma .....	139
Tablo 5.31. Alternatif Sistemlerde Dış Havaya Açık Duvar Kalınlıklarının Değiştirilmesi Sonucu Karşılaştırma .....	142
Tablo 5.32. Alternatif Sistemlerde Toprağa Temas Eden Taban Kalınlıklarının Değiştirilmesi Sonucu Karşılaştırma.....	145
Tablo 5.33. Alternatif Sistemlerde Toprağa Temas Eden Duvar Kalınlıklarının Değiştirilmesi Sonucu Karşılaştırma.....	1488
Tablo 5.34. Alternatif Sistemlerde Çatı Kalınlıklarının Değiştirilmesi Sonucu Amorti Süreleri.....	152
Tablo 5.35. Alternatif Sistemlerde Dış Havaya Açık Duvar Kalınlıklarının Değiştirilmesi Sonucu Amorti Süreleri.....	154
Tablo 5.36. Alternatif Sistemlerde Toprağa Temas Eden Taban Kalınlıklarının Değiştirilmesi Sonucu Amorti Süreleri.....	156
Tablo 5.37. Alternatif Sistemlerde Toprağa Temas Eden Duvar Kalınlıklarının Değiştirilmesi Sonucu Amorti Süreleri.....	158
Tablo 6.1. Uygulanan Tip Proje Sonuçları ve Yalıtımsız Durum.....	160

## ÖZET

Anahtar kelimeler : Isı yalıtımı, Enerji, Isı yalıtım malzemeleri, Isı yalıtım uygulamaları, Enerji, Isı kayıpları.

Bu çalışmada; ele alınan örnek bir alışveriş merkezi projesi için TS 825 Isı Yalıtım Kuralları esas alınarak yalıtımsız ve farklı ısı yalıtım malzemeleri ile yalıtılmış bir yapının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı, ısı kayıpları, ısı kazançları hesaplanmış, ayrıca oluşturulan bu sistemlerin maliyet analizleri yapılmıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda ısı yalıtımı maliyeti inşaat maliyetinin %2 'si ile %5 'i arasında olmasına karşılık, gerek yıllık enerji tüketimleri açısından gerekse yapıyı ısıtmak için bir saatte gerekli olan ısı ihtiyacı açısından ortalama %67 oranında tasarruf sağlanabildiği görülmüştür.

Bu tezin giriş bölümünde yalıtım ve yalıtım teknikleri hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümde, ısı yalıtımının önemi, gelişimi, ısı yalıtımı hesaplarında kullanılan tanımlar, ısı yalıtımı ile ilgili yönetmelikler konuları üzerinde durulmuştur.

Üçüncü bölümde, ısı yalıtım malzemelerinin tanımı, ısı yalıtım malzemelerinin iç yapısı, ısı yalıtım malzemelerinden istenilen özellikler, Türkiye'de üretilen ve ithal edilen ısı yalıtım malzemeleri konularına değinilmiştir. Dördüncü bölümde, yapılarda ısı kayıplarının gerçekleştiği duvar, çatı ve döşeme kısımlarında uygulanan ısı yalıtım teknikleri ve uygulamada kullanılan malzemeler anlatılmıştır.

Beşinci bölümde, örnek alışveriş merkezi projesi için TS 825 Isı Yalıtım Kuralları esas alınarak yalıtımsız ve alternatif ısı yalıtım malzemeleri ile oluşturulan ısı yalıtım sistemleri ile örnek projenin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ve özgül ısı kaybı hesapları yapılmış, oluşturulan sistemlerin maliyet analizleri yapılmıştır.

Altıncı bölümde, tez çalışmasının sonuçları değerlendirilmiş ve ısı yalıtım sistemleri için tavsiyeler yapılmıştır.

## **SUMMARY**

Key words: Thermal insulation, Energy, Thermal insulation products, Thermal insulation applications, Heat exhaustion.

In this study, heating energy requirement for per year, heat losses and heat gains of a building which are isolated with uninsulated and alternative thermal insulation products on the basis of rules for the TS 825 Heat Insulation were calculated and the cost analysis of these systems were made for the pilot shopping center Project. As a result of this study, although the heat insulation is between %2 and %5 of construction costs, it provides %67 savings on annual energy consumption and on heat requirement which is required to heat the building for an hour.

In the entry section of this thesis was informed about the insulating and the insulating techniques. And in the second section, the importance and the development of thermal insulation, the descriptions which are used for the calculating of thermal insulation, the determination of heat exhausting and the regulations about thermal insulation was emphasized.

In the third section was touched on the definition of thermal insulation products, the internal structure of them, the specialities which were claimed from thermal insulation products and the thermal insulation products which were produced and were imported.

In the fourth section, the thermal insulation techniques which were used for the wall, roof and floor which caused the heat exhaustion and the products which were used in practice was represented.

In the fifth section, the specific heat exhaustion and the heat energy requirement of pilot Project for per year were calculated with the thermal insulation systems which were created with uninsulated and alternative thermal insulation products and the cost analysis of these systems were made. For the pilot shopping center project was based on the TS 825 thermal insulation rules.

In the sixth section, the results of thesis was evaluated and advices for the thermal insulation systems were passed on.

## **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

Bir ülkenin gelişmesinin en önemli faktörleri arasında insan kaynakları enerji konusu gelir. Enerji, bir ülkenin gelişmişlik düzeyinin bir ölçüsüdür. Enerji problemini halleden ülkelerin, teknolojik ve endüstriyel anlamlarda da geliştiği görülür.

Enerji gereksinimleri karşılamak amacıyla ülkeler çeşitli kaynaklar kullanırlar. Önceleri bazı konvansiyonel enerji türleri yaygın olarak kullanılırken, yenilenebilir enerji türlerinin kullanımına doğru bir yönelmenin olduğu fark edilmektedir. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının her ülke için aynı potansiyeli sunmamasının yüzündendir ki, özellikle gelişmekte olan ülkelerin birçoğu elektrik enerjisi üretmek için çevre kirleticisi ve tahribi gibi unsurları bir kenara bırakarak, klasik enerji (fosil) kaynaklarını kullanmaya devam etmektedirler.

Enerji üretmenin yanında enerji tasarrufu da çok önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Çok büyük yatırımlar yapılarak ve büyük emekler verilerek üretilen enerjinin tasarruflu kullanılabilmesi için çeşitli önlemler alır. En kolay yöntem olarak, üretilen enerjinin israf edilmemesi ve tasarruflu kullanılması tavsiyeleri yapılır. Ayrıca enerji tasarrufu sağlayacak birçok yeni yapı malzemesinin üretilmesi için, bilim adamları ve konu ile ilgili firmaların ARGE merkezleri, bitmek tükenmek bilmeyen mücadele verirler.

Modern yalıtım, yeni teknolojiler karşımıza çıkardığı bir olgudur. Artık inşaatlar yapılırken mutlaka yalıtım konusu da gündeme gelir. Konu ile mühendislik ve teknik eğitim alanlarında çalışanların hazırladıkları projelerin büyük bir bölümünde, enerji tasarrufu ile ilgili önlemlerin alınması için çaba harcanır.

Eskiden müteahhitler tarafından inşa edilen binaların çoğunda, fazla kar elde etme amaçları yüzünden binanın yalıtımı gündeme hiç gelmezdi. Bu alanda yeterli yasal düzenlemelerin olduğu da söylenemezdi. Ancak son yıllarda zorunluluk haline



getirildi hem de artık son kullanıcı konu hakkında çeşitli yöntemlerle elde ettiği bilgiler ışığında, oturacağı binada yalıtım durumunun nasıl olduğunu sorgular oldu[1].

### **1.1. Yalıtım**

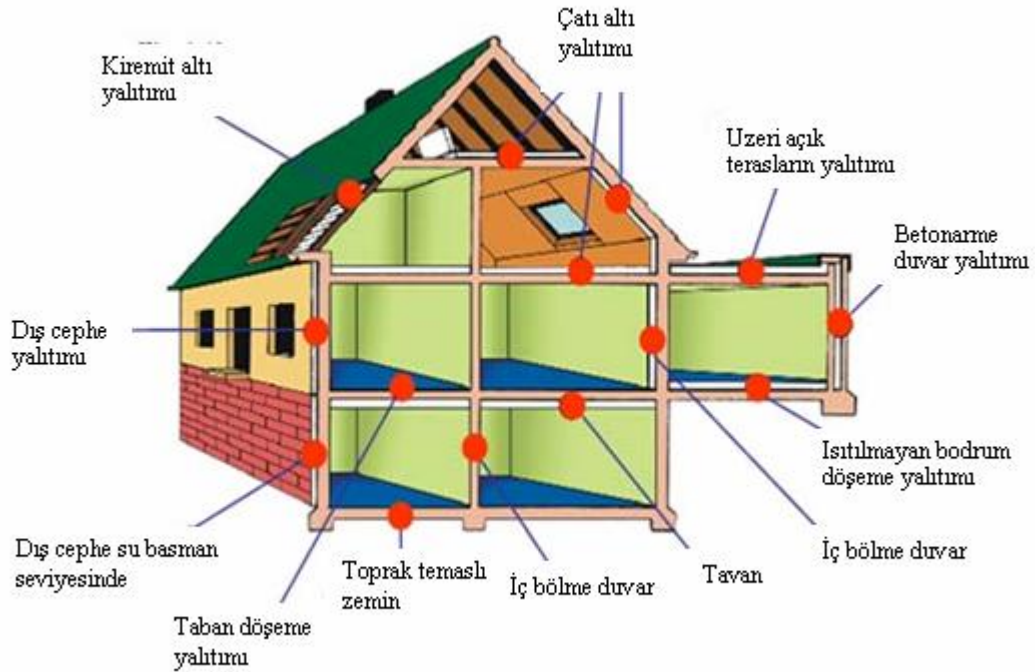
Isıl konfor, bir insanın sağlıklı ve üretken olabileceği ısı parametrelerin sağlanması olarak tanımlanmaktadır. Isıl konfor sağlanmadığında tüketilen yakıt binayı değil atmosferi ısıtmakta, dolayısıyla gereğinden fazla yakıt tüketilmektedir. Tüketilen yakıtın fazla olması binanın kullanım maliyetini yükseltirken aynı zamanda yakıtların atmosfere verdikleri zararlı gazlar dolayısıyla da çevre kirliliği artmaktadır.

Bugün ülkemizde “AB Müzakere Süreci ve Teknikleri” başlığı altında çeşitli toplantı ve seminerler düzenlenmekte, AB üyeliğinin Türkiye’ye katacağı olumlu veya olumsuz gelişmeler tartışılmaktadır. AB'nin çevre kirliliği ve enerji tasarrufuna gösterdiği hassasiyet bilinmektedir. AB’ye üyelik süreci, Türkiye'nin tarım, çevre, sağlık gibi alanların yanı sıra inşaat sektöründe de olumlu yönde gelişmesinde etkili olacaktır.

12 yıllık müzakere süreci boyunca aldığı fonları teknolojiye aktaran İrlanda'nın bu alanlarda gösterdiği gelişim Türkiye için de olumlu bir örnek niteliğindedir. Bu gelişime katkıda bulunacak olan inşaat sektöründe görev alan tüm kurum ve kuruluşlar, Avrupa Birliği'nin yayınlamış olduğu standartları incelemeli ve bu standartları sağlayacak şekilde çalışmaya hazır olmalıdırlar. Bunun sağlanması da inşaat ve yalıtım sektörüne ait yönetmeliklerin ülkemizde doğru şekilde düzenlenmesi ve uygulanması ile mümkün olacaktır [2].

Yalıtım, Arapça kökenli tecrit ve Fransızca kökenli izolasyon kelimelerinin karşılığı olarak, yakın zamanlarda Türkçeye giren, yeni sayılabilecek bir sözcüktür. Hemen herkeste, bu tanıma yakın çağrışımlar yaratan yalıtım sözcüğü, yapı sektörü söz konusu olduğunda ise teknik bir kavram olarak karşımıza çıkıyor [3].

Yapı fiziği bağlamında yalıtım, arzu edilmeyen fiziksel etkilerin ya da olayların bir taraftan diğer tarafa geçmesini engelleyen işlem ve sistemlere verilen addır. Örneğin suyun binaya girmesinin engellenmesi, ısı enerjisinin içeri veya dışarı kaçmasının engellenmesi, gürültü kapsamındaki seslerin engellenmesi, elektrik akımından korunmak üzere elektrik akımının yalıtılması gibi işlemler bu kapsamda ele alınabilir. Ancak bu yalıtımın gerçekleştirilebilmesi için yalıtkan denen özel maddelere gereksinim vardır. Bu özel malzemeler su yalıtımında bitüm emdirilmiş ve / veya plastik kökenli malzemeler olabileceği gibi, ısı yalıtımını sağlamak için gözenekli hafif malzemeler, ortam sesi yalıtımı içinde birim – hacim ağırlığı yüksek malzemeler olmalıdır. Yapıda uygulanan yalıtımlar, Şekil 1.1.’ de uygulama bölgeleri ile genel olarak gösterilmiştir [4].



Şekil 1.1. Yapılarda Yalıtım

Son yıllarda ‘yalıtım’ çok sık dile getirilen bir konu haline gelmiştir. Önceleri sadece akademik çevrelerce konuşulup tartışılan bu konunun artık toplumumuzun hemen her kesiminde yavaş yavaş da olsa itibar görmesi oldukça sevindiricidir. Yapı kullanıcıları artık ev yaptırırken, satın alırken, kiralarken özellikle ısı yalıtımını sormaya başlamıştır. Her ne kadar bu bilince ulaşmakta geç kalınmışsa da, yarınlar için bir ışık yakılmıştır [1].

## 1.2. Yalıtımın Amacı ve Faydaları

Bir yapının, yapılış amacına uygun olarak, kullanıcılarına hizmet vermesi ve değerini yıllarca koruyabilmesi, ancak iç ve dış olumsuz etkenlere karşı iyi korunmuş olmasına bağlıdır. Yapıların iç ve dış faktörlerden korunabilmesi de yalıtım yapıp yapılmamış olmasıyla ilgilidir. Yalıtım; binayı, taşıyıcı sistemi ve yapı bileşenleri ile birlikte, tüm bu iç ve dış faktörlerden korumayı, sağlıklı ve konforlu mekânlar oluşturmayı hedefler. Yalıtım, hem yapıyı hem de kullanıcıları korumaya yönelik önlemleri içerir. Yalıtımın amacı yapıların ömrünü uzatmak, bakım masraflarını azaltmak ve kullanıcı için sağlıklı, huzurlu, rahat kullanabileceği mekânlar oluşturmaktır [5].

Yalıtım, yapıların iç ve dış etkenlerden doğru biçimde korunmasıdır. Bu nedenle, yalıtımın ilk yararı bina üzerinedir. Yalıtım, dış etkenlerin bina üzerindeki zararlı etkilerini önleyerek, binanın sağlam(durabil) ve güvenli kalmasını sağlar, binanın ömrünü uzatır.

Binanın sağlamlığı, bu binaları kullanan insanların can güvenliği açısından büyük önem taşır. Bunun yanında yalıtım, kullanıcıların konforu ve sağlığı için de gerekli bir uygulamadır. İnsanları dış etkenlerin zararlarından korumak da ancak yalıtımla mümkündür.

Bunların yanı sıra yalıtım, ekonomik avantajlar sunar. Binaya zarar veren etmenlerin etkileri başta da belirttiğimiz gibi uzun dönemde görülür. Ancak, yalıtımın tasarruf etkisini kısa dönemde açıkça görmek mümkündür. Yalıtımın tasarruf sağlayan türü, ısı yalıtımıdır. Bu nedenle de ısı yalıtımı yalıtım türleri arasında öne çıkar. Diğer yalıtım türlerinin de ekonomik avantajlar sunar. Binanın kullanımının ömrünün uzatılması, kaynak israfını önleyecek ve ekonomik avantajlar sağlayacaktır [3].

### 1.3. Yalıtım Teknikleri

Yalıtım önlemleri genel olarak iki başlık altında ele alınır. Bunlardan ilki, yapıyı koruyan önlemler ve diğeri de kullanıcıyı koruyan önlemlerdir. Her bina, belirli bir çevrede yer alır ve bu çevreden gelen olumsuz etkilerle karşı karşıyadır. Yalıtım önlemleri de bu dış etkenleri denetlemeye yöneliktir. Binayı dıştan etkileyen ve binaya zarar verebilecek başlıca etkenler şu şekilde sıralanabilir:

- Zemin suyu
- Güneş
- Aşırı sıcak
- Kar
- Aşırı soğuk
- Rüzgar
- Kılcal su
- Yağmur
- Sızıntı suyu

Binaya zarar verebilecek bu etkenlerin yanında, kullanıcıya doğrudan zarar verebilecek ses, gürültü etkileri ya da yangın tehlikesi gibi etkenler de söz konusudur. Bu etkenlerden hareketle yalıtım dört ana başlık altında ele alınır.

1. Isı yalıtımı
2. Su yalıtımı
3. Ses yalıtımı
4. Yangın yalıtımı [3].

#### 1.3.1. Isı yalıtımı

Yapı bileşenleri üzerinden farklı sıcaklıktaki iç ve dış ortam arasında ısı kaybını veya ısı kazancını azaltmak için yapılan işlemlerin tümüne ısı yalıtımı adı verilir. Isı yalıtımının esas amacı ısı kaybını veya ısı kazancını azaltmaktır. Kışın soğuktan korunmak için kalın giysiler giyilir. Dış ortam ile vücut sıcaklık farkının fazla olması

nedeniyle, vücuttan ortama ısı kaybı söz konusudur. Bu nedenle, üşüme hissi duyulur. Giysiler yalıtım görevini yaparak soğuk ortama olan ısı kaybını azaltır.

Binalarda ısı kaybeden yüzeyler yeterince yalıtılmadığı zaman ısı kaybı ve buna bağlı olarak işletme giderleri artmaktadır. Bu nedenle, daha proje başlangıcında mimar ve mühendis işbirliği sağlanarak, hem sabit yatırımlar, hem de işletme masrafları azaltılır [6].

### **1.3.2. Su yalıtımı**

Su yalıtımı temel olarak, yapıları suyun ve nemin zararlı etkilerinden korumak için yapılan çalışmalar olarak tanımlanabilir.

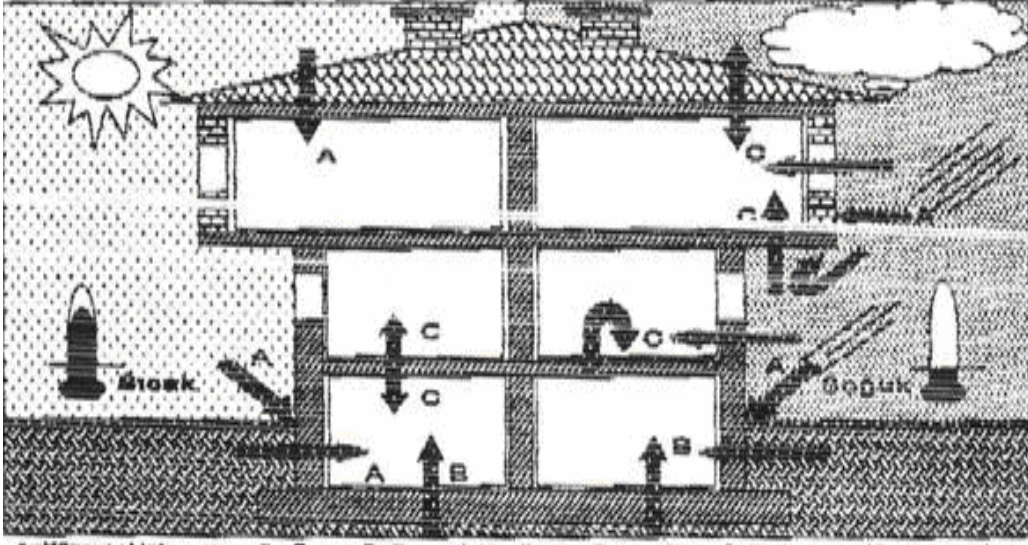
Yapı ömrü ve dayanıklılığı açısından en büyük tehdit “su”dur. Yapıya sızan su; yapıların taşıyıcı kısımlarındaki donatıların korozyona uğratarak, kesitlerinin azalmasına ve yük taşıma kapasitesinin ciddi miktarlarda düşmesine neden olur. Ayrıca yapı bileşeni içerisinde su, soğuk mevsimlerde donarak, sıcak mevsimlerde ise buharlaşarak beton bütünlüğünün bozulmasına ve çatlakların oluşmasına yol açar.

Bunun dışında zemin rutubeti veya zemin suyu içerisinde bulunan sülfatlar, temel betonuyla kimyasal reaksiyonlara girerek beton kompozisyonunun bozulmasına neden olarak yapı ömrünü ve dayanımını olumsuz yönde etkiler. Su ayrıca, binalarda insan sağlığı açısından zararlı küf, mantar vb. organik maddelerin oluşumuna da yol açar.

Yapılarda problem yaratan su sızmaları genel olarak dış kaynaklıdır. Yağmur ve kar, çatı ve duvarlardan, yeraltı suları ve zemin rutubeti yapının toprak ile temas eden kısımlarından yapıya sızar.

Zemin üstündeki yapı elemanlarını; yağış sularının ve asidik atmosfer gazlarının zararlarından; zemin altındaki yapı elemanlarını ise zemin suyu ve rutubetinin zararlı etkilerinden korumak için su yalıtımı yapılır. Etkin bir su yalıtımı için, yalıtım uygulamasının, binanın temelinden çatısına kadar tüm yapı elemanlarını kapsaması

gerekir. Zemine oturan döşemeler, balkon, dış duvarlar, çatılar ve temel duvarları yalıtıma konu olur [3].



Şekil 1.2. Yaz ve kış aylarında yapıda hasara neden olabilecek doğa olayları ve yerleri

### 1.3.3. Ses yalıtımı

Ses yalıtımı, temel olarak gürültünün insan üzerinde oluşturacağı zararlı etkileri en aza indirmek için alınacak önlemleri kapsar. Gürültü, düzensiz yapı, farklı frekans bileşenlerine sahip olan ve genellikle zamana göre, değişken olan istenmeyen ses topluluğudur. Kısaca rahatsız edici ses olarak tanımladığımız gürültü, günümüzde, kentleşmenin doğal bir sonucu gibidir.

Özellikle de kentleşmenin plansız yürüdüğü bölgelerde, gürültü insan sağlığına ve konforuna zarar veren etkenler arasında yer alır. Çevredeki bir fabrikanın çıkardığı rahatsız edici sesler, saat sesi, havaalanı çevresindeki yerleşim bölgesindeki duyulan şiddetli gürültü, satıcı sesleri, trafik sesleri, komşudan gelen konuşmalar insanlar tarafından farklı dozlarda gürültü olarak algılanabilir, rahatsız edici olabilir.

Bazı alanlarda ise, sessizlik, işin en önemli gereklerinden biri durumundadır. Radyo yayıncılığında ve müzik stüdyolarında ses seviyesinin düşük olmasının gerekmesi, bir hastanede hastalara sessiz ve huzurlu ortam oluşturmak, okulda dışarıdan gelen

gürültüleri kesmek, bina yapım aşamasında çözülmesi gerekli bir sorunlardır. Tüm bu sorunları çözmek, yapılarda huzurlu bir ortam sağlamak için gürültüyle mücadele etmek gerekir. Gürültüyle mücadelede temel olarak iki yöntem kullanılır. Akustik düzenleme ve ses yalıtımı. Akustik düzenleme, kapalı ortamdaki yansıma süresinin düzenlenmesidir. Ses yalıtımı ise, yapı elemanları aracılığıyla iletilen seslerin miktarlarını azaltmak için yapılan işlemdir [3].

#### **1.3.4. Yangın yalıtımı**

Yangın yalıtımı, yangınların yıkıcı etkisini gidermeye yönelik, can ve mal güvenliğini sağlayacak önlemlerden oluşur. Bu önlemler; yangın çıktığında başlangıç safhasında yangına müdahale edecek söndürmeye yönelik aktif önlemler olacağı gibi, yangının yayılması önleyecek canlıların tahliyesine imkan tanıyacak pasif önlemler de olabilir.

Yangın koruması dendiğinde bugün birçoğumuzun aklına, yangın söndürme sistemleri ve duman dedektörleri gibi uyarı sistemleri gelmektedir. Aktif koruma sistemleri olarak adlandırılan bu sistemler yapıyı korumada önemli bir rol oynamasına karşın, yangının başlamasından sonra devreye girerler. Bunun dışında yangının yayılmasını önleyecek ve yangını durdurucu pasif sistemlere ihtiyaç vardır. Pasif yangın durdurucu malzemeler, yapı elemanlarına ısı enerjisi transferini geciktiren ve yavaşlatan koruma malzemeleridir. Yapılarda pasif yangın korunumu, yapıdaki sıcaklık yükselmelerini, yapının yangınla karşılaşmayacak tarafında maksimum müsaade edilebilir sıcaklıktan daha düşük bir sıcaklık oluşacak şekilde izole etmektir şeklinde de tanımlanabilir.

Pasif yangın koruma sistemlerinin amacı, binalarda yangın güvenliğini ve yapısal yangın korunumunun sağlanmasıdır. Pasif yangın yalıtımında kullanılan malzemeler yangın anında yapıdaki insanların dışarı çıkabilmesine imkan verir ve yangının yayılmasını geciktirerek itfaiyecilerin yangına en kısa sürede söndürmelerine yardımcı olur [3].

## **BÖLÜM 2. ISI YALITIMINA GENEL BAKIŞ**

Giderek artan enerji fiyatları, aile bütçesinden ısınma için ayrılan parayı artırmaktadır. Tüketilen enerjinin yaklaşık üçte biri konutlar için sarf edildiği söylenebilir. Bu nedenle, binalarda ısı kayıplarını iyi bir tasarımla minimuma indirmek gerekir.

Binaların ömrünü uzatmak ve değerini korumak için, binalar iç ve dış etkenlerden doğru biçimde korunmalıdır. Bu noktada dikkat edilmesi gereken hususların başında, yalıtım ve doğru malzeme seçimi gelir. Binalarda iç ortam ile dış ortamı birbirinden ayıran ve bina zarfı olarak tanımlanan duvarlar, pencereler, tapılar, tavan, çatı ve döşemelerden oluşan yapı elemanları dış etkenlerden korunmalıdır. Ayrıca kullanım amacına uygun olarak sağlık ve konfor şartları yapı içinde sağlanmalıdır [6].

Isı yalıtımı, kapalı mekânların iç sıcaklıklarını istenilen düzeyde tutabilmek için, dış iklim koşullarına karşı yapılan ısıtma-soğutma işlemlerinde kullanılan enerji tasarrufu sağlamak, çevre sorunlarını çözmek ve hava kirliliğini azaltmak için yapılarda alınan her türlü önlemler bütünüdür. Yalıtım aynı zamanda yapıyı dış etkilerden koruyarak ömrünü uzatmakta ve yapı fiziği şartlarını yerine getirildiği için de işletme maliyetlerini düşürmektedir [7].

Yapılarda ısı yalıtımı, enerji tasarrufu sağlamak, hava kirliliğini azaltmak, rahat ve konforlu yaşam ortamlarının sağlanması ve ısı kayıplarının yol açacağı olumsuz fiziksel sorunların yaşanmaması için yapılması gereken bir uygulamadır. Binalarda ısı kayıplarının olması gereken düzeyleri yönetmeliklerle (TS 825, Bayındırlık Bakanlığı Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği) belirlenmiş ve bu düzeylere uymak yasal bir zorunluluk sayılmıştır. Yapıların kalın boyutlu ve ağır malzemelerden, narin-ince boyutlu hafif malzemelere geçişiyle birlikte, sağladığı birçok yararların yanında yapı fiziği ve ısı yalıtımı konularında daha dikkatli davranmak gereğini



ortaya getirmiştir. Binanın ısı yalıtımı; yapının gerek kışın, gerekse yazın maruz kalacağı dış şartları güvenle karşılayabilecek şekilde düşünülmelidir. Binanın ısı etkilerine karşı yalıtılmasında amaç; yapının zararlı boyutlarda ısı hareketleri ve buhar yoğuşması sonucu zaman içinde görülen yapı hasarlarının (don hasarı, nem hasarı, küflenme, bozulma, demir aksamının çürümesi-korozyonu vs) ortaya çıkmasını önlemektir. Bir başka deyişle ısı yalıtımının amacı; yapının bakım masraflarını sınırlı düzeyde tutmak, kışın ısıtma, yazın soğutma enerjisinden tasarruf sağlayarak aile ve ulusal ekonomimize katkıda bulunmaktır. Bu nedenle ısı yalıtımında, ulusal ekonomi ve çevre ilişkisinin ortaya konulması ve rasyonel çözümlere varılabilmesi için ekonomi, fizik, kimya, makine, inşaat, mimarlık vb. bilim dalları bir eşgüdüm içerisinde bulunmalıdır [8].

## **2.1. Isı Yalıtımının Önemi ve Faydaları**

Isı yalıtımı yaparak binanın ömrünü uzatmak, kullanıcıya sağlıklı, konforlu mekanlar sunabilmek ve bina kullanım aşamasında yakıt ve soğutma giderlerinde büyük kazanım sağlamak mümkündür. Binaların ısıtılması amacıyla büyük oranda fosil yakıtlar kullanılır. Fosil yakıtların yakılması sonucu yanma ürünü olarak açığa çıkan gazlar, hava kirliliğine ve küresel ısınmaya neden olur. Isı yalıtımı uygulamaları ile konfor koşullarının oluşturulmasında kullanılan enerji miktarının azalması, küresel ısınma ve hava kirliliğinin artmasını önler. Yapılarda kurallara uygun şekilde gerçekleştirilen ısı yalıtımının bireyler ve ülkeler açısından pek çok yararı vardır [9].

### **2.1.1. Isı yalıtımı enerji tüketimini azaltır**

Ülkemizde enerji tüketiminde bilinç düzeyi yeterli olmayıp, enerji tüketimimiz giderek artmaktadır. Dünya genelinde enerji tüketimi son 25 yılda kişi başına sadece yüzde 5 kadar artmış olmakla beraber, gelişmekte olan ülkemizde son 25 yıldaki artış oranı yüzde 100 rakamının üzerindedir. Ülkemizin kendi enerji üretimi 1990 yılında toplam ihtiyacın % 50 kadarını karşılarken günümüzde % 30 civarını karşılamaktadır. Bütün bunlar göz önünde bulundurulduğunda, hem enerji üretimini arttırmak hem de enerjiyi verimli kullanmak zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde verimlilik kavramına yeterince önem verilmediğinden, enerjinin verimli

kullanılmaması bir yandan enerji israfına ve ithalata yol açmakta diğer taraftan da çevre kirliliğine neden olmaktadır.

Enerjinin verimli kullanımı, genel olarak, istenilen performans düzeyi, kalite ve konfor koşullarından ödün verilmeksizin, bir hizmet elde etmek için gerekli olan enerji miktarının azaltılması olarak tanımlanabilir. Enerjinin verimli kullanımı ile sağlanacak enerji tasarrufu daha ucuza elde edilebilen bir enerji kaynağıdır. Kısa dönemde sonuçların kolaylıkla alınabileceği bir alan olan enerjinin verimli kullanımı ülkece üzerinde çözüm üretilmesi gereken bir konudur. Ayrıca bu konu enerji politikasının benimsemesi gereken öncelikli bir ilke olmalıdır [10].

Dört mevsimi yasayan ülkemizde, ısıtmanın yanı sıra soğutma ihtiyacı da gün geçtikçe artıyor. Konutlarda; kaybedilen veya kazanılan enerjinin büyüklüğü, ısıtma veya soğutma amacı ile tüketilen enerji miktarını belirlediğinden, enerji tasarrufu sağlamak için yasadığımız alanın ısı kaybı/kazancını azaltmak gerekir. Yapı bileşenleri üzerinden geçen ısı enerji miktarını sınırlandırmak; bina kabuğunda ısı yalıtımı yapılması, yalıtımlı doğrama ve camların kullanımı ile mümkündür.

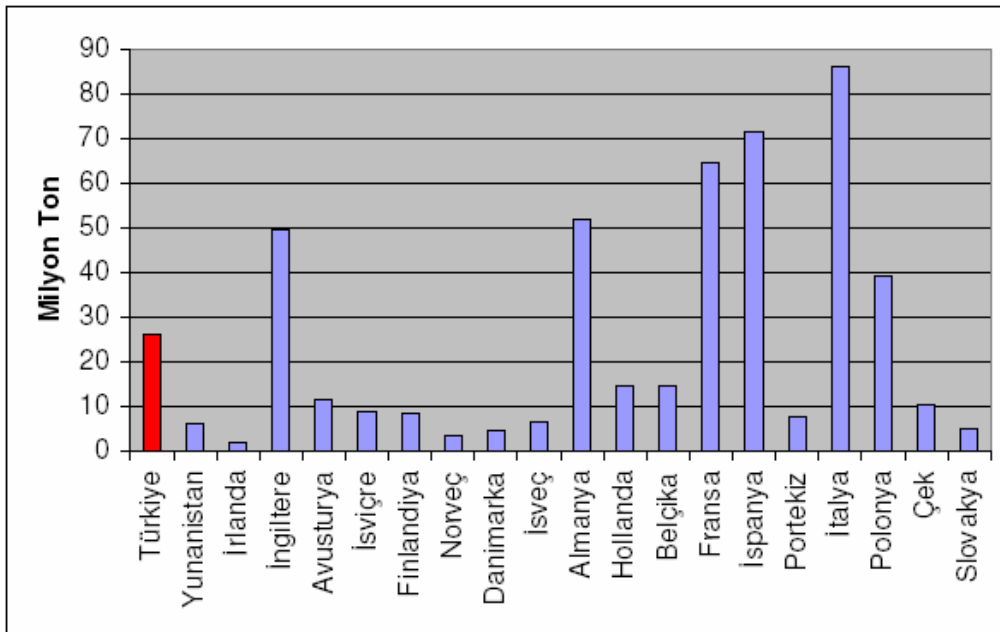
İnsanların yaşam kalitesinden ve konforundan ödün vermeden, enerji tasarrufu sağlamak için alınabilecek üç önlem vardır. Bunlar, yüksek verimli cihazların kullanılması, otomasyon sistemleri ve ısı yalıtımıdır. Bu üç önlem arasında ilk sırayı ise ısı yalıtımı alır. Etkin bir ısı yalıtımının yapılmadığı binalarda, enerji tüketimi çok fazladır. Hesaplamalar, etkin bir ısı yalıtımı ile yapılarda ortalama yüzde 50 enerji tasarruf edilebileceğini ortaya koyuyor. Enerjinin verimli kullanılmaması, çevre kirliliğine neden olurken doğal yaşamı da olumsuz etkiliyor [9].

### **2.1.2. Isı yalıtımı çevrenin korunmasına katkı sağlar**

Enerji ihtiyaçlarının artması ve verimli enerji kullanılmaması sonucunda; hava kirliliği artıyor. Hava kirliliğindeki bu artış kendisini küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle gösteriyor. Küresel ısınma tehdidi ve hava kirliliğini azaltmak; günümüzün en önemli konularının basında geliyor. Küresel ısınmanın, Çernobil'deki gibi trajik sonuçlarının henüz görünmüyor olması, çevreciler ve bilim adamlarının

sürekli uyarılarına karşın, kamuoyunda beklenen tepkinin ortaya çıkmasını engelliyor. Kış mevsiminde ısı kayıplarının, yaz mevsiminde ise ısı kazançlarının azaltılması ile elde edilecek yakıt tasarrufu, beraberinde atmosfere atılan sera gazlarında da bir düşüş sağlayacaktır. Kömür, petrol gibi yakıtlar bir yandan gözle görülür biçimde hava kirliliğine yol açarken, diğer yandan küresel ısınmaya ve buna bağlı olarak iklim değişikliklerine yol açıyor. Fosil yakıtlar yandığında, renksiz ve yanmayan bir gaz olan karbondioksit açığa çıkar. Genellikle atmosferin alt tabakası troposferde bulunan karbondioksitin ekolojik denge açısından önemi büyüktür. Enerji tüketimindeki artış sonucu, atmosferdeki karbondioksit miktarı yıldan yıla artar. Bunun sonucunda, güneş ısınlarının yeryüzüne gidisi ve yansıma ile dönmesi sırasında, çok fazla miktarda enerji soğurulur ve atmosferin sıcaklığı giderek yükselir. Küresel ısınma, sera gazları olarak adlandırılan gazların etkisiyle atmosfer sıcaklığındaki bu yükselmenin bir sonucudur [9].

Bunun ciddiyetine varan dünya ülkeleri de Japonya'nın KYOTO şehrinde Kyoto Antlaşmasıyla sera gazını üreten yakıtlara sınırlama getirmişlerdir. Tablo 2.1'de Avrupa Mineral Yün Yalıtım Malzemeleri Üreticileri Birliği EURIMA tarafından araştırılmış ve konutlardan çıkan yıl bazında toplam CO emisyonlarının miktarları belirlenmiştir [11].



Şekil 2.1. Konutlarda çıkan yıl bazında toplam CO2 emisyonları

### 2.1.3. Isı yalıtımı ısıl konfor sağlar

Kapalı ortamlardaki ısı koşulları, o ortamda yaşayan insanların konforunu ve sağlığını doğrudan ilgilendirir. İnsanların çalışma verimlerini büyük ölçüde buldukları ortamın sıcaklığı belirler. Çalışma ortamının ısı koşulları, insanların bedensel ve zihinsel üretim hızını doğrudan etkiler. Çok soğuk ya da çok sıcak ortamların çalışma verimini düşürdüğü belirlenmiştir. Yine çok soğuk ortamların yol açtığı sağlık sorunları da ısı gücü kaybına ve buna bağlı sağlık harcamalarına neden olur. Ortam sıcaklığının ısı yerlerinde ısı kazalarına yol açtığı da belirlenmiştir.

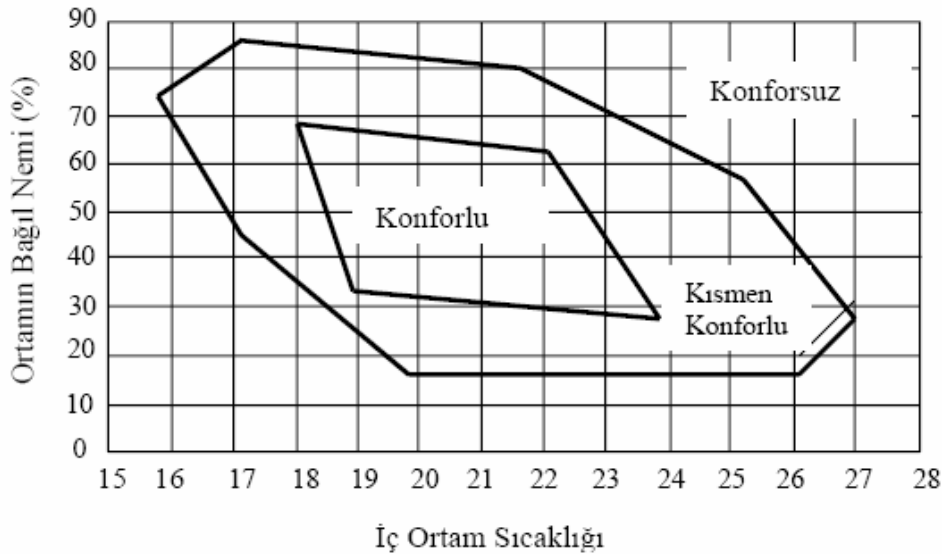
Bunları engellemek için yapılarda ısıl konforu sağlamak gerekir. Isıl konforu sağlamak için ortam sıcaklığı ile duvar iç yüzey sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkı düşürülmelidir. Bu fark ne kadar yüksek olursa konfor da o kadar düşük olacaktır. Konforlu bir mekân için bu farkın en fazla 3°C olması gerekir. İç yüzey sıcaklıklarının düşük olması durumunda, ısının ortam içinde soğuk yüzeylere doğru hareketi, istenmeyen hava akımları oluşturur. Bu hava akımları da konforu azaltarak hastalıklara neden olur (Tablo 2.2.).

Tablo 2.1. İç Ortam İle İç Yüzey Sıcaklıkları Arasındaki Sıcaklık Farklarının Konfora Etkisi

ti-tiy	Konfor Durumu
2	Çok Konforlu
3	Konforlu
4	Az Konforlu
6	Konforsuz
8.5	Soğuk
>8.5	Çok Soğuk

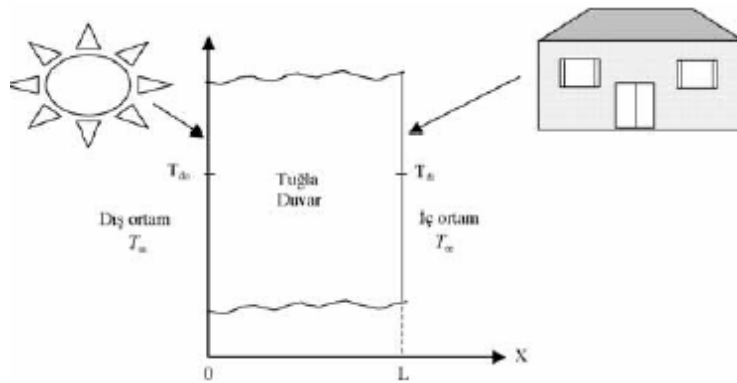
İç yüzey sıcaklıkları ile ortam sıcaklıkları arasındaki farkı azaltmak için ısı yalıtımı gerekir. Isı yalıtımı ile mekânın her noktasında homojen bir sıcaklık sağlanır ve hava akımları engellenir. Bu da hem konforlu hem de sağlıklı bir ortam sağlar [9].

İç yüzey ve ortam arasındaki sıcaklık farkı ne kadar fazla olursa ortamdaki moleküllerin hareketleri de o kadar fazla olacaktır. Kış mevsiminde %30 ile %70'lik bir bağıl nem, normal bir iç ortam sıcaklığında konfor hissi verebilmektedir. Şekil 2.2'de iç ortam sıcaklığı ile ortamın bağıl nemine bağlı olarak konfor bölgesi görülmektedir [12].



Şekil 2.2. İç Ortam Sıcaklığı ve Ortamın Bağıl Nemine Bağlı Olarak Konfor Bölgesi

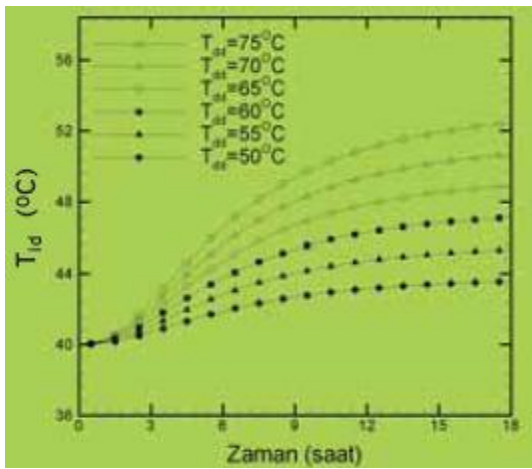
Şekil 2.3'de dış duvar yüzeyine güneş ışınımının gün boyunca etkili bir şekilde gelmesi, duvarda ısıl enerji depolamasına ve bu depolama sebebi ile dış duvar dış düzeyinin sıcaklığının artmasına sebep olmaktadır. Güneş ışınımına maruz kalan bina dış duvarında depolanan ısıl enerji, taşınım ve ışınım yolu ile dış ortama ve iletim yolu ile binanın iç kısmına doğru ilerler [13].



Şekil 2.3. Gün Boyunca Güneş Işınımına Maruz Kalan Duvar Yapısı Ve Sınır Şartları

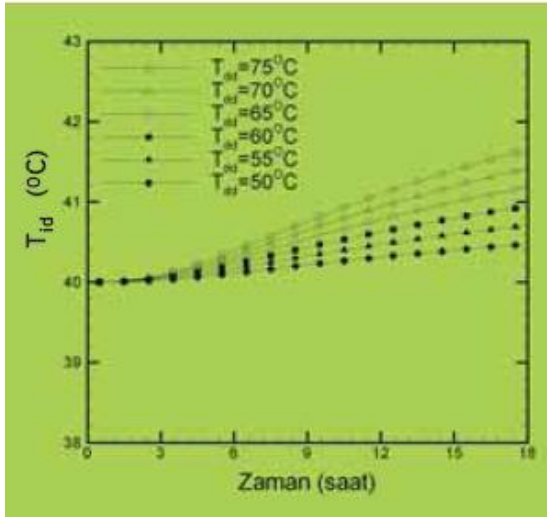
Örnek olarak; dış-iç ortam sıcaklığı 30 °C civarında iken dış duvar yüzey sıcaklığı gün içinde 30 °C'den başlayarak 40–45–50–55–60 °C gibi sıcaklıklara, dış iç ortam sıcaklığı 40–45 °C olduğu bölgelerde, dış duvar yüzey sıcaklığı 40 °C' den başlayarak, 50–55–60–65–70–75 °C gibi sıcaklık değerlerine çıkabilmektedir.

Binaların dış duvarlarına ısı yalıtım uygulaması yapıldığında, ısı yalıtımı uygulamasının yaz aylarında bina ve içindekilerin yaşam ve uyku konforlarına etkisi Şekil 2.4'de görülmektedir [13].



Şekil 2.4. Farklı Dış Duvar Sıcaklıkları İçin Yalıtımsız Duvardaki İç Duvar Sıcaklıklarının Zamanla Değişimi (Ti=40 °C)

Dış duvarların yalıtımlı olduğu Şekil 2.5 'de başlangıçta 40 °C olan dış duvar iç yüzeyinin sıcaklığı sadece 1 °C'lik artış ile 41 °C'a çıkmaktadır. Yalıtımlı duvar iç yüzey sıcaklığı ile yalıtımsız duvar iç yüzey sıcaklığı arasında 17–18 °C civarında bir fark meydana gelmektedir [13].



Şekil 2.5. Farklı Dış Duvar Sıcaklıkları İçin Yalıtımlı Duvardaki İç Duvar Sıcaklıklarının Zamanla Değişimi (Ti=40 °C)

#### 2.1.4. Isı yalıtımı sağlıklı yaşam sunar

Isı yalıtımsız mekânlarda, oluşan nemin hastalıklarla ilişkisi bilinmektedir. Nemli ortamlar, mikroorganizmaların üremesi için uygun koşulları yaratır. Bu da ortamdaki havanın solunum yolları için zararlı hale gelmesine yol açar. Nemli ortamlar ve bu ortamlardaki küf oluşumu, özellikle küçük çocukların astım hastalığına yakalanma riskini büyük ölçüde artırır. Standartlara uygun olarak yapılmış ısı yalıtımı, tüm bu sorunların oluşmasını önler.

Araştırmalar, hava kirliliğinin yoğun yaşandığı bölgelerde göğüs hastalıklarına sahip kişi sayısında belirgin oranda artış yaşandığını gösteriyor. Hava kirliliği nedeniyle nefes darlığı, astım, bronşit, üst solunum yolu enfeksiyonları ve zatürree gibi göğüs hastalıklarına yakalanma oranı doğrudan artmaktadır. Hava kirliliğinin sağlık açısından en önemli etkisi ise, uzun dönemde görülüyor. Uzmanlar, akciğer kanserinin hazırlayıcı etkenleri arasında ilk sırayı hava kirliliğine veriyor. Ayrıca, hava kirliliğinin kalp ve damar hastalıkları, mide ve bağırsak rahatsızlıklarına yol açtığı, böbrek ve beyini olumsuz etkilediği de uzmanlar tarafından sıkça vurgulanıyor.

Bunun dışında hava kirliliği insanların psikolojik olarak olumsuz etkilenmesine de yol açıyor.

Hava kirliliğinin iç sıkıntısı olarak kendini gösteren etkilerinin yanı sıra diğer psikolojik rahatsızlıkları tetiklediği de biliniyor. Isı yalıtımı uygulamaları ile ısıtma ve soğutma amaçlı kullanılan enerji miktarı daha az olacağından, hava kirliliği de azalacaktır [9].

## **2.2. Isı Yalıtımının Gelişimi**

### **2.2.1. Isı yalıtımının dünya'daki gelişimi**

Ülkelerin enerji politikaları açısından 1973 yılı önemli bir tarihi oluşturur. Petrol ihraç eden ülkelerin önce petrol arzını kısıtlamaları, daha sonra da petrol fiyatlarını beklenmedik ölçüde artırmaları sonucu ortaya çıkan “Petrol Krizi”nin yol açtığı ekonomik çıkmaz, tüm dünya ülkelerini, enerji konusunda yeni arayışlara zorlamıştır. Ülkeler, bir yandan alternatif enerji kaynakları arayışına girerken, diğer yandan da enerji verimliliği konusunda acil önlemler alma yoluna gitmişlerdir. Petrol fiyatlarının, krizi izleyen yıllarda da sürekli artış eğiliminde olması enerji verimliliği ile ilgili önlemleri, ülkelerin ekonomi politikalarının bir parçası haline getirmiştir.

Günümüzde enerji üretiminin yüzde 90'a yakın bölümünü sağlayan fosil yakıtların tükenme olasılığı, enerjinin stratejik önemini artırmış ve bu da enerji verimliliği ile ilgili çalışmaları daha önemli hale getirmiştir. Enerji verimliliği ile ilgili çalışmaları tetikleyen son büyük gelişme ise çevresel kaygılardan kaynaklanmıştır. Enerji üretimi sonucu açığa çıkan karbondioksit ve diğer sera gazlarının yarattığı küresel ısınma, enerji verimliliği konusunda uluslararası girişimleri hareketlendirmiştir.

2000 yılında, karbondioksit emisyonlarının 1990 yılındaki düzeyde tutulmasını hedefleyen, “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sözleşmesi” 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. 2008 ve 2012 yıllarında sera gazı emisyonlarının, 1990 yılı seviyesinin en az yüzde 5 altına çekilmesini öngören Kyoto Protokolü ise, 1997 yılında imzaya açılarak yürürlüğe girmiştir. Kyoto Protokolü'nün enerji ile ilgili



hükmü, sözleşmeye imza atan ülkelerin, kendi koşullarına uygun olarak, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili politika ve programlarını hazırlayıp uygulamalarını kayıt altına almıştır. Yine, ülkelerin bu programları geliştirmek için işbirliğine gitmeleri ve elde ettikleri bilgi ve tecrübeyi paylaşmaları Kyoto Protokolü'nde belirlenmiştir. Her iki sözleşme de ülkeleri enerji verimliliği konusunda daha sıkı tutum almaya yöneltmiştir [3].

### **2.2.2. Isı yalıtımının Türkiye'deki gelişimi**

Türkiye'de 1970'lerden günümüze kadar ısı korunumuyla ilgili olarak çıkarılmış olan ve yürürlükte bulunan çeşitli yönetmelikler mevcuttur. Bu konudaki ilk çalışma TSE tarafından 1970 yılında çıkarılan TS 825 ‘‘Binalarda Isı Yalıtım Kuralları’’ standardıdır. Isı ve enerji korunumuyla ilgili diğer yönetmelikler arasında, 3 Kasım 1977 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na çıkarılan ‘‘Isıtma ve Buhar Tesislerinin Yakıt Tüketiminde Ekonomi Sağlaması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği’’, 30 Ekim 1981 tarihinde Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'na çıkarılan ‘‘Bazı Belediyelerin İmar Yönetmeliklerinde Değişiklik Yapılması ve Bu Yönetmeliklere Yeni Maddeler Eklenmesi Hakkında Yönetmelik’’ ve bu yönetmeliğin 16 Ocak 1985 tarihinde revize edilmiş şekli, 9 Kasım 1984'te Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na çıkarılan ‘‘Mevcut Binalarda Isı Yalıtımı ile Yakıt Tasarrufu Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılmasına Dair Yönetmelik’’, 11 Kasım 1985'te yine aynı bakanlıkça çıkarılan ‘‘Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğinin Arttırılması için Alacakları Önlemler Hakkındaki Yönetmelik’’ sayılabilir.

Türk Standartları Enstitüsü 1998 yılında TS 825 Standardında kapsamlı bir revizyon yapmış ve bu revizyon sekliyle TS 825 Standardını zorunlu standart olarak Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'na sunmuştur. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı da teklifi uygun görerek söz konusu standardın zorunlu uygulama kararını 1999 yılında Resmi Gazete'de yayımlamış ve uygulamayı başlatmıştır (Bkz. EK-1). Böylece yapı denetim sisteminin içine dahil edilen bu standart, 2000 yılından bu yana yeni ruhsat alınan ve inşa edilen binalarda uygulanmaktadır [8].

Tablo 2.2. Kişi Basına Düşen Enerji Yalıtım Malzemesi

<b>Bölge</b>	<b>Ülke</b>	<b>Enerji Tüketimi (KEP*/Kişi)</b>	<b>Isı Yalıtım Malzemesi Tüketimi (m<sup>3</sup>/kişi)</b>
Kuzey Avrupa	Finlandiya	3985	0,66
	İsveç	3503	0,35
	Danimarka	3742	0,63
	Norveç	4748	0,84
Kuzey Amerika	Kanada	6941	0,78
	ABD	6679	0,49
Orta Avrupa	Almanya	3936	0,40
	İsviçre	2656	0,31
	Fransa	2604	0,29
	Avusturya	2813	0,37
	Hollanda	5084	0,24
	Belçika	3892	0,24
	İngiltere	3575	0,18
Akdeniz Ülkeleri	İtalya	2499	0,06
	İspanya	1474	0,06
	Yunanistan	1716	0,05
	Türkiye	782	0,04
Tropik Bölgeler	Avustralya	4792	0,17
	Kuveyt	6434	0,12
	Arjantin	1338	0,02
	Güney Afrika	1971	0,019
	Brezilya	537	0,008

\*KEP: Kilogram Petrol Eşdeğeri

Avrupa ülkeleriyle yapılan kıyaslamalar, Türkiye'nin yalıtım konusundaki vahim durumunu göstermek açısından yararlıdır. Fransa'da yalıtım ürünleri pazarının büyüklüğü 30 milyon m<sup>3</sup> iken, Türkiye'de bu rakam 2,5–3 milyon m<sup>3</sup>'tür. Pazarın parasal büyüklüğü 300 milyon \$; kişi başına yalıtım tüketimi ise 0,04 m<sup>3</sup>'tür. Avrupa'da kişi başına yalıtım malzemeleri tüketimi 0,4 m<sup>3</sup>'tür. Amerika'da ise 1 m<sup>3</sup> seviyesindedir. Kişi başına ısı yalıtım ürünleri bakımından yapılan kıyaslamada; Almanya'nın Türkiye'ye göre 10 kat, Fransa'nın ise 7 kat daha fazla olduğu görülür (Tablo 2.2.) [8].

## 2.3. Isı Yalıtımı Hesaplarında Kullanılan Bazı Tanımlar

### 2.3.1. Isı iletim katsayısı

Isı iletim katsayısı birim kalınlıkta sıcaklık artışı için iletilen ısı transfer hızıdır ve malzemeden malzemeye değişir. Isı iletim katsayısı **k** harfi ile gösterilir ve birimi **W/mK**' dir.

### 2.3.2. Isı iletim direnci

L Kalınlığındaki bir cismin iki yüzü arasındaki sıcaklık farkı 1 °C olduğu zaman yüzeyin ısı geçişine karşı gösterdiği dirençtir. Birim m<sup>2</sup>K/W olarak verilir. Fourier ısı iletim yasası,

$$q = kA \frac{T_1 - T_2}{L} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{L}{kA}} \quad (1.1)$$

şeklinde yazılabilir. Burada  $R = L / kA$  ifadesi ısı iletim direncidir.

### 2.3.3. Taşınım katsayısı

Aradaki sıcaklık farkının 1 °C olması halinde birim yüzeyden birim zamanda akışkandan cisme veya cisim yüzeyinden akışkana (gaz ve sıvı) geçen ısı miktarıdır. Taşınım katsayısının (yüzey film katsayısı) tayini oldukça zordur. Taşınım katsayısı yüzey geometrisine, akışkanın fiziki özelliklerine, akış ile yüzey arasındaki sıcaklık farkı ve giriş şartlarına bağlıdır. Taşınım katsayısı yüzey üzerinde noktadan noktaya değişir. Pratikte ortalama taşınım katsayısı **h** kullanılır. Birimi **W/m<sup>2</sup>K**' dir.

### 2.3.4. Taşınım direnci

Newton'un Soğuma Yasası'nda  $R = 1 \div hA$  ifadesi ısı taşınım direnci olarak adlandırılır. Cismin yüzeyini çevreleyen film tabakasının ısı geçişini karşı gösterdiği dirençtir ve birimi **m<sup>2</sup>K/W**' dir.

### 2.3.5. Toplam ısı transfer katsayısı

Toplam ısı transfer katsayısı hem taşınım hem de iletim dirençleri dikkate alınarak birim yüzeyden sıcaklık artışına karşı gelen ısı miktarı olarak ifade edilir. Göz önüne alınan konstrüksiyonun toplam kalınlığı arasındaki ısı geçirgenliğinin bir ölçümüdür. Birimi  $\mathbf{W/m^2K}$ ' dır. Toplam ısı iletim katsayısı;

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{k_i} + \frac{1}{h_2}} \quad (1.2)$$

bağlantısı yardımıyla hesaplanır.

### 2.3.6. Isıl geçirgenlik

Bir yapı bileşeninin birbirine paralel yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkı  $1^\circ\text{C}$  olduğu zaman, birim zamanda, birim kalınlıkta ve birim alandan, bu yüzeylere dik yönde geçen ısı miktarıdır. Isıl geçirgenlik,

$$R = \frac{k}{L} \quad (1.3)$$

ifadesi ile verilir ve birimi  $\mathbf{W/m^2K}$ ' dır.

### 2.3.7. Isıl geçirgenlik direnci veya ısı yalıtımı

Isıl geçirgenliğinin matematiksel tersidir.  $L$  kalınlığındaki bir cismin iki yüzü arasındaki sıcaklık farkı  $1^\circ\text{C}$  olduğu zaman, birim yüzeyin ısı geçişini karşı gösterdiği dirençtir. Isıl geçirgenlik direnci,

$$\frac{1}{R} = \frac{k}{L} \quad (1.4)$$

ifadesiyle verilir. Birimi  $\mathbf{m^2K/W}$ ' dır.

### 2.3.8. Şekil faktörü

Benzer yapıların karşılaştırılmasında şekil faktörü kullanılır. **F** ile gösterilir. Şekil faktörü aşağıdaki bağıntı yardımıyla verilebilir.

$$F = \frac{q}{K(T_1 - T_2)} \quad (1.5)$$

### 2.3.9. Özgül ısı

Birim kütle için sıcaklığını 1 °C arttırmak için gerekli ısı miktarıdır. Boyutu **W/kgK** veya **J/kgK**' dir ve Cp ile gösterilir.

### 2.3.10. Işınım sabiti

Bir yüzeyden yayılan ışınımın, mutlak sıcaklığın 4. kuvvetine oranıdır.

$$\sigma \varepsilon = \frac{qR}{A \cdot T^4} \quad (1.6)$$

### 2.3.11. Buhar basıncı

Buhar basıncı, su buharının nemli hava içindeki kısmi basıncıdır. Nemli hava, su buharı ve kuru havadan oluşur. Dalton Yasası'na göre P toplam basıncı, Pb su buharının kısmi basıncı, Ph kuru hava basıncını ve Pd aynı sıcaklıktaki doyma basıncını gösterdiğine göre, buhar basıncı aşağıdaki şekilde verilebilir.

$$P = Ph + Pb + Ph + Q.Pd \quad (1.7)$$

### 2.3.12. Bağlı (İzafi) nem

Havadaki su buharı kısmi basıncının, aynı sıcaklıkta doymuş havadaki su buharı kısmi basıncına oranıdır. Bağlı nem,

$$Q = \left( \frac{Pb}{Pd} \right)_t \quad (1.8)$$

ifadesi ile tanımlanır.

### 2.3.13. Mutlak nem

Nemli havanın birim hacmine karşı gelen nem miktarı olup  $\tau$  ile verilir. Aşağıdaki bağıntı mutlak nemi tanımlamaktadır. Birimi  $\text{kg/m}^3$  'dür.

$$\tau_b = \frac{mb}{V} \quad (1.9)$$

### 2.3.14. Özgül nem

Su buharı kütlelerinin, kuru havanın kütlelerine oranıdır ve  $X$  ile tanımlanır. Özgül nem,

$$x = \frac{mb}{mh} \quad (1.10)$$

ifadesiyle verilir.

### 2.3.15. Çiğ noktası

Havanın verilen bir nem oranı için yoğuşma veya doyma sıcaklığı, çiğ noktası olarak adlandırılır. Doymuş havada sıcaklık, çiğ noktasının altına düştüğü zaman yoğuşma meydana gelir. Çiğ noktası sıcaklığı, su buharının yoğuşmaya başladığı noktadır.

### 2.3.16. Buhar kesiciler

Yapı elemanı içinde yayılan su buharını kesen aşırı yoğun malzeme tabakalarıdır. Pratikte su buharını tamamen kesmek imkansızdır. Genel olarak su buharını, yapı elemanının sıcak bölgesinde frenlemek gerekir.

### 2.3.17. Diffüzyon direnci

Diffüzyon direnci kuru malzemelerde sıcaklığa bağlı olmayan bir madde sabitesi olup, belli bir nem değeri olan malzemelerde nem köprüsünün etkisini taşır.  $\mu$  ile gösterilir.

### 2.3.18. Kısmi diffüzyon direnci

Malzeme kalınlığı  $S$  ile Diffüzyon direncinin, çarpımı olarak aşağıdaki gibi verilir.

$$r = S \cdot \mu \quad (1.11)$$

### 2.3.19. İzafi diffüzyon direnci

İzafi Diffüzyon Direnci,

$$P = S \cdot \mu \cdot N \quad (1.12)$$

ile verilir. Burada,

$$N = \frac{Rd T}{D} \quad (1.13)$$

şeklinde tarif edilebilir.

T: Malzeme tabakasının ortalama sıcaklığı, °C

D: Su buharının hava içindeki kütle yayılım katsayısı, m<sup>2</sup>/h

Rd: Su buharının gaz sabitini göstermektedir, kJ/kgK

### 2.3.20. Terleme

Terleme çığ noktası sıcaklığı ile ilgili olup, yapı elemanlarının yüzünde su buharının yoğuşması sonucu su haline dönüşmesidir.

### **2.3.21. Yoğuşma**

Yapı elemanlarının iç tarafında meydana gelen ve ilk oluşumda göz ile fark edilemeyen su birikimidir. Bu su birikimi eğer zamanla kurumuyorsa dışarı atılması gerekir. Bu nedenle, yapı elemanının korunması bakımından bir sınırı hiçbir zaman geçmemelidir [15].

## **2.4. Isı Yalıtımı İle İlgili Yönetmelikler**

### **2.4.1. ‘Yapıda ısı tesirlerinden korunma’ adlı yönetmelik**

1968 yılında yayınlanan “Yapıda Isı Tesirlerinden Korunma“ adlı yönetmelikte, İmar ve İskan Bakanlığı tarafından hazırlanan Halk Konutları Standardı’nın, uyulması zorunlu olmayan yardımcı bilgiler bölümünde “ısı tecridi” başlığı altında, yapının ve yapıda oturan insanların ısı tesirlerinden zarar görmemesini sağlamak bakımından, uygulamacılar için bilgi verilmiş ve tavsiyelerde bulunulmuştur [17].

### **2.4.2. 1972 tarihli yönetmelik**

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Tarafından 19.9.1972 tarihinde 14311 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanmıştır. Yakıt üretiminde ekonomi sağlanması, şehirlerde ısıtma tesirlerinin sebep olduğu hava kirliliğinin azaltılmasına ait yönetmelikte, son yıllarda süratle artan yakıt masraflarından tasarruf yapabilmek, devletçe daha az yakıt ithal edilerek, daha az döviz harcamak ve şehirlerde hava kirliliğini azaltmak için alınması zorunlu olan tedbirler sıralanmaktadır. Bu yönetmelikteki en önemli madde, çatılarda izolasyonun şart koşulduğu aşağıda açıklanan maddedir. “Binaların dış duvarları, kapıları, pencereleri, çatı altı tavanları, çatıları, döşemeleri, ısı kayıplarına karşı en uygun tarzda projelendirilecektir. Çatı altı tavanlarının ısı geçişine karşı izolasyonu mecburidir” [17].



### **2.4.3. ‘Isıtma ve buhar tesirlerinin yakıt tüketiminde ekonomi sağlanması ve hava kirliliğinin azaltılması’ adlı yönetmelik**

Uzun süren çalışmalar sonunda 31.3.1976 tarihinde “yakıt ve ısı ekonomisi için yapılarda yalıtım yapılması” ilgili alt komisyon karar almıştır. Bunun sonucunda Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanan, 3 Kasım 1977 tarihinde 16102 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan “Isıtma ve Buhar Tesirlerinin Yakıt tüketiminde Ekonomi Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması yönetmeliği” çıkarıldı. Bu yönetmelik o yıllardaki adı ile Batı Almanya’dan esinlenerek (DIN 4138) hazırlanmıştır. Bu yönetmeliğin amacı yakıt tüketiminde tasarruf sağlamak ve halk sağlığını tehdit eden hava kirliliğini azaltmaktır. Yönetmelik hükümlerine göre yapı projelerinde gerekli ısı yalıtım önlemleri alınmadığı takdirde, bu projelerin ilgili belediyelerce onaylanmayacağı ve inşaat izni verilmeyeceği kesin ifadelerle belirtilmiş olmasına rağmen bu yönetmelik imar mevzuatına girmediği için Başbakanlıkça iki genelge yayınlanmasına rağmen sonuç alınamamıştır [17].

### **2.4.4. TS 825**

Yapılardaki ısı kayıplarının azaltılması ile yakıt tasarrufu sağlanmasına yönelik bir çalışma olan T.S. 825 (Binalarda Isı Yalıtım Kuralları) T.S.E. tarafından 1970 yılında yayınlanmıştır. Bu standart yapıların ısı etkilerinden korunması bakımından gerekli kuralları ve bu amaçla yapıyı meydana getiren elemanların özelliklerini tespit eder. Standartın başlangıcında ısı ile ilgili tanımlamalar yapıldıktan sonra, ısı etkilerinden korunmanın önemi, koruma ilgili kurallar, hava tabakalarının ısı geçirgenlik dirençleri ile çeşitli yapı malzemelerinin ısı iletkenlik değerleri verilmiştir. Standartta ayrıca Türkiye iklim bakımından bir harita ile 3 bölgeye ayrılmıştır.

Bugün yürürlükte olan T.S. 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Haziran 1998 tarihinde ilgili sektör temsilcilerinin katılımları ile oluşturduğu bir komisyon ile 1981 (1985 Revizyon) tarihli “Bazı belediyelerin imar ve yönetmeliklerinde değişiklik yapılması ve bu yönetmeliklere yeni maddeler eklenmesi hakkında yönetmelik” olarak adlandırılan, mevcut ısı

yalıtım yönetmeliğinin T.S. 825 doğrultusunda revizyonu ile oluşturulan bu standardın revizyonu süresince 13 tane Avrupa ülkesinin Standartları incelenmiş, hesap metodunun belirlenmesi sırasında Avrupa Standardı EN 832 ve Dünya Standardı ISO 9264 Standartlarındaki hesap kabulleri esas alınmış, ayrıca Alman Standardı DIN 4108'den de faydalanılmıştır. Ülkemiz iklim şartlarına göre adaptasyon sağlanmış ve 29Nisan 1998 tarihinde kabul edilmiştir [17].

#### **2.4.4.1. TS 825'in amacı**

Bu standardın amacı; ülkemizdeki binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarını sınırlamayı, dolayısıyla enerji tasarrufunu artırmayı ve enerji ihtiyacının hesaplanması sırasında kullanılacak standart hesap metodunu ve değerlerini belirlemektedir.

Bu standart ayrıca;

- Yeni yapılacak bir binaya ait çeşitli tasarım seçeneklerine bu standartta açıklanan hesap metodunu ve değerlerini uygulayarak, ideal enerji performansını sağlayacak tasarım seçeneğini belirlemek,
- Mevcut binaların ısıtma enerjisi tüketimlerini belirlemek,
- Mevcut bir binaya yenileme projesi uygulamadan önce, uygulanabilecek enerji tasarruf miktarını belirlemek
- Bina sektörünü temsil edebilecek muhtelif binaların enerji ihtiyacını hesaplayarak, bina sektöründe gelecekteki enerji ihtiyacını milli seviyede tahmin etmek amaçlarına yöneliktir.[18].

#### **2.4.4.2. TS 825'in genel açıklamaları**

- a) Sıcaklık etkilerinden yeterli olarak korunmak sağlığa uygun, bir iç iklimsel çevrenin sağlanmasının temel şartıdır.
- b) Hacimlerin ısı ihtiyacı ve bunu sağlamak için yapılan ısıtma giderleri hacmi çevreleyen bileşenlerin ısı yalıtım ve ısı depolama yeteneklerine bağlıdır.

c) Sıcaklık etkilerinden yeterince korunma, hacmi çevreleyen bileşenlerin yüzeylerinde su buharı yoğunlaşmasını önler. Bileşenlerde sıcaklık değişimlerin oluşturduğu hareketleri küçültürse bu nedenle yapıda bu olaydan ileri gelebilecek zararları önleyerek, yakıt giderlerini azaltmakla birlikte, binanın bakım ve onarım giderlerini azaltır.

d) Binaların projelendirme döneminde alınacak önlemlerde (örneğin bina yerlerinin doğru seçilmesiyle) ısı ihtiyacı etkilenebilir. Rüzgar etkisi altındaki bir binada ısı kaybı, komşu binalar, bitki ve ağaçlarla korunmuş olanlara oranla daha çoktur.

e) Bina dış yüzeylerini büyütmenin ısı kaybını da o oranda arttıracığı, projelendirme döneminde göz önüne alınmalıdır.

f) Ayrık bir binadaki ısı kaybı, aynı büyüklük ve inşaat biçiminde yapılan bitişik düzendeki başka bir binaya göre daha fazladır.

g) Bir bina içindeki odaların birbiri ile olan ilişkisi (örneğin ısıtılan hacimlerin yan yana veya üst üste yerleştirilmesi) büyük önem taşır.

h) Isı kaybını önlemek için bina girişlerinde rüzgarlık yapılmalıdır. (Dış kapıdan ayrı olarak kendiliğinden kapanan ikinci bir kapı düzeni)

i) Büyük pencere yüzeyleri (çift yüzeyli pencere, bitişik pencere, özel birleştirilmiş, çok katlı camlı pencere bile olsa) ısı kaybını çoğaltır. Köşe odalarda, pencerelerin binanın dış duvarlarından yalnız birinde olması, ısı etkilerinden korunma yönünden daha doğrudur.

j) Bacalar ve tesisat boruları dış duvarlar üzerinde bulunmamalıdır. Bu önlem yakıttan tam yararlanma baca gazlarının soğumasını, baca kurum tutmasını tesisat borularının donmasını önleme bakımlarından önemlidir.

k) Duvar ve döşemelerin ısı depo etme yeteneği, kışın ısıtmanın durması halinde çabuk bir soğumayı; yazında özellikle güneş etkisi altında, yapı bileşenleri bulunan

hacimlerde, hava sıcaklığının gündüz saatlerinde aşırı yükselmesini önlemek bakımından gereklidir. Isı depo etme yeteneği yapı bileşeninin kütlesi ve yapıldığı malzemenin özgül ısısı ile doğru orantılıdır [19].

#### **2.4.4.3. TS 825'in getirdiği yenilikler**

a) Standart da bina bir bütün olarak ele alınmaktadır ve yıllık toplam ısıtma enerjisi ihtiyacı (Q<sub>yıl</sub>) sınırlandırılmaktadır. Q<sub>yıl</sub> ise, binanın toplam ısı kaybından hareketle ve binanın enerji kazançları da dikkate alınarak hesaplanmaktadır.

b) Eski standart U değerini, cephenin tamamı gibi kabul ediyordu bu durumda, cephedeki yalıtımsız betonarme elemanlardan kaynaklanan fazladan ısı kayıpları ihmal edilmiş oluyordu. Zaten çok yüksek olan sınır değerlere ilave olarak, ısı kaybının önemli bir bölümünde ihmal edilince; yalıtımsız binalar Standard da uygun çıktığı gibi; yalıtım malzemesi ile yapı malzemesi kavramları birbirine karışmaktadır.

c) Standardın yeni durumunda, duvar-kolon-kiriş-döşeme birleşimlerinde ısı yalıtım malzemesinin kesilmesinden kaynaklanan (yalıtlı duvarlar arasındaki yalıtımsız betonarme elemanlar) ısı köprüleri de dikkate alınmaktadır.

d) Eski standart da hava kaçakları ve havalandırma ile gerçekleşen ısı kayıpları dikkate alınmazken yeni standart bu kayıpları dikkate almaktadır.

e) Isı kaybı, etkin bir yalıtımla önemli ölçüde azaltılmış binalarda ısıtma sisteminin haricinde ısı üreten elemanlardan (insanlar, elektrikli aletler v.b.) elde edilen iç ısı kazançları ile saydam elemanlardan iç mekana ulaşan direkt güneş ışınlarından elde edilen dış ısı kazançları ısıtma enerjisi ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılarlar. Bu kazançları standart hesaplarda dikkate almaktadır.

f) Isı kaybı gece ve gündüz arasındaki büyük sıcaklık farklarının etkisinde meydana gelmektedir. Standartlardaki hesaplar ise sabit sıcaklık farkları için yapılmaktadır. Eski standart da olduğu gibi, iklim verilerinin tüm sezonu temsilen ortalama bir

değer ile belirtilmesi, sonuçların gerçek değerlerden büyük sapmalar göstermesine sebep olmaktadır. Bundan kaçınmak için ısıtma sezonunun küçük dilimlere ayrılması (gün veya ay) ve iklim verilerinin bu dilimlere aylık ortalama değerler olarak girilmesi gerçeğe daha yakın değerlerin elde edilmesini sağlayacaktır. Standarda bir binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı, aylık değerlerin ayrı ayrı hesaplanıp, bunların toplanması ile bulunmaktadır [17].

## **BÖLÜM 3. ISI YALITIM MALZEMELERİ**

### **3.1. Isı Yalıtım Malzemelerinin Tanımı**

Isı yalıtım malzemeleri; ısı geçişine karşı koyarak mevcut ısının uzun süre korunmasını sağlayan düşük ısı iletkenliğine sahip ürünlerdir [8].

Isı, binalarda ısı geçişine yüksek mukavemet gösteren özel olarak imal edilmiş ısı tutucu olarak nitelendirilen ısı yalıtım malzemeleri ile iç ortamlarda muhafaza edilmeye çalışılır.

Isı yalıtım malzemeleri ısı akımına karşı iyi bir direnç gösterirler. Isı iletiminin azalması kış şartlarında ısınma giderlerinin azaltacağı gibi yaz şartlarında da ısı kazancını azaltacağı için pahalı olan soğutma maliyetini düşürecektir.

Duvarlarda tavanda ve döşemede kullanılan ısı yalıtım malzemesi ile iç ortamdaki ısı konfora rahatlıkla ulaşılabilir. Kış şartlarının şiddetli olduğu iklimlerde ve bağıl rutubetin yüksek olduğu binalarda yüzeydeki yoğuşmayı engellemek için de yalıtım malzemesi kullanılması şart olmaktadır. Çünkü günümüzde kullanılan geleneksel konstrüksiyonlar kendi başlarına yeterli düzeyde yalıtım sağlayamazlar [20].

Isı yalıtım işleminin amacına tam ulaşması ve en iyi verimi alabilmek için ısı yalıtımında kullanılan malzemeleri ve bunların uygulamalarını çok iyi bilmek gereklidir. Günümüzde ısı yalıtımı sadece konutlarda duvarların, çatıların vb yerleri çeşitli malzemelerle kaplamaktan çok daha öteye gitmiş, gelişen teknolojiye bağlı olarak daha farklı yapıları (akıllı binalar, gökdelenler, uzay araçları vb) ortaya çıkması ve insanın konfor anlayışının değişmesinin sonucu, yalıtımın ve yalıtım işleminde kullanılan malzemelerin anlamı ve fonksiyonu değişmiştir.[8]

## **3.2. Isı Yalıtım Malzemelerinin Genel Yapısı**

### **3.2.1. Fiziksel şekilleri**

Sıcak ve soğuk yüzeylerin yalıtılmasında çeşitli malzemeler kullanılır. Bu malzemelerin bazıları doğal maddeler, bazıları ise yapay maddelerdir. Fiziksel yapıları çeşitli şekillerde bulunabilir. Fiziksel yapılarına bağlı olarak uygulanan yalıtım şekli bazı farklılıklar arz eder. Birçok yalıtım uygulamaları, gevşek dolgu olarak yapılabilir. Bu durumda yalıtım malzemesi yalıtılacak yere dökülür veya püskürtülerek yalıtım işlemi bitirilir.

Sıcak ve düzgün olmayan yüzeylere uygulanacak fleksibl bir malzeme, yüzeye fleksibl özellik kazandırarak yalıtımın ömrünü uzatır. Ayrıca, fiber, bir bandaj gibi borular üzerine sarılarak da uygulanabilir.

Plastik yalıtım malzemelerinin uygulanması biraz farklıdır. Bazı hallerde erimiş durumda bulunan malzeme, mala ile veya püskürtülerek yalıtım yapılabilir. Uygulandıktan sonra plastik rijit hale gelir.

Bazı özel durumlarda alüminyum levha dalgalı veya buruşuk bir formda yalıtım üzerine uygulanabilir [15].

Tablo 3.1. Yalıtımda Kullanılan Malzemelerin Şekillerine Göre Genel Uygunluğu [15].

<b>KULLANIM YERLERİ</b>				
Fiziksel şekil	Borular	Tanklar	Flanş, valf ve bacalar	Biçimsiz kaba şekiller
Katı	Genel kullanım için tavsiye edilir	Tank başları ısı gerilmeye uygun değilse tavsiye edilmez	Uygundur	Uygun değildir
Gevşek dolgu	Tavsiye edilmez	Uygun değildir	Uygun değildir	Şekil bir kutu içine koyulabilirse tavsiye edilir
Fleksibl (Bükülebilen)	Küçük hat veya geçici işler için tavsiye edilir	Genel kullanım için uygundur	Tavsiye edilir	Kullanılabilir, fakat gevşek dolgu ve plastik daha uygundur
Fleksibl bant veya şerit	Küçük hat veya geçici işler için tavsiye edilir	Uygun değildir	Tavsiye edilmez	Uygun değildir
Plastik	Küçük, fakat kompleks sistemler için uygundur	Geniş tanklar için püskürtme şeklinde tavsiye edilir	Küçük valflerde sistem devre dışında iken tavsiye edilir	Yalıtımın zor olduğu yer ve dört köşe borular için tavsiye edilir
İnce madeni levha (galvanize sac veya foil)	Borulara uygun değildir. Örtü olarak kullanılabilir	Tank uçları hafif olması isteniyorsa kullanılabilir	Uygun değildir	Uygun değildir

### 3.2.2. Isı yalıtım malzemelerinin iç yapısı

Isı yalıtımında kullanılan malzemeleri yapısal olarak 5 grupta toplamak mümkündür. Bu gruplar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

#### 3.2.2.1. Taneli olanlar

Bu gruba giren malzemeler tanecik halinde olup uygulamada malzemeler arasında hava boşlukları bulunmaktadır. Taneciklerin gelişi güzel sıralanması nedeniyle, tanecikler arasında hava hareketi oldukça yavaştır ve bu nedenle tanecikler arasında taşınım yolu ile ısı transferi azdır.



### **3.2.2.2. Lifli olanlar**

Malzemelerin lifleri arasındaki serbest hava kanallarının genişliği ve sayısı nedeniyle, yoğunlukları düşüktür. Lifler arasında oluşan hava filmleri, taşınım yolu ile oluşacak ısı transferine bir direnç oluşturur. Bu nedenle, taşınım yolu ile meydana gelen ısı transferi minimumdur. Lifli yalıtım malzemelerinde serbest hava kanallarının sayısını ve genişliğini azaltmak için dolgu yoğunluğunu arttırmak gerekir. Lifler arasında taşınım yoluyla oluşan ısı transferi, iletim yoluyla oluşan ısı transferinden her zaman daha fazladır. Bu tür malzemeler öncelikle ses yalıtımında tavsiye edilir.

### **3.2.2.3. Hücreli olanlar**

Hücreli yapıya sahip olan yalıtım malzemelerinde taşınım yoluyla ısı geçişinin minimum olması için, bu hücrelerin mümkün olduğu kadar küçük olması gerekir. Hücreli yapıya sahip malzemeler öncelikle ısı yalıtımında tercih edilmektedir.

### **3.2.2.4. Reflektif olanlar**

Bu gruptaki malzemeler düşük yutma katsayısına sahip olmaları nedeniyle, ısının büyük kısmını yansıtırlar.

### **3.2.2.5. Son grup malzemeler**

Yukarıda sıralanan 4 grup malzemenin iki veya daha çoğunun bir karışımından meydana gelir. Gerçekte tüm özellikleri bir arada bulunduran malzeme bulmak mümkün değildir [15].

## **3.3. Isı Yalıtım malzemelerinden istenilen özellikler**

Isı kazancını veya kaybını minimuma indirmek için yüzeyler yalıtılır. Uygulanacak yalıtım çeşidinin seçilmesi, her şeyden önce bilgi isteyen bir husustur. Bu nedenle,

yüzeyleerin yalıtılmasında seçilen malzemelerin uygunluğu ve fiziksel şekilleri önemlidir [6].

### **3.3.1. Su ve nemden etkilenmezlik**

Isı yalıtım malzemelerinin işlevlerini yerine getirebilmeleri için nemlenmemeleri ve ıslanmamaları gerekmektedir. Islanmaları durumunda malzemelerin kuru ve hareketsiz hava içeren boşlukları su ile dolduğunda yalıtım görevini yerine getiremez hale gelir. Bu durumdan kaçınmak için; su emme özelliğinin hiç olmaması istenir.

### **3.3.2. Yanmazlık ve alev geçirmezlik**

Genelde bu tür malzemelerin yanmaz olması ve yangının yayılmasına neden olmayacak nitelikte olması gerekir. Buna göre yapı ve yalıtım malzemelerinin yangın sırasındaki davranışlarını ölçmek için çeşitli deney metotları geliştirilmiştir. Bu deneylere tabi tutulan malzemenin davranışı ölçülür ve sınıflandırılır. Bu deney ve sınıflandırmalar Almanya'da DIN 4102, İngiltere'de BD 476 standardı ile belirlenmiştir.

### **3.3.3. Basınç mukavemeti**

Binalarda özellikle yatay ya da az eğimli yapı elemanlarının oluşturulmasında yeterli basınç mukavemetine sahip ısı yalıtım malzemelerine gereksinim vardır. Mukavemetin yetersiz olduğu durumda, malzemenin basınç mukavemetini arttırmaya yönelik önlemler alınmalıdır. Düşey yapı elemanlarında ısı yalıtım malzemelerinin kullanılmasında mukavemeti arttırmaya yönelik önlemler almaya ya da yüksek mukavemetli ısı yalıtım malzemesi kullanmaya gerek yoktur. Isı yalıtım malzemesinin yeterli basınç mukavemetine sahip olmaması durumunda malzeme, dış ortamdan üzerine etkiyecek kuvvetler karşısında hasara uğrayacak ve kendisinden beklenen görevi yerine getiremeyecektir.

### 3.3.4. Çekme mukavemeti

Isı yalıtım malzemelerinin yalıtıdığı her iki ortama bakan iki yüzü, farklı sıcaklıklara maruz kalır. Ortaya çıkan bu sıcaklık farklılıkları ısı yalıtım malzemesinde termal gerilmeler ve çekme gerilmeleri oluşturur. Bu nedenle genleşmeye karşı dayanıklılık ve özellikle eğilmeden kaynaklanan çekme gerilmelerinin karşılanabilmesi için ısı yalıtım malzemelerinin yeterli bir çekme dayanımına sahip olması gereklidir.

### 3.3.5. Buhar difüzyon direnci

Su buharı sıcaklığa ve bağıl neme bağlı olarak, kısmi buhar basıncı yüksek olandan düşük olana doğru ilerler ve ilerlerken de bir direnç ile karşılaşır. Her malzeme, kalınlığına bağlı olarak buhar difüzyonuna karşı koyar. Bu direncin, havanın su buharı difüzyon direncine oranı 'su buharı difüzyon direnç katsayısıdır. Malzemenin su buharını tamamen geçirmesi halinde  $\mu=1$ , hiç geçirmemesi halinde ise  $\mu=\infty$  (sonsuz) dur.  $\mu=10.000-100.000$  arasındaki malzemelere de 'buhar kesici' malzeme denir. Buhar direncinin hangi seviyede olacağı ısı yalıtım malzemesinin kullanılacağı yerin koşullarına bağlı olarak belirlenir. Bazı koşullarda ısı yalıtım malzemesinin su buharını tamamen geçirmesi istenileceği gibi, bazı koşullarda ise hiç geçirmemesi istenebilir. Bu durum o yapı elemanın çevrelediği mekânın koşullarından ve o yapı elemanın yapı tipinden kaynaklanır. Ancak ısı yalıtım malzemelerinde genellikle buhar difüzyon direncinin yüksek olması idealdir.

### 3.3.6. Birim hacim ağırlıkları

Genel anlamda yalıtım malzemelerinin birim hacim ağırlıklarının (yoğunluklarının) düşük olması ( $\rho = 10-1000 \text{ kg/m}^3$ ) istenir. Çünkü yalıtımı yapan esas etmen malzeme içinde bulunan hava boşluklarıdır. Yani birim hacim ağırlıkları düşük olan malzemelerin ısı yalıtım özelliği, birim hacim ağırlıkları fazla olan malzemelere göre daha iyidir.

### **3.3.7. Isı tutuculuk**

Isı yalıtım malzemelerinin temel işlevi olan ısı geçişlerini engellemesi için ısı tutuculuğunun yüksek olması gereklidir.

### **3.3.8. Boyutsal kararlılık**

Isı yalıtım malzemelerinin değişik dış etkenlerde hacim ve şeklini değiştirmemesi beklenir. Islandığı zaman şişen ve üzerine basıldığı zaman ezilen malzeme özelliğini yitirecektir. Bunun yanı sıra üretim sonrası malzeme kullanıma hazır hale geldikten sonra da zaman içinde deformasyona uğramamalıdır.

### **3.3.9. İşlenebilirlik**

Malzemenin istenilen yerde kullanılabilmesi için değişik aletlerle kesilebilmesi, delinebilmesi, çakılabilmesi, yapıştırılabilmesi, oyulabilmesi vb. işlemlerin kolaylıkla yapılabilmesine elverişli olması istenir.

### **3.3.10. Kimyasal etkenlere dayanıklılık**

Bütün diğer yapı malzemeleri gibi ısı yalıtım malzemeleri de kimyasal etkilere maruz kalır ancak ısı yalıtım malzemesinin zamanla niteliğini yitirmemesi ve dayanıklı olması beklenir.

### **3.3.11. Sıva tutuculuk**

Bünye yapıları gereği kullanılan yerlerde mekanik etkilere açık olmaları ve bitirme malzemeleri olmadıkları için, ısı yalıtım malzemelerinin başka bir malzeme ile korunması gereklidir. Bu bakımdan uygulanan sıvı katmanıyla arasında aderansın yeterli düzeyde olması gerekir.

### **3.3.12. Kokusuzluk**

Isı yalıtım malzemelerinde herhangi rahatsız edici bir kokunun, gerek uygulama esnasında, gerekse de uygulamadan sonra olmaması gerekir.

### **3.3.13. İnsan sağlığına ve çevreye zararlı olmaması**

Günümüzde yapılan her uygulamada göz ardı edilmemesi gereken bir konu da insan sağlığı ve çevre korumasıdır. Kullanılan ısı yalıtım malzemeleri genelde insanların yaşam alanlarında kullanıldığından dolayı, ısı yalıtım malzemeleri insan sağlığına tehdit oluşturacak tehlikeli maddeler içermemelidir. Ayrıca ısı yalıtım malzemeleri gerek kullanım sırasında gerekse de kullanımdan sonra imhaları sırasında doğaya da zarar vermemelidir.

### **3.3.14. Uzun ömürlü olması**

Yapılarda kullanılan ısı yalıtım malzemeleri kullanıldığı yerin ömrü ile uygun bir ömre sahip olmalıdır. Isı yalıtım malzemeleri uzun süreler boyunca görevini yerine getirecek nitelikte olmalı ve çeşitli etmenler karşısında çürümemelidir.

### **3.3.15. Parazitleri barındırmama ve parazitlere karşı dayanıklılık**

Isı yalıtım malzemelerinin gerek türlerine gerekse de bünye yapılarına bağlı olarak çeşitli hayvan, böcek, parazit vb canlıları barındırmaması ve bunların etkisiyle niteliklerini kaybetmemesi gerekir.

### **3.3.16. Ekonomiklik**

Yapılan bir ısı yalıtım işleminin optimum olabilmesi için en önemli etmen, en az maliyetle en iyi ısı yalıtımını sağlamaktır. Yukarıda sayılan özelliklerin hepsini tek bir ısı yalıtım malzemesinde bulmak pratik olarak zordur. Isı yalıtım malzemesinden istenen özellikler arttıkça, malzemenin fiyatı artmakta buna bağlı olarak da maliyetler yükselmektedir. Ayrıca yapılan bir işlemin mühendislik çalışması

olabilmesi için maliyetlerin de göz önüne alınması gerekir. Bu bağlamda ısı yalıtımı yapılacak bölge çok iyi analiz edilmeli, o bölgeden istenen özellikler belirlenmeli bu sayede ısı yalıtım malzemesinden istenmesi olası gereksiz özellikler çıkarılarak yalıtım için gerekli olan özellikler belirlenerek en iyi ısı yalıtımı en az maliyetle yapılmalıdır [8].

### 3.4. Türkiye’ de Üretilen Yalıtım Malzemeleri

#### 3.4.1. Cam yünü

Endüstrisi ilk olarak 1525 yıllarında kurulmuş olan cam, mısırlılar tarafından M.Ö. 2000 yıllarından beri bilinmekte idi. Avrupa’da camın 1919’lar dan itibaren yüksek sıcaklıkta eritilmesinden sonra çapları mikron boyutunda ince lifler halinde getirilerek ısı yalıtım malzemesi olarak üretilmesine başlanmıştır. Türkiye’de cam yünü üretimine ilk kez 1967 yılında başlamıştır. 1995 yılında ise Türkiye’de üretilen camyünü ikinci bir marka olarak sektörde yerini almıştır [17].



Şekil 3.1. Şilte Halinde Cam Yünü

İnorganik hammadde olan silis kumunun 1200 °C - 1500 °C sıcaklıkta elyaf hale getirilmesi sonucu yerli olarak üretilen bir ısı ve ses yalıtımı malzemesidir. Kullanım yeri ve amacına göre farklı boyut ve yoğunlukta değişik kaplama ve katkı malzemesi ile şilte, levha, boru ve dökme şeklinde üretilmektedir. Zamanla bozulmaz, çürümez, küf tutmaz, korozyon ve paslanma yapmaz, böcekler ve mikroorganizmalar tarafından tahrip edilemez. Çatı şiltesi olarak her türlü ahşap oturtma çatılarda, metal çatılar ve sandviç çatılarda kullanılır [21].

Tablo 3.2’de cam yününün fiziksel özellikleri belirtilmektedir [21].

Tablo 3.2. Cam Yününün Fiziksel Özellikleri

Yoğunluk(kg/m <sup>3</sup> )	14-100
Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/m.K)	0,04
Sıcaklık Dayanımı(°C)	-50/+ 250 °C
Su Emme Değeri (%) Hacimce	%3-10 (5 cm kalınlık için)
Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı ( $\mu$ )	1

Ergimiş camın çeşitli metotlarla lifli hale getirilmesiyle elde edilen cam yününün 6 çeşit üretim metodundan bazıları zamanla terk edilmiştir. (Tablo 3.3.)

Üretim Metotları:

1. Çubuk çekme metodu
2. Hanne tambur metodu
3. Meme çekme metodu
4. Meme üfleme metodu (Ovens-Corning metodu)
5. Savurma metodu
6. Kombine savurma ve uzatma metodu (Tel metodu)

Bugün dünya üretiminde en yaygın olarak Amerikan Ovens-Corning metodu ve Fransız-Saint-Gobin firmasının Tel metodu uygulanmaktadır.

Tablo 3.3. Camyününün Üretim Aşamasında Kullanılan Metotlara Göre Aldığı Özellikler

<b>METOD</b>	<b>LİF ÇAPI(<math>\mu</math>)</b>	<b>LİF BOYU(cm)</b>
Çubuk Çekme	10	5
Tambur	15	5
Meme Çekme	6	5
Meme Üfleme	10	5-30
Savurma	12-40	10-30
Kombine ve Savurma (tel)	3-5	5-25

Cam yününün basınç dayanımı yoğunluğunun düşük olması nedeniyle yük gelmesi söz konusu olan döşeme, çatı veya teraslarda kullanılması uygun olmamaktadır. Cam yünü dıştan yalıtımda sıvayla aderansının iyi olmaması nedeniyle bu şekilde kullanılmamakta ancak giydirme cephede kullanılabilir. İçeriden yalıtım uygulamasında ise iç yüzeyde terleme veya malzemenin sıcak tarafa kalan yüzüne

buhar kesici koyulması ve uygun havalandırma ile çözümlenmelidir. Cam yünün kapalı çatılarda merdiven aralarında kullanımı çatının havalandırılmasının sağlanması ile uygun olabilir. Çatı yalıtımında diğer bir uygulama çatı şiltesi olarak serilmesi ile de uygulanmaktadır [17].

### 3.4.2. Taş yünü

Taş yünü, kireçtaşı, dolomit ve feldspat gibi minerallerden elde edilen lifli bir yalıtım malzemesidir. Taş yünün keşfinden önce cüruf yünü yaygın olarak üretiliyordu. İlk olarak 1875 de yine Amerika'nın New Jersey eyaletindeki Stanhope'da başlarken İngiltere deki tek ticari üretim 1885 de Manchester da yapılmıştır. Kireç taşı çökeltisinin eritilebilir olduğu ve ticari yün şekline sokulabileceği 1897 de Alex Andra tarafından keşfedip üretimine başlanmıştır. Avrupa da cüruf yünü yerine taş kullanan üretici firmalar taş yünü üretimine geçmişlerdir. Türkiye deki ilk üretim 1993'te başlamıştır [17].

İnorganik hammadde olan bazalt taşının 1350 °C - 1400 °C de sıcaklıkta elyaf haline getirilmesi sonucu üretilen bir ısı ve ses yalıtım malzemesidir. Kullanım yeri ve amacına göre farklı boyut ve yoğunlukta değişik kaplama malzemeleri ile şilte, levha, boru ve dökme şeklinde üretilmektedir. Sıcağa ve rutubete maruz kalması halinde dahi boyutlarında bir değişme olmaz [11].Tablo 3.4'de taş yününün fiziksel özellikleri belirtilmektedir.

Tablo 3.4. Taş Yününün Fiziksel Özellikleri [11].

Yoğunluk(kg/m <sup>3</sup> )	30-150
Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/m.K)	0,04
Basınç Dayanımı(N//mm <sup>2</sup> )	Yüklenemez
Sıcaklık Dayanımı(°C)	650-1000
Higroskopik Denge Nemliliği	≤0,2
Su Emme Değeri (%) Hacimce	%2-3(5 cm kalınlık için)
Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı (μ)	1



Taş yünü üretiminde kullanılan bozalt yağmur almayacak şekilde depolanarak temiz ve çamursuz olmasına özen gösterilmesi gerekmektedir. Ayrıca bozaltın topraklı yapıda olmaması, çabuk kırılmaması, deformasyona uğramamış olması gerekmektedir. Çünkü erimiş haldeki bozaltın akmasını bu özellikler sağlamaktadır. Bozalt Tekirdağ ili Çorlu-Karatepe mevkiinde bulunmaktadır. Üretim sırasında silolara doldurulan bozaltlar otomatik bir kürekle 1500 derece sıcaklıktaki fırına taşınır.

Taş yünü mukavemetinin yoğunlukla doğru olarak değişmesinden dolayı üzerine yük gelecek çatılarda kullanıldığında bu yükü karşılayacak mukavemete sahip olan tipleri kullanılmaktadır.

Su yalıtımlı uygulamalarda taş yünün buhar geçirgenlik direnci küçük olduğu için sıcak yüzünde buhar kesici uygulanmalıdır. Yeterince havalandırma sağlanan eğik çatılarda sıcak yüzeyde buhar kesici kullanılmasına gerek yoktur.

Mineral yünü ısı yalıtım levhaları noktasal yüklere karşı dayanıklı olmamaktadır. Özellikle şilte halinde çatı arası döşemesinde serilmesi istendiğinde üzerine herhangi bir şekilde yük konulamayacağından emin olunmalıdır. Önlem alınmalıdır. Üzerinin tekil yüklerle karşılayabilecek bir kaplama ile kaplanması ya da kiremit altı yalıtım seçenekleri düşünülmelidir. Zemine oturan döşemelerde ısıtılmayan bodrum ve bina girişleri vs. üzerindeki döşemelerin ısı yalıtımında mekanik mukavemetleri yeterli düzeyde olan taş yünü levhaları buhar ve su etkisini de dikkate alacak detaylandırma çözümleri ile kullanılabilirler [17].

### **3.4.3. Expande polistiren (EPS)**

Polistiren kompakt olarak ilk defa 1930'lar da üretilmesine rağmen polistiren sert köpük (yapay organik bir ısı yalıtım malzemesi) ilk olarak Avrupa'da 1952 yılında Alman BASF firması tarafından kalıp içinde şişirme metodu ile üretilmiştir. Zamanla çeşitli firmalar tarafından değişik markalarla üretilmesine karşı Türkiye de BASF firmasının patent adı olan Styropor adıyla yaygınlaşmıştır.

Terma plastik bir malzeme olan EPS ülkemizde ilk olarak 1960'lı yılların başında soğuk hava depoları ile ticari buzdolabı üreticilerinin ihtiyacını karşılamak üzere üretimine başlanmış ve uzun yıllar sadece bu sektörlerde kullanılmıştır. Türkiye 'de ancak 1986' dan sonra inşaatlara girebilen EPS diğer ülkelerde başlangıçtan itibaren inşaatlarda kullanılmaktadır. Sahip olduğu teknik özellikler ve ucuz oluşu nedeniyle günümüzde inşaatlarda, diğer ülkeler ve Türkiye de en çok kullanılan yalıtım malzemelerindendir [17].

EPS, petrolden elde edilen, köpük halindeki, termoplastik, kapalı gözenekli, tipik olarak beyaz renkli bir ısı yalıtım malzemesidir. Kullanım yeri ve amacına göre farklı boyut ve yoğunlukta, değişik kenar ve yüzey şekillerinde levha ve kalıp olarak üretilmektedir. Tablo 3.5'de EPS'nin fiziksel özellikleri verilmiştir [11].

Tablo 3.5. EPS'nin Fiziksel Özellikleri

Yoğunluk(kg/m <sup>3</sup> )	10–40
Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/m.K)	0,029-0,046
Basınç Dayanımı(N/mm <sup>2</sup> )	0,0006-0,35
Makaslama Dayanımı(N/mm <sup>2</sup> )	0,008-0,29
Bükülme Dayanımı(N/mm <sup>2</sup> )	0,013-0,68
Bükülme Dayanımı(N/mm <sup>2</sup> )	0,013-0,7
Basınç Altında Elastik Modül(N/mm <sup>2</sup> )	0,38-3
Sıcaklık Dayanımı(°C)	-180/+100
Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı ( $\mu$ )	80–225

EPS' in kullanım alanları geniştir. Duvarların dıştan yalıtımında rahatlıkla kullanılmaktadır. Ancak geleneksel sıva ile aderansı zayıf olduğu için polimer esaslı ince sıva kullanılır. Sıva ile malzeme arasına ise kanaviçe konmalıdır.

EPS içten yalıtım uygulamalarında tavan yalıtımında kullanılabilir. Ancak, lifli malzemelere göre yüksek buhar direnç özelliğine rağmen iç ortamda buhar difüzyonuna yüksek olması ihtimali nedeniyle kesit içinde yoğuşma kontrolü yapılması gerekmektedir. Ayrıca içten yalıtım ısı köprülerine çözüm EPS, duvarında ortadan yalıtım uygulamasında da kullanılabilir.

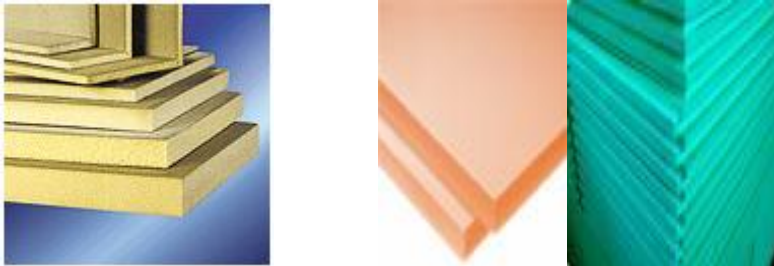
Teras çatıların ve döşemelerin yalıtımında çatının gezilen veya gezilmeyen çatı olmasına göre uygun ekonomik özellikteki ürünlerin seçilmesi gerekmektedir. Ancak ışınlarla maruz kalmaması gerekmektedir. Zamanla moleküller yapı değişikliğine uğrayarak, toz halinde dökülmeye başlar. Bu nedenle teras çatılarda kullanıldığında üzeri keçe ve çakıl taşı ile kaplanması gerekmektedir. EPS ile teras altı Uygulamalarında genellikle altta buhar dengeleyici veya kesici üstte ise su yalıtımı bulunmaktadır. Buhar kesici ve su yalıtımı birbirlerinin üzerine binmeli arada buhar geçişine imkân verecek bir açıklık kalmamalıdır.

EPS tüm polimerlerde olduğu gibi yanıcı bir malzemedir. B türü olanlar ısı yalıtımı amacıyla kullanılmalı ve malzemenin sıva v.b. yanmaz bir malzeme ile kaplanması daha iyi bir çözüm olmaktadır.

EPS ses yalıtımı amacına yönelik kullanılacak ise levhanın üretiminden sonra özel bir işlemde geçilmesi gerekmektedir. Çünkü normal ısı yalıtım levhalarının yeterli ses yalıtım özellikleri yoktur [17].

#### 3.4.4. Extrude polistiren (XPS)

Kısa adı XPS olan ekstrude (haddeden çekme) polistiren, sert köpüğün banttan çekilerek üretilen tipidir. İlk kez, ikinci dünya savaşından hemen sonra Amerika'da DOW Chemical Company tarafından köpürtme metoduyla üretilmiştir. Daha sonra Avrupa'da Alman Basf firması tarafından üretilmeye başlanmıştır. XPS kullanımının yaygınlaşmaya başlaması üzerine çeşitli ülkeler üretime geçmişlerdir [17].



Şekil 3.2. Levhalar Halinde Üretilmiş Ürünler

XPS levha, polistiren ham-maddesinin ekstrüzyonla levha halinde çekilmesiyle üretilen bir ısı yalıtım malzemesidir. Üretim tekniği dolayısıyla kapalı gözenekli ve

bünyesine su almayan bir ısı yalıtım malzemesidir. Kullanım yeri ve amacına göre farklı boyut ve yoğunlukta değişik kenar ve yüzey şekillerinde levha olarak üretilmektedir. Tablo 3.6'de XPS'nin fiziksel özellikleri belirtilmektedir [11].

Tablo 3.6. XPS'nin Fiziksel Özellikleri

Yoğunluk(kg/m <sup>3</sup> )	25-48
Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/m.K)	0,03
Basınç Dayanımı(N/mm <sup>2</sup> )	0,15-0,35
Makaslama Dayanımı(N/mm <sup>2</sup> )	60
Bükülme Dayanımı(N/mm <sup>2</sup> )	60
Sıcaklık Dayanımı(°C)	-50/+75
Boyca Isısal Genleşme Katsayısı(1/°C)	0,07
Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı ( $\mu$ )	80-225

XPS'nin EPS gibi hemen hemen her yerde kullanılması mümkün olabilir. Ancak her iki malzeme de giydirme cephe yalıtımlarında ancak her kat seviyesinde yangın durdurucularının hava akışının tamamen kesmesinden sonra kullanılabilir. Yine de giydirme cephelerde hava alanı ısı yalıtım malzemesinin yüzünü yalıyor ise yanmaz ısı yalıtım malzemelerinin kullanılması daha uygun olmaktadır.

XPS dış duvarların içten ve dıştan yalıtımları ile toprak altı dış duvar yalıtımlarında kullanılabilir. Dış duvar rutubetini içeriye taşımadığından duvar iç yüzeyinin kuru kalmasının sağlamaktadır. Buna rağmen duvarda yoğuşma kontrolünün yapılması gerekmektedir. İç mekânlarda EPS ve XPS üzerine de alçı sıva veya alçı pano uygulanabilir.

Ancak ses yalıtımında, akustik yarar sağlamaması ve yanıcı olması bu yöndeki kullanımlarda önlem alınmasını gerektirmektedir.

Hemen hemen bünyesine hiç su almaması ve yüksek basınç mukavemeti sebebiyle normal yapı döşemelerinde ve yürüyen veya yürümeyen teras çatılarda kullanılabilir [17].

### 3.4.5. Poliüretan köpük (PUR)

Köpüklendirilmiş poliüretan yapıların yalıtımı için kullanılan plastik esaslı bir köpüktür. Poliüretan esaslı köpük üretimi 1937 yılında Almanya'da BAYER firmasında çalışılmış 1951 yılında poliüretan köpüğü üretim ve uygulama alanına girmiştir. Aynı yıllarda Amerika'da ikinci dünya savaşından hemen sonra İngiltere'de de üretilmeye başlanmıştır [17].

Poliüretan, iki ayrı kimyasal komponentin bir araya getirilmesi ile üretilir. Levha, sandviç panel ve püskürtme yöntemiyle kullanılan bir ısı yalıtım malzemesidir. Tablo 3.7'de poliüretanın fiziksel özellikleri verilmiştir [11].

Tablo 3.7. Poliüretanın Fiziksel Özellikleri

Yoğunluk(kg/m <sup>3</sup> )	30-40
Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/m.K)	0,035
Su Emme Değeri (%) Hacimce	%3-5
Sıcaklık Dayanımı(°C)	-200 / +110 °C
Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı ( $\mu$ )	30-100

Poliüretan genellikle ülkemizde sanayi yapılarında kullanılmak üzere üretilen iki metal yüzey arasındaki yalıtım malzemelerinden oluşan sandviç panellerde, ısı yalıtım plakası, buzdolabı, soğuk oda, kamyon kasası yalıtımları, boru ve tank yalıtımları v.b. kullanılmaktadır [17].

### 3.4.6. Cam köpüğü

Cam köpüğü, toz camın karbon ile birlikte ergitilmesiyle elde edilir v kapalı cam hücrelerine sahiptir. Kabuk, levha, pano, blok veya kesilmiş parça olarak bulunabilirler. Su ve buhar geçirmezler, hidroskopik ve kapiler değildirler. Kimyasal etkilere karşı dayanıklıdırlar ve çürümez, küflenmez ve haşarat barındırmazlar.

Cam köpüğünün kullanım sıcaklığı -260/ +430 °C aralığındadır. Isı iletkenlik hesap değeri +20 °C için 0,052 W/mK, su buharı difüzyon direnç faktörü 10.000 'dir.

BS476 standardına göre yanmaz (Class 0) malzemedir. Su emmez. Hisroskopik ve kapiler değildir. Yoğunluğu  $100-200 \text{ kg/m}^3$ , basınç dayanımları  $48-880 \text{ ton/m}^2$  aralığındadır [22].

### 3.4.7. Fenol köpüğü

Fenol köpükleri (PF), fenol-formaldehit bakalitine anorganik şişirici ve sertleştirici maddelerin katılmasıyla düşük ( $30-60 \text{ kg/m}^3$ ) ve yüksek ( $80-120 \text{ kg/m}^3$ ) yoğunlukta olmak üzere iki şekilde elde edilebilen malzemeler olup, blok, pano, plak, kabuk veya yerinde döküm olarak kullanılabilirler. Fenol köpükler açık gözenekli yapıları sebebiyle, su, hava ve buhara karşı yalıtımları düşüktür. Kırılgan ve düşük mekanik dayanımdadırlar.

Fenol köpüklerin kullanım sıcaklığı  $-180/ +150 \text{ }^\circ\text{C}$  aralığındadır. Isı iletkenlik hesap değeri ortalama  $0,036 \text{ W/mK}$  'dır. Su buharı difüzyon direnç faktörü  $10-50$  arasındadır. Kolay su alabilen, kapiler özelliktedirler. Yanma sınıfı BS476 standardına göre Class 1 'dir. Yoğunluğu  $30-50 \text{ kg/m}^3$ , basınç dayanımları  $10-15 \text{ ton/m}^2$  aralığındadır [22].

### 3.4.8. Polietilen köpük

Polietilen esaslı malzemeler etilen ve propilenden hazırlanan polimerlerden imal edilen esnek ve yarı esnek, gözenekli, plastik esaslı malzemelerdir. Polietilen köpükten mamul, kalıptan ekstrüzyon yöntemiyle çekilerek boru ve levha halinde üretilmektedir. Polietilen mamullerin dış yüzeyi düzgün olarak elde edilebilmektedir (Şekil 3.3). Kapalı hücre yapılı, ekstrüzyon ile üretilmiş polietilen mamul, dayanıklı, güvenilir, ekonomik ve kullanımı kolay bir yalıtım malzemesidir. Zehirli gaz içermez, kimyasal olarak nötr ve kokusuzdur. Günümüzde, gerek sanayi gerekse de yan sanayide çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Polietilen esaslı malzemeler;

- Düşük yoğunluğu,
- Elastikliği,
- Düşük ısı iletkenliği,

- Yüksek su buharı direnci,
- Bünyesine su almaması,
- Yüksek darbe dayanımı,



Şekil 3.3. Polietilen Köpük gibi üstün özellikleri ve mekanik özellikleri ile özellikle yalıtım alanında aranan bir üründür [8].

### 3.4.9. Mantar levhalar

Bilinen en eski bitkisel kökenli yalıtkanlardan biri olan mantar, taneli bir yapıda olup, doğal mantar veya meşe mantarı olarak da bilinir.

Heterojen yapılı ve örnekten örneğe değişen ısı iletkenlik katsayısına sahip olan mantar, piyasada kabuk, pano, karo vb. şekillerde bulunmaktadır. Ayrıca mantar, bir bağlayıcı ya da çimento harcına katılarak, ısı tutucu katkılı sıva veya sap halinde de uygulanabilmektedir. Genel özellikleri açısından yapıştırılması, çivilenmesi, kesilmesi kolay, çürümemesi bulunmaktadır. Bu özelliklere ek olarak higroskopik olan, kimyevi maddelere dayanıklı, ancak halojenlere, amonyaka ve eter yağlarına dayanıksız olan mantar, basınç altında bitüm gibi bir bağlayıcı eklenerek daha dayanıklı levha mantarlar elde edilebilmektedir. Bu tür levha mantarlar zor yanan, hemen hemen su almayan ve haşarat barındırmayan özelliktedirler [11].

Mantar levhaların kullanım sıcaklığı  $-180/+110$  °C aralığındadır. Isı iletkenlik hesap değeri  $0,04 - 0,055$  W/mK, su buharı difüzyon direnç faktörü 10-35 arasındadır. Hidroskopiktir, havanın nemini çeker. Su emmez. Yanma sınıfı BS476 standardına göre Class 3 'tür. Yoğunluğu  $80-500$  kg/m<sup>3</sup> aralığındadır ve basınç dayanımları N/A'dır [22].

### 3.4.10. Ahşap lifli levhalar

Yoğunluk

Kullanım Sıcaklığı Aralığı : +110 °C

Isı İletim Katsayısı : 10 °C ortalama sıcaklık için 0.1 W/mK

Su Buhar Geçişi : 180 µgm/Nh [15].

### 3.4.11. Genleştirilmiş perlit (EPB)

Perlit inci taşı anlamına gelmektedir. Perlitin hammaddesi camsı bir volkanik kaya olup, değişik gri tonlarında bulunmaktadır.

Yoğunluk

Kullanım Sıcaklığı Aralığı : -250 / +1000 °C

Isı İletim Katsayısı : 10 °C ortalama sıcaklık için 0.057 W/Mk [15].

### 3.4.12. Genleştirilmiş mantar (ICB)

Yoğunluk :112 kg/m<sup>3</sup>

Kullanım Sıcaklığı Aralığı : -180 / +100 °C

Isı İletim Katsayısı : 10 °C ortalama sıcaklık için 0.038 W/Mk

Su Buhar Geçişi : 20-40 µgm/Nh [15].



### 3.5. İthal Edilen Bazı Yalıtım Malzemeleri

#### 3.5.1. Seramik yünü

Seramik yünü çok yüksek sıcaklarda kullanılan lifli bir yalıtım malzemesidir. Tas yününün kullanılmadığı 1200–1400 °C sıcaklıklar için kullanılır. Rulo, levha ve dökme şeklinde bulunup beyaz renklidir. (Şekil 3.4). Yoğunluğu malzemenin şekline göre 100–150 kg / m<sup>3</sup> arasında değişir. Yumuşak bir malzeme olması sebebiyle, levha tiplerinin bile basınca dayanımları çok düşüktür. En önemli özelliği yüksek sıcaklığa dayanabilmesidir. 160 kg / m<sup>3</sup> yoğunluğundaki rulo tiplerinin ısı iletkenlikleri aşağıda verilmiştir (Tablo 3.8). Seramik yünü yanmaz özelliktedir. Hidroflorik asit ve fosforik asit dışında diğer asitlerden etkilenmez. Islanma ve diğer özellikler bakımından lifli malzemelere benzer nitelikler taşır. Ülkemizde üretimi olmayıp, ithal edilmektedir. Dolayısıyla da fiyat yönünden tüm lifli malzemelere oranla en pahalı olanıdır. Seramik yünü diğer lifli malzemelerde olduğu gibi rulo, levha, halat vs. şeklinde bulunur. Prefabrik boru halinde üretilmez [8].



Şekil 3.4. Seramik Yünü

Tablo 3.8 Rulo Tipindeki, 160 kg / m<sup>3</sup> Yoğunluğundaki Seramik Yününün Sıcaklığa Bağlı Olarak Isı İletim Katsayısının Değişimi

°C	400	600	800	1000	1200
$\lambda$ ( W / mK )	0,0688	0,0946	0,1376	0,1806	0,2752

### 3.5.2. Melamin köpüğü

Melamin köpüğü yüksek ses yutuculuğu ve mükemmel ısı yalıtım özelliğine sahip bir malzemedir. Hafif ve kolay uygulanabilmesi, dekoratifliği ile günümüzde bu alanda yaygın kullanımı olan bir malzemedir. Lif ve elyaf erozyonu yoktur. Dekoratif ve estetikdir. Çeşitli tip ve boyutlarda piyasaya sunulmaktadır (Şekil 3.5). Melamin köpüğünün başlıca teknik özellikleri aşağıdaki gibidir;



Şekil 3.5. Melamin Köpüğü Blokları

Yoğunluğu	: 11 kg/m <sup>3</sup>
Isıl İletkenlik Katsayısı	: 0,034 W/mK
Ses Yutma Sayısı	: 0,30-1,20
Kullanım Sıcaklığı	: -60 °C ile +150 °C
Yangın sınıfı	: Class 0 (BS 476, Part 6-7) [8].

### 3.5.3. PVC köpük

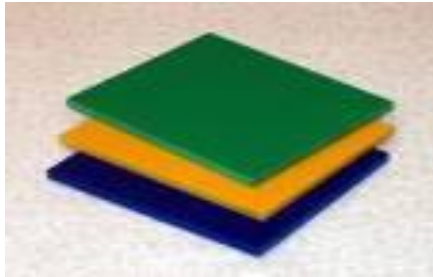
PVC köpük, polivinilklorid esaslı termoplastik bir malzemedir ve sert, yarı sert veya yumuşak olarak üretilebilir. Gözenek yapısı ve sayısı üretim yöntemine göre değişmektedir. Yüksek basınç sistemi ile üretimde kapalı gözenekli; alçak basınç sisteminde karışık gözenekli veya açık gözenekli; basınçsız üretimde ise açık

gözenekli malzeme elde edilir (Şekil 3.6). Isıl iletkenlik katsayıları  $40 \text{ kg/m}^3$  için  $\lambda=0,038 \text{ W/mK}$ 'dir. PVC köpüğünün sıcaklığa bağlı ısı iletim katsayısı aşağıda Tablo 3.9'da verilmiştir.

Tablo 3.9. PVC'nin Sıcaklığa Bağlı Isıl İletkenlik Değerleri

Ortalama Sıcaklık (0C)	Isıl İletkenlik Katsayıları ( W/mK)
0	0,057
100	0,065
200	0,073
300	0,085
350	0,092

PVC'lerin yoğunlukları imalat seklene göre  $30\text{-}300 \text{ kg/m}^3$  arasında ayarlanabilir. Yapı sektöründe  $30\text{-}40 \text{ kg/m}^3$  olanı kullanılır. Sert levhalar kırılğan olup, yumuşak olanları elastiktir. PVC köpüğü dayanıklılığı ince kaplamalarla önemli ölçüde arttırılabilir [8].



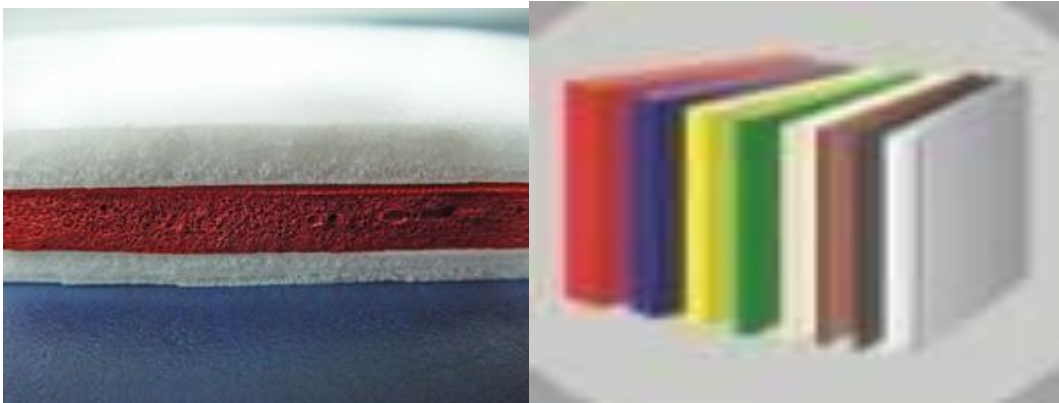
Şekil 3.6. Levha Halinde Üretilmiş PVC Köpüğü

### 3.5.4. Elastomerik kauçuk köpüğü

Kauçuk köpüğü esaslı elastomerik yalıtım ürünleri ülkemize 10-15 yıl önce gelmiş ve kullanımı gitgide yaygınlaşmıştır. Tamamen esnek, kapalı hücreli, genleştirilmiş siyah esnek sentetik kauçuk boru ve levhalardır (Şekil 3.7). Bünyesindeki yüksek orandaki kauçuğun sayesinde farklı uygulama alanlarında kullanılacak esnekliği sağlar. Sıcak borularda ısı kaybını, soğuk borularda ise ısı kazancını önemli miktarda azaltır.

Elastomerik kauçuk köpüğü için, kullanıldığı sıcaklığa bağılı olarak, ısı iletim katsayısı değeri aşağıdaki gibi verilmektedir;

- -20 °C için  $\sigma = 0,034 \text{ W/mK}$
- 0 °C için  $\sigma = 0,036 \text{ W/mK}$
- +20 °C için  $\sigma = 0,038 \text{ W/mK}$



Şekil 3.7. Levha Halinde Üretilmiş Elastomerik Kauçuk Köpüğü DIN

Elastomerik kauçuk köpüğü mekanik bakımdan 60-90 kg/m<sup>3</sup> arasındaki yoğunluklarda mükemmel bir esnekliğe sahiptir. Basma mukavemeti 14-35 kN/m<sup>2</sup> (%25 deformasyon) dir [8].

Aşağıdaki Tablo 3.10. 'da ısı yalıtım malzemelerinin fiziksel özellikleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 3.10. Isı Yalıtım Malzemelerinin Fiziksel Özellikleri

	Camyünü	Taşyünü	EPS	XPS	PUR	Cam Köpüğü	Fenol Köpüğü	Mantar Levha
Yoğunluk(kg/m <sup>3</sup> )	14-100	30-150	10-40	25-48	30-40	100-200	30-50	80-500
Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/m.K)	0,04	0,04	0,029-0,046	0,03	0,035	0,052	0,036	0,04 – 0,055
Sıcaklık Dayanımı(°C)	-50/+ 250	650-1000	-180/+100	-50/+75	-200 / +110	-260/+430	-180/+150	-180 /+110
Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı ( $\mu$ )	1	1	80-225	80-225	30-100	10.000	10-50	10-35

## **BÖLÜM 4. ISI YALITIM UYGULAMALARI**

### **4.1. Duvarlarda Isı Yalıtımı**

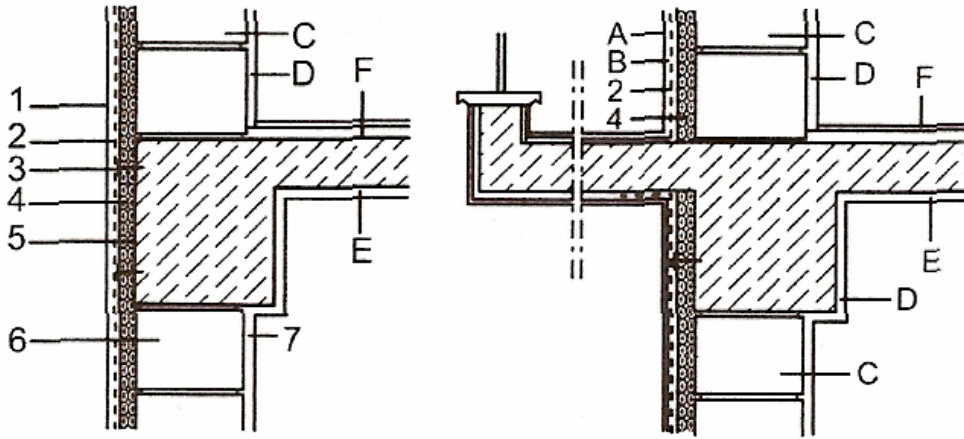
Binalarda dış duvarlardan olan ısı kaybı binanın yüksekliğine göre artar. Diğer bir ifadeyle dış yüzey ne kadar büyürse, ısı kayıplarda o ölçüde artmaktadır. Çok katlı binalarda toplam ısının yaklaşık %40'ı dış duvarlar yoluyla kaybolur. Tek katlı binalarda dış yüzeyin küçülmesi nedeniyle, ısı kayıpları %25'e düşer. Bu rakam, Türkiye'nin toplam enerji talebinin %14'üne karşı gelmektedir.

Binaların dış duvarların doğrudan atmosferik şartlara maruzdur. Özellikle dört iklimin yaşandığı ülkemizde, yapı bileşenlerinde oluşan genleşme ve büzülme gibi fiziksel değişimler, binaların güvenilir ve uzun ömürlü olmasına negatif yönde etki eder. Fiziksel değişimleri önlemek ve daha güvenilir mekânlara kavuşmak için, binalar standart ve yönetmeliklere uygun yalıtım malzemeleriyle yalıtılmalıdır [15].

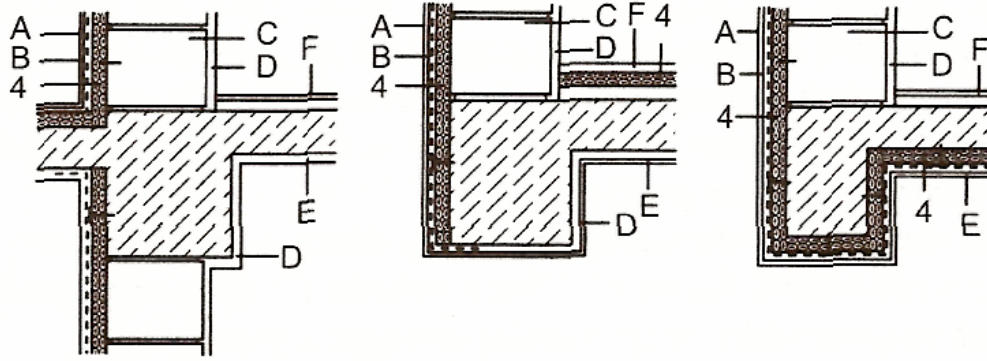
#### **4.1.1. Dıştan ısı yalıtımı**

Dış duvarların yalıtımında duvar yüzeyleriyle birlikte kolon, giriş, lento, hatıl ve perdeduvar gibi yapı elemanlarını da yalıtım gerekir. Bu elemanların yalıtılmasıyla, ısıköprüleri ortadan kalkar ve yapı elemanları atmosferik şartlara karşı korunur.

Dıştan yalıtılmış bir dış duvarın yalıtım detayı Şekil 4.1' de verilmiştir. Şekilde düşük döşemeli balkon-duvar birleşimi, balkon duvar birleşimi, ve çıkma-duvar birleşimi detayları gösterilmiştir.



Balkon-duvar birleşimi

Düşük döşemeli  
balkon-duvar birleşimi

Çıkma-duvar birleşimi

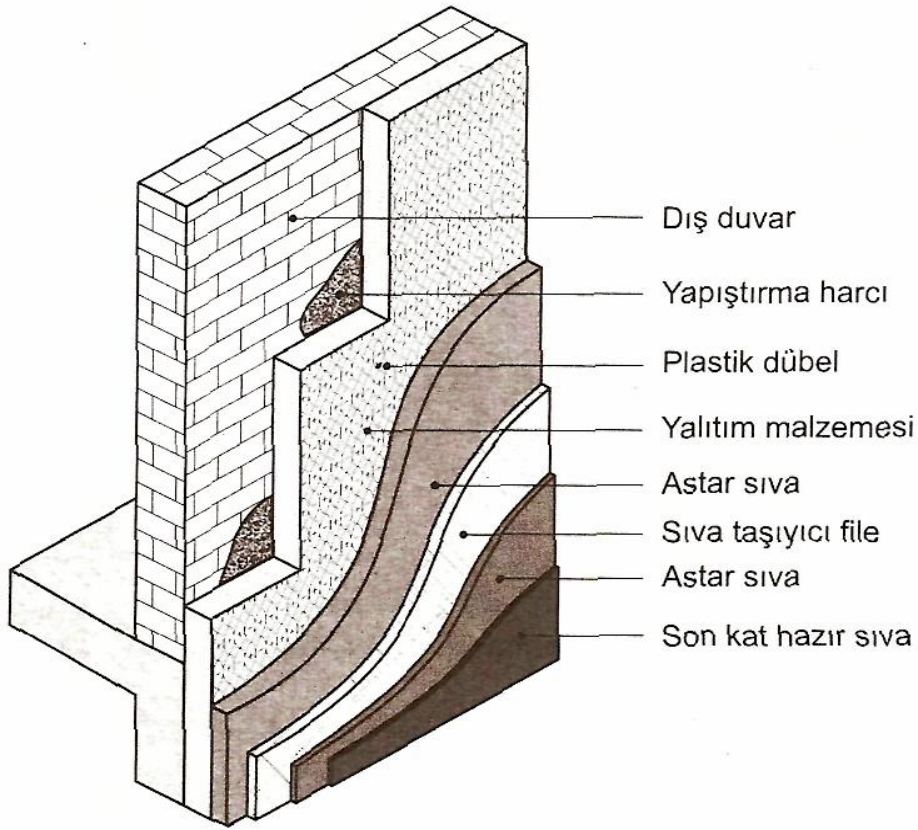
Şekil 4.1. Dıştan Yalıtımlı Duvar[15]

A.Dış cephe kaplaması, B.Sıva, C.Duvar konstrüksiyonu, D.İç sıva, E.Tavan sıvası, F.Döşeme kaplaması.

1. Dış cephe kaplaması, 2. File taşıyıcılı ince sıva veya Rabitz telli normal dış sıva, 3. Dübel (ısı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur), 4. Isı yalıtımı, 5. Yapıştırıcı (ısı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur), 6. Duvar konstrüksiyonu, 7. İç sıva

Dıştan yalıtımlı duvarlar Şekil 4.1, dıştan yalıtılmış bir dış duvarda yalıtım detaylarının perspektifi Şekil 4.2'de verilmiştir. Yalıtım levhaları, yüzeye yapıştırıcı sürüldükten sonra aralarında boşluk kalmayacak şekilde duvara tespit edilir.

Yapıştırma harcı genel olarak yaklaşık 24 saatte kurur. Harç kurduktan sonra yalıtım levhalarını sağlamlaştırmak için özel yalıtımlı dübellerle  $m^2$  'ye 6 adet gelecek şekilde levhalar dübellenir. Yalıtım levhası üzerine çok ince astar sıva yapılır. Astar sıva üzerine cam kumaşı esaslı  $145-160 \text{ gr}/m^2$  olan file, kenarları 10 cm birbirinin üzerine girebilecek şekilde yerleştirilir. File üzerine yine astar bir sıva atılır. Bu katmanlar kurduktan sonra son kat sıva yapılarak yalıtım uygulaması tamamlanır [15].



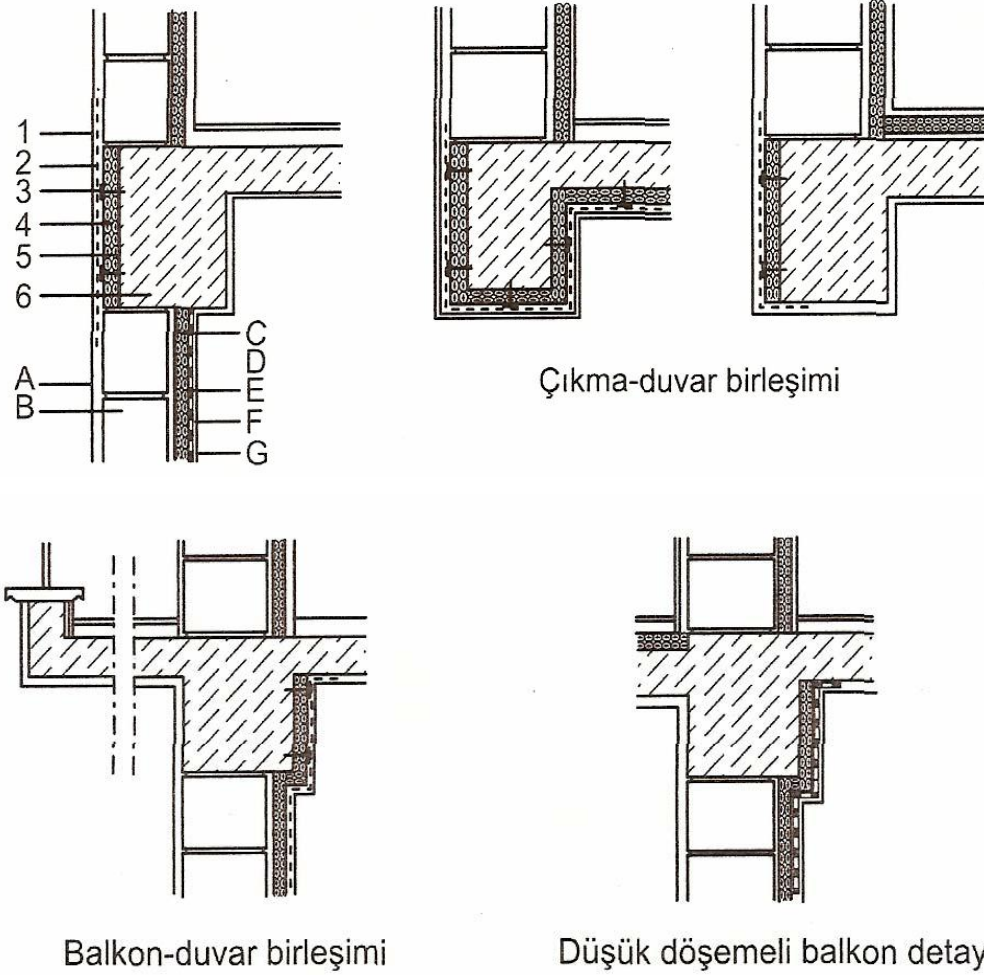
Şekil 4.2. Dıştan Yalıtılmış Bir Duvarın Yalıtım Detaylarının Perspektif Görünümü[15]

#### 4.1.2. İçten ısı yalıtımı

Dış duvarların içten yalıtımı, ancak dış taraftan ısı yalıtımı tercih edilemeyen durumlara için uygulanabilir. Dış duvarlara bağlı olan kolon, kiriş ve perde gibi yapı elemanları, ısı köprüsü oluşmaması için yalıtılmalıdır. Şekil 4.3 iç duvarların içten yalıtılması ile ilgili olarak detayları göstermektedir. Şekilde asmolen döşeme (a),



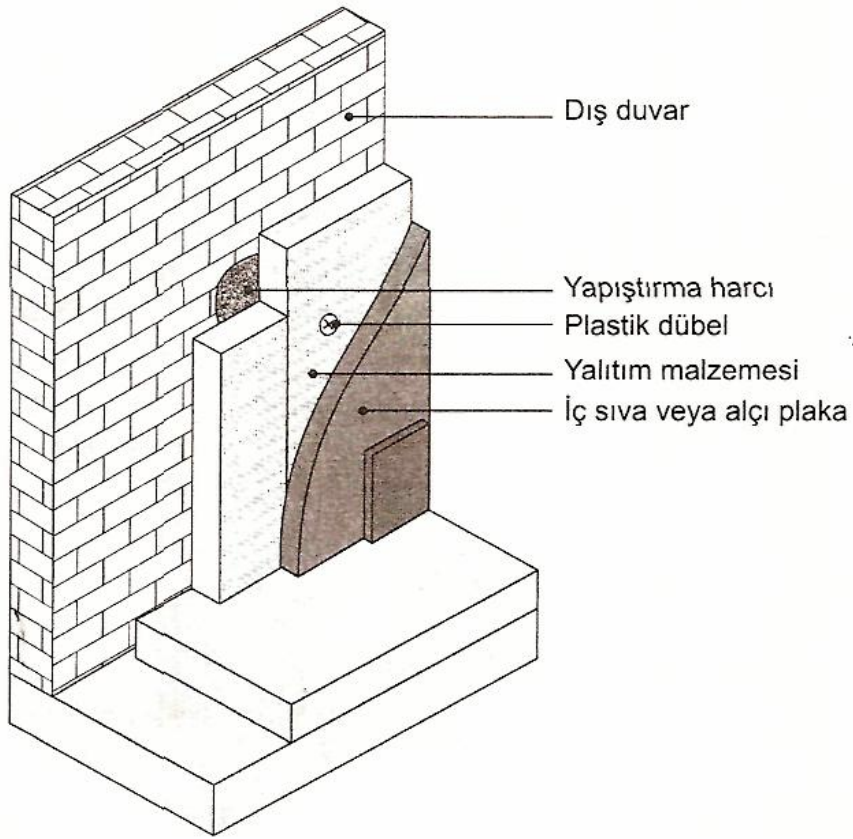
çıkma duvarbirleşimi (b) Balkon-duvar birleşimi(c) ve düşük döşemeli balkona ait yalıtım detayı verilmiştir.



Şekil 4.3. Dış Duvarların İçten Yalıtımı[15]

Dış cephe kaplaması, 2. Rabitz telli sıva, 3. Dübel (ısı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur), 4. Isı yalıtımı, 5. Yapıştırıcı (ısı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur), 6. Betonarme kiriş, A. Dış cephe kaplaması, B. Duvar kontrüksiyonu, C. Yapıştırıcı, D. Isı yalıtımı, E. Buhar kesici membran (yoğuşma kontrolüne göre gerekiyorsa), F. Alçı sıva (donaltı filesi ile) veya alçı plaka (ek yerlerine file bandı kullanılmalıdır ), G. Saten alçı ve iç kaplamaŞekil 4.4.' de ise içten yalıtıma ait perspektif görünüm gösterilmiştir.





Şekil 4.4. İçten Yalıtılmış Bir Dış Duvarın Yalıtımına Ait Perspektif[15]

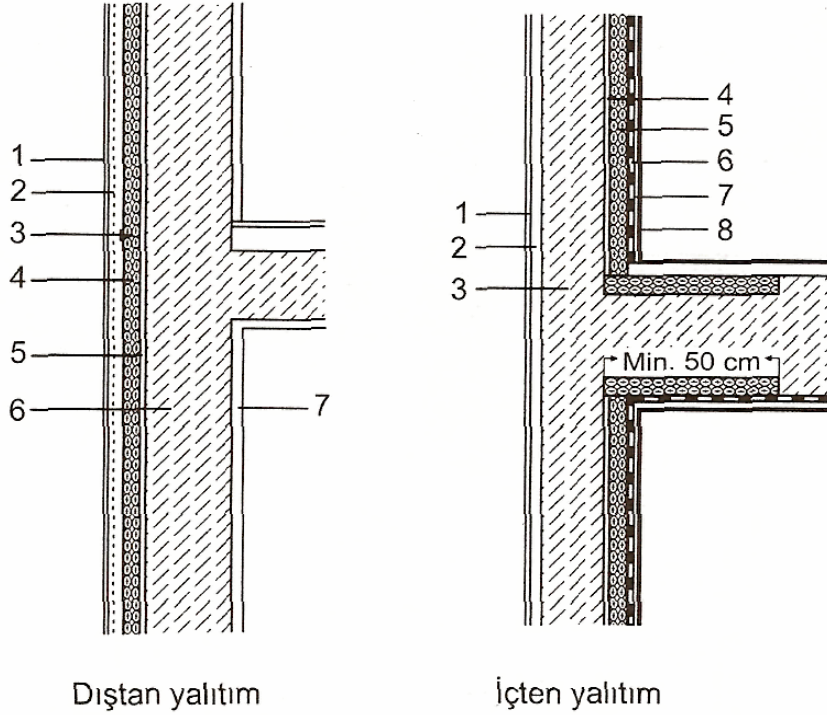
Dış duvarların dıştan veya içten yalıtılmasının avantaj ve dezavantajları vardır. Dıştanyalıtım yapı elemanların atmosferik şartlara karşı korur. Sıcaklık farkı nedeniyle, yapıelemanlarında meydana gelen genleşme ve büzülme gibi fiziksel değişimleri minimumsevide tutar veya tamamen önler. Bu durum binaların daha uzun ömürle olmasını sağlar.

İçten yalıtımda yapı eleman atmosferik şartlara karşı korunamaz. Bu nedenle, binaların ömrü ve güvenilirliği daha az olur. Fakat içten yalıtım dıştan yalıtıma göre daha kolay ve işçiliği daha azdır [15].

#### 4.1.3. Kolon, kiriş ve perde duvarların ısı yalıtımı

Dış duvarların içten veya dıştan yalıtımında sandviç duvar uygulaması tercih edilirse, bu takdirde dış duvarlara bağlı kolon, kiriş, hatıl, perde duvar ve lentolar da ısı köprüleri meydana gelir. Isı köprüsü oluşturan yapı elemanları dış cephe yüzeyinin %50'sine yakındır. Bu nedenle, bu yüzeylerde ısıtma veya soğutma amaçlı harcanan

enerji oldukça fazladır. Bu yüzeyler uygun bir şekilde yalıtılarak enerji tasarrufu sağlanmalıdır. Ayrıca ısı köprüleri yalıtılarak yoğuşma problemlerinin önüne geçilir. Böylece taşıyıcı sistemlerin korozyonu önlenerek zayıflaması önlenir. Şekil 4.5'de kolon ve betonarme duvarların içten ve dıştan yalıtımına ait detaylar gösterilmiştir.



(a) (b)

Şekil 4.5. Kolon ve Beton Perde Duvarların Yalıtımı[15]

(a) 1. Dış cephe kaplaması, 2. File taşıyıcılı ince sıva veya, 3. Rabitz telli normal sıva, 4. Dübel (ısı yalıtımı kalıp içeri sine konursa gerek yoktur) ısı yalıtımı, 5. Yapıştırıcı (ısı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur), 6. Duvar kontrüksiyonu, 7. İç sıva

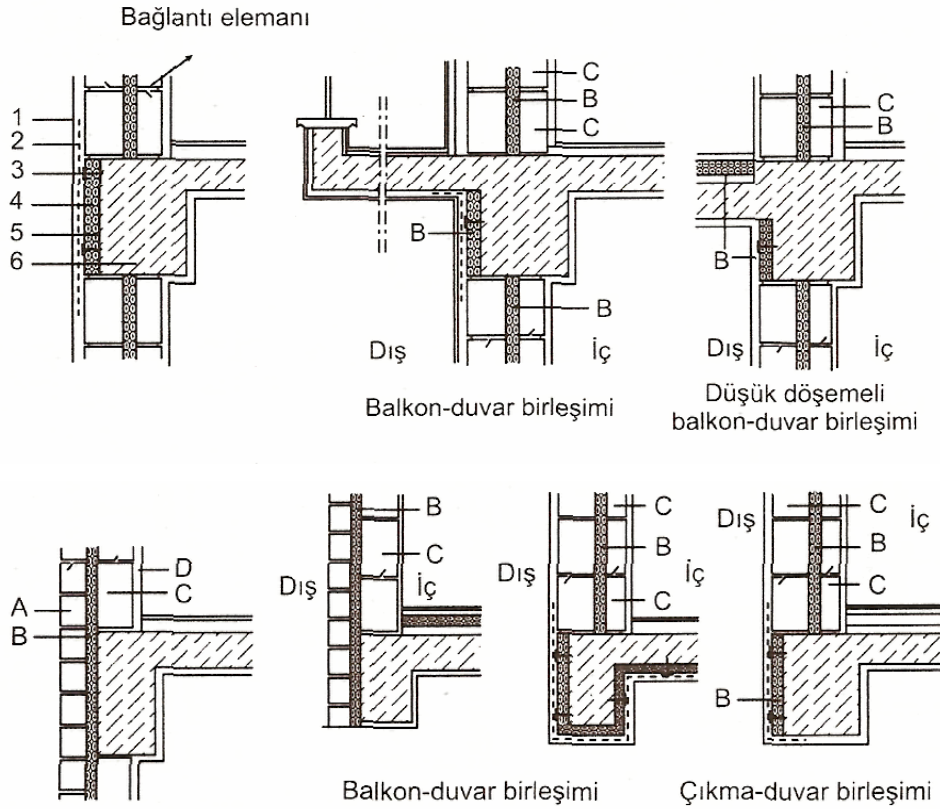
(b) 1. Dış cephe kaplaması, 2. Sıva, 3. Betonarme perde, 4. Yapıştırıcı (ısı yalıtımı kalıp içerisine), 5. Isı yalıtımı, 6. Buhar kesici membran (yoğuşma kontrolüne göre gerekiyorsa), 7. Alçı sıva (donatı filesi ile) veya alçı plaka (ek yerlerine file bandı kullanılmalıdır), 8. İç kaplama.

Kolon, kiriş ve perde duvarların yalıtımı, hem beton duvarlardan kalıp içine yalıtım levhası yerleştirilmesi, hem de beton döküldükten sonra dış yüzeye tespit edilerek

yapılabilir. Bu elemanlar dıştan yapılmalı ve TS 825 ısı yalıtım yönetmeliğinde verilen esaslara uygun düşen enerji limitleri içinde kalmalıdır. Ayrıca tavan ve taban detaylarını köprüsü oluşumuna engel olacak şekilde çözümlenmelidir [15].

#### 4.1.4. Sandviç duvarların ısı yalıtımı

Sandviç duvarlarda duvar malzemesi arasında yalıtım malzemesi koymak üzere boşluk bulunur. Bu boşluğa yalıtım malzemesi levha halinde koyulabileceği gibi, sıvı halde de atılabilir. Sıvı halde atıldığı zaman iki tarafta bulunan duvar malzemesi yalıtım malzemesiyle birlikte rijit hale gelir. Şekil 4.6'da sandviç duvarların yalıtım detayları gösterilmiştir.



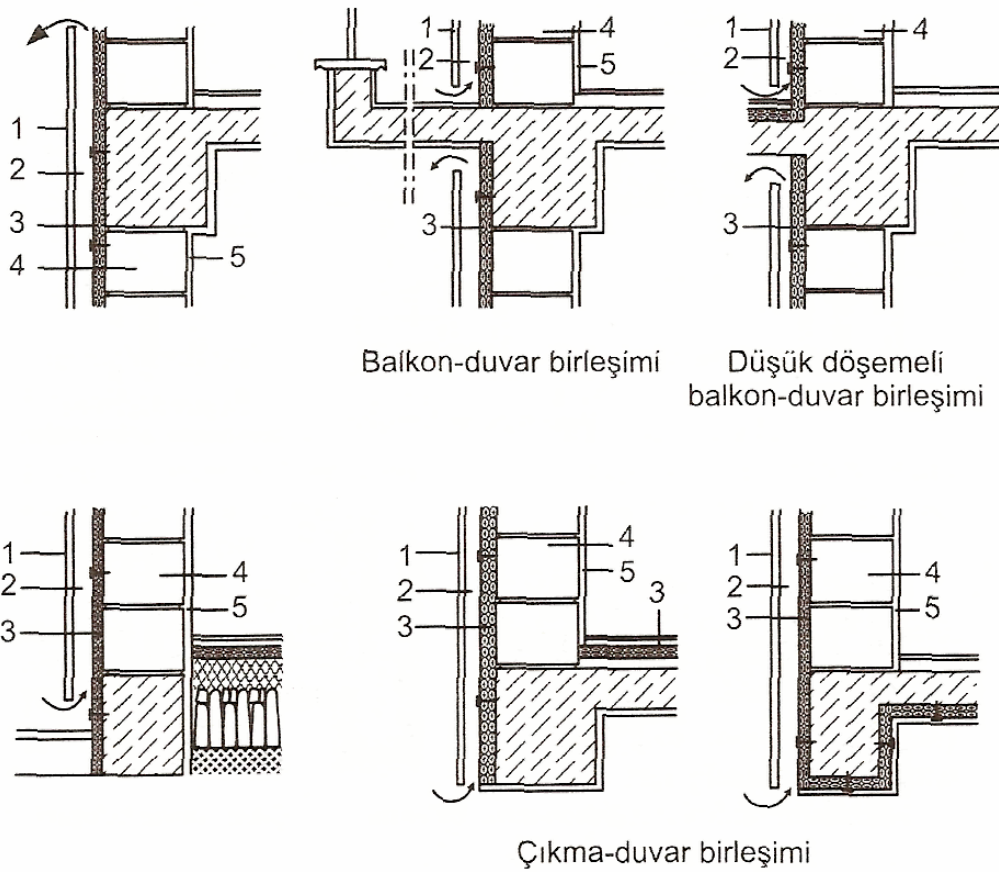
Şekil 4.6. Sandviç Duvarların Yalıtımı[15]

1. Dış cephe kaplaması, 2. Rabitz telli sıva, 3. Dübel (ısı yalıtımı kalıp içeri sine konursa gerek yoktur), 4. Isı yalıtımı, 5. Yapıştırıcı (ısı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur), 5. Betonarme kiriş veya döşeme alanı, A. Pres tuğla, B. Isı yalıtımı, C. Duvar malzemesi (gazbeton, tuğla, bims, vb.), D. İç sıva

Şekilde balkon-duvar birleşimi , düşük döşemeli balkon-duvar birleşimi , farklı balkon-duvar birleşimi ve düşük döşemeli balkona ait yalıtım detayları verilmiştir [15].

#### 4.1.5. Havalandırmalı duvarların ısı yalıtımı

Havalandırmalı duvarlarda, Şekil 4.7'de görüldüğü gibi dış cephe kaplaması ile giydirme cephe taşıyıcı konstrüksiyon arasında hava sirkülasyonu vardır. Bu akım esas olarak doğal taşınım akımıdır. Taşıyıcı konstrüksiyon, ısı yalıtım yüzeyini dış etkilerden korur [15].

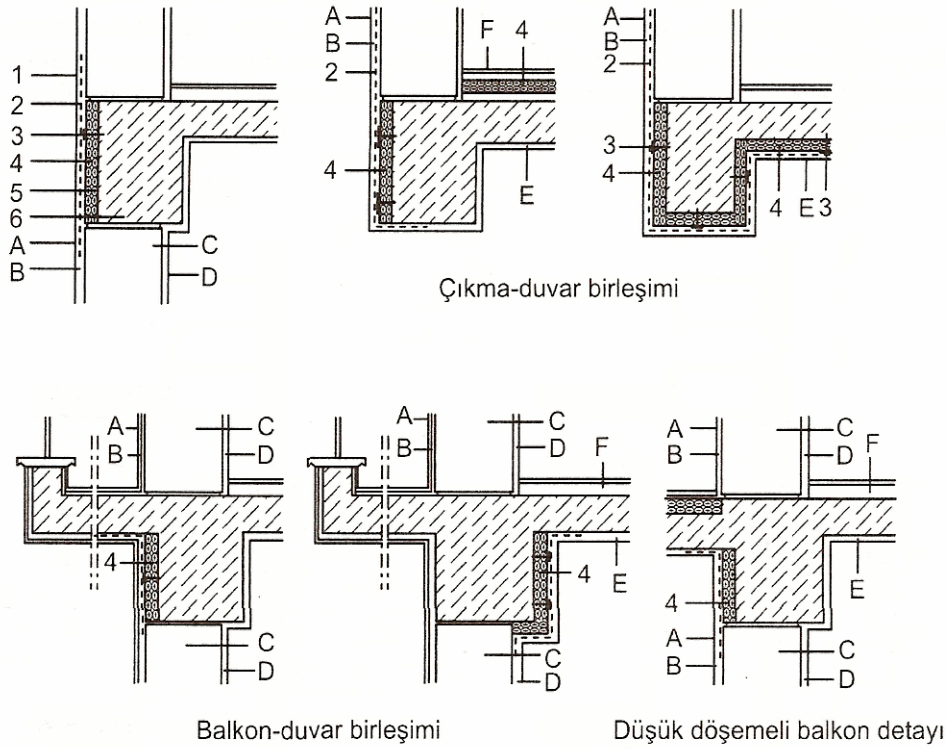


Şekil 4.7. Havalandırmalı Duvarların Yalıtımı[15]

1. Dış cephe kaplaması, 2. Giydirme cephe taşıyıcı konstrüksiyon, 3. Isı yalıtımı, 4. Duvar konstrüksiyonu, 5. İç sıva

#### 4.1.6. Yalın duvarların ısı yalıtımı

Şekil 4.8.'de yalın duvarların yalıtım detayları verilmiştir. Yalın duvarın kalınlığı bölgelere göre tavsiye edilen ısı direnç göz önüne alınarak duvar malzemesi (Tuğla, Bims v.b) seçilmelidir [15].



Şekil 4.8. Yalın Duvarların Yalıtım Detayı[15]

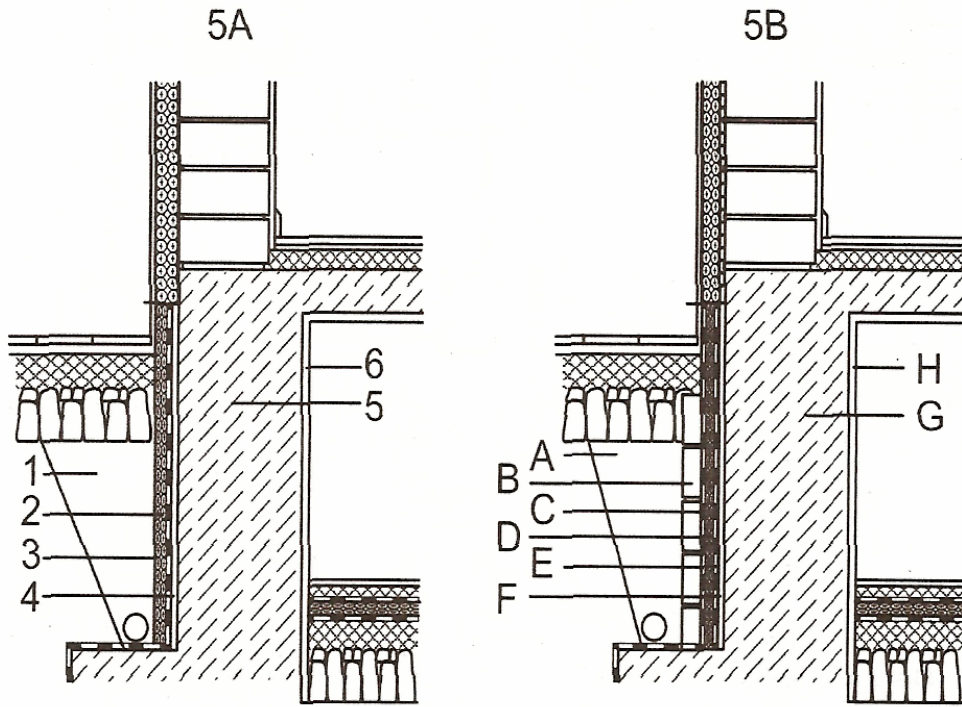
1. Dış cephe kaplaması, 2. File taşıyıcılı ince sıva veya rabbit telli normal dış sıva, 3. Dübel (ısı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur), 4. Isı yalıtımı, 5. Yapıştırıcı (ısı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur), 6. Betonarme kiriş veya döşeme alanı, A. Dış cephe kaplaması, B. Sıva, C. Yalın duvar malzemesi, D. İç sıva, E. Tavan sıvası, F. Döşeme kaplaması

#### 4.1.7. Toprak temaslı temel duvarlarda ısı yalıtımı

Temel duvarı, binanın toprakla temas eden duvar ve zemin alanlarını kapsar. Temel duvarlarda yalıtım, binayı dışarıdan çevreler. Şekil 4.9 toprak temaslı temel duvarlarında ısı yalıtım detaylarını göstermektedir. Temel duvarların dıştan yalıtımında ısı yalıtımı ile birlikte su yalıtımı da yapıldığından, binanın temel

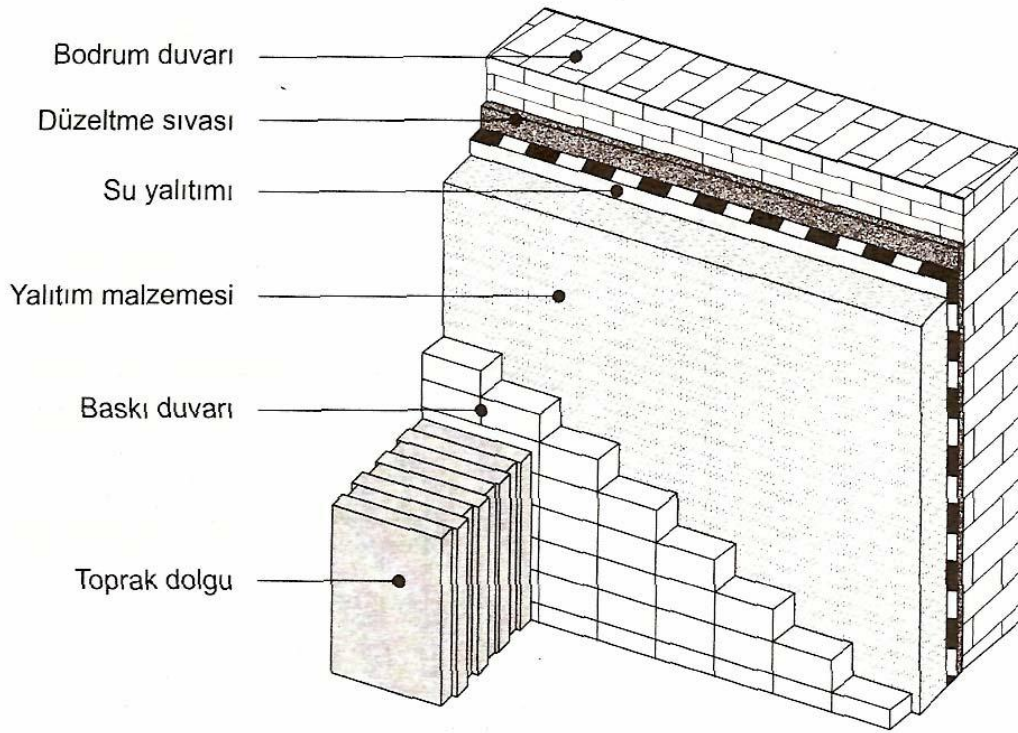


duvarların dış etkilere karşı korur ve yapının ömrünü uzatır. Temel duvarların dış yalıtımının avantajı ısı köprüsü oluşturmadan yapıyı dıştan sarması ve binayı mekanik hasarlardan korumasıdır. Şekil 4.10' da toprak temaslı temel duvarının ısı yalıtım detayına ait perspektif verilmiştir.



Şekil 4.9. Toprak Temaslı Temel Duvarlarında Isı Yalıtımı[15]

1. Toprak, 2. Ekstrude polistiren köpük, 3. Su yalıtım membranı, 4. Düzeltme sıvası, 5. Betonarme perde duvarı, 6. İç sıva, A. Toprak, B. Baskı duvarı, C. Su yalıtım membranı, D. Isı yalıtımı, E. Su yalıtım membranı, F. Düzeltme sıvası, G. Betonarme perde, H. İç Sıva



Şekil 4.10. Toprak Temaslı Temel Duvarların Yalıtım Perspektifi[15]

Yalıtım levhaları Şekil 4.9'da görüldüğü gibi baskı duvarı örülmeksizin yapıştırılıp toprak dolgu ile uygulama tamamlanabileceği gibi, yalıtım levhaları yapıştırılmadan baskı duvarı ve toprak dolgu ile yalıtım uygulaması tamamlanabilir [15].

## 4.2. Döşemelerde Isı Yalıtımı

Döşemelerde ısı yalıtımı; zemine oturan döşemeler, ara kat döşemeler ve açık geçit üzerindeki döşemelerde (çıkmalarda) yapılmaktadır.

### 4.2.1. Zemine oturan döşemelerde ısı yalıtımı

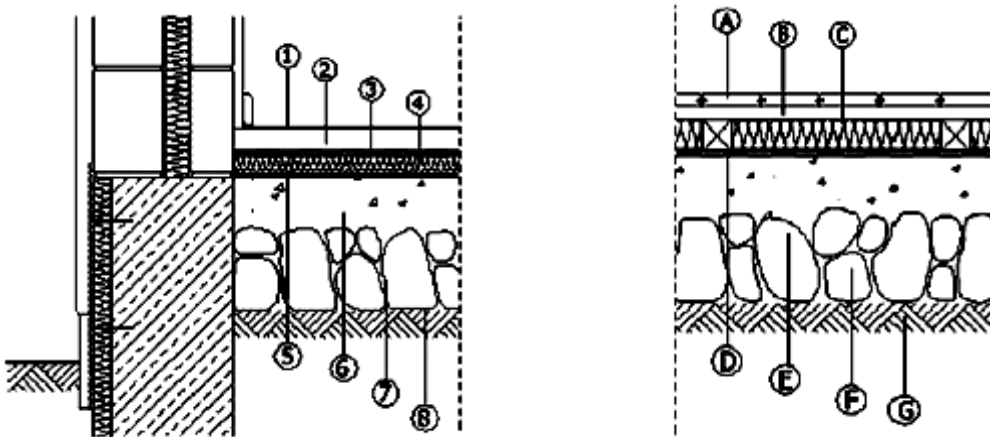
Zemine kat döşemelerinde ısı kayıplarını azaltmak için kullanılan ısı yalıtım detaylarının çözümlenmesi, yapı kabuğunun diğer bölümlerinde uygulanan ısı yalıtım detaylarından farklılık arz etmektedir. Bunun başlıca nedeni, zemine oldukça yakın ya da doğrudan ilişkili olmasından kaynaklanmaktadır. Bunun nedenle, zemin

kat döşemelerindeki ısı yalıtımları incelenirken döşeme ve dış duvarlardaki su, buhar yalıtımları ile ilişkilerinin kurulması kaçınılmaz olmaktadır.

Toprak zemine oturan döşemelerde, ısı yalıtımında kullanılması en uygun malzeme yanma sınıfı minimum B1 olan, minimum yoğunluğu  $30 \text{ kg/m}^3$ , %10 deformasyonda basınç gerilmesi minimum 300 kPa olan, ekstrüde polistiren köpük levhalardır.

Toprak zemine oturan döşemelerde blokaj ve grobeton yapıldıktan sonra su yalıtım örtüsü serilmektedir. Bunun üzerine ısı yalıtım tabakaları uygulanmaktadır. Isı yalıtım malzemesinin ıslanmasını önlemek amacıyla üzerine bir malzeme örtülmekte ve üzerine sap dökülmektedir. Sap üzerine istenilen döşeme kaplaması uygulanabilmektedir. Bu gibi detaylarda ısı yalıtım malzemesi olarak kapalı gözenekli sert köpük levhalar (ekstrüde polistren levhalar) kullanılması durumunda su yalıtım malzemesi yerine ayırıcı keçe tabakası serilebilmektedir.

Kullanılmakta olan binalarda ısı yalıtım malzemesi üzerine sap uygulanmasının mümkün olmadığı durumda ise ısı yalıtım malzemesi ahşap kadronlar arasına yerleştirmektedir. Ahşap parkenin döşenmesiyle de uygulama tamamlanmaktadır.



Şekil 4.11. Toprağa Oturan Döşemelerde Isı Yalıtım Uygulaması[22]

1-Döşeme kaplaması, 2.Şap, 3.Bir kat serbest su yalıtım membranı(XPS kullanılırsa ayırıcı keçe tabakası) ısı yalıtımı, 4.Isı yalıtımı, 5.Su yalıtım membranı, 6.Grobeton, 7.Blokaj, 8.Toprak zemin

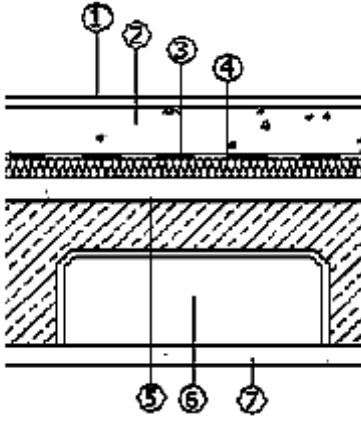


A-Ahşap parke, B-Ahşap kör döşeme, C-Ahşap kadronlar arası, D-Su yalıtım membranı, E-Grobeton (mala perdahı), F-Blokaj, G-Toprak zemin

Bir başka uygulama şekli de blokaj üzerine grobeton uygulanmayarak tesviye sapı atılmasıdır. Bu tesviye sapı üzerine ısı yalıtım malzemeleri yapıştırılmadan yerleştirilmelidir. Isı yalıtım malzemesi üzerine su yalıtım örtüsü uygulanmakta ancak yapıştırma işleminin kaynak ile olmamasına dikkat etmek gerekmektedir. Su yalıtım örtüsünün üzerine ve grobeton dökülerek mala perdahı veya tesviye sapı uygulanmaktadır. En üste de istenilen döşeme kaplaması uygulanmalıdır [22].

#### **4.2.2. Ara kat döşemelerde ısı yalıtımı**

Ara kat döşemelerde ısı yalıtımı, ses yalıtımı sağlamak amacıyla da yapılan yüzer sap uygulaması ile yapılmaktadır. Döşeme betonu üzerine yüzer levhaların serbest olarak yerleştirilmesinden sonra su geçirimsiz bir örtü serilir ve sap betonu dökülür. Sap işleminden sonra döşeme kaplamasıyla uygulama tamamlanmaktadır. Kullanılmakta olan binalarda ise yüzer sap mümkün değil ise döşeme altından (alt kattan) kadronlar döşenerek arasına yalıtım levhaları konular ve kaplama yapılır. Ara kat döşemelerde; minimum  $30 \text{ kg/m}^3$  yoğunlukta, %10 deformasyonda basma mukavemeti minimum 200 kPa, yanma sınıfı minimum B1 sınıfı olan ekspande polistiren köpük levhalar, minimum  $30 \text{ kg/m}^3$  yoğunlukta, %10 deformasyonda basma mukavemeti minimum 200 kPa, yanma sınıfı minimum B1 sınıfı olan ekstrüde polistiren köpük levhalar veya yanma sınıfı A sınıfı olan minimum  $100 \text{ kg/m}^3$  yoğunlukta taş yünü levhalar kullanılabilir.



Şekil 4.12. Ara Kat Döşemelerde Isı Yalıtım Uygulaması [22].

- 1-Döşeme kaplaması
- 2-Yüzer sap
- 3-Bir kat serbest su yalıtım membranı
- 4-Isı yalıtımı
- 5-Döşeme
- 6-Sıva

#### 4.2.3. Açık geçit üzeri döşemelerde ısı yalıtımı

Bu tip döşemelerde ara kat döşemesi detayı uygulanabileceği gibi döşemenin dış yüzüne ısı yalıtım levhalarının dübel ile tespiti şeklinde bir uygulama yapılabilmektedir. Levhaların bağlantısı, donatı katmanının oluşturulması ve son kat hazır sıva uygulaması, dış duvarların dıştan yalıtım detayı ile aynıdır. Ayrıca iki veya bir tarafı ahşap yünü kaplı kompozit levhalar ile de ısı yalıtımı yapılabilir. Bu levhaların yüzlerinde çok güzel sıva tutan odun lifleri bulunduğu için, levhalar çimento harç ile yapıştırılabilir ve geleneksel sıva ile kolayca sıvanabilir. Sıvadan önce, levhaların birleşim yerlerini sıva teli ile örtmek gerekir.

Açık geçit üzeri döşemelerde ısı yalıtım uygulamasının bir diğer yöntemi de ısı yalıtım levhalarının döşeme kalıbı içerisine yerleştirilmesi ve üzerine betonun dökülmesidir [22].

### 4.3. Çatılarda Isı Yalıtımı

Çok katlı binalarda çatılarda olan ısı kaybı binanın toplam ısı kaybı içinde küçük bir yüzdeye sahip gibi görünüyorsa da çatı katında oturan kişiler için önemlidir. Bu katlarda ara katlar ile aynı ısı konforu temin edebilmek çatının için mutlaka iyi bir şekilde yalıtılması gerekir. Ayrıca az katlı binalarda, çatıdan olan ısı kayıplarının toplam kayıp içindeki yüzdesinin artacağı da unutulmamalıdır.

Çatılar teras (düz) ve eğimli çatılar diğer bilinen adlarıyla sıcak ve soğuk çatılar olarak iki farklı grup halinde incelenebilir [17].

#### 4.3.1. Soğuk çatılar

Çatıyı oluşturan elemanlar arasında havalandırılabilen hava boşluğu bulunan çatılara soğuk çatılar denir. Dış kabuğunu bir örtü elemanının oluşturduğu çatılardır. Oturtma ve asma gibi sistemlerle oluşturulurlar.

Oturtma çatılar genellikle bir taşıyıcı döşeme üzerine oturtulan dikme, aşık, kuşak, göğüsleme, mertek gibi elemanlardan oluşan üzeri kiremit, çeşitli levhaları v.b bir örtü ile kaplı olan ve çatı arası boşluğu bulunan çatılardır. Çatı meyilli genelde örtü malzemesine göre değişmekle birlikte kiremit çatı örtülerinde % 33 olarak uygulanır. Asma çatı bir döşeme üzerine oturmayan belli noktalarda taşıyıcılara oturan kendini ve çatı örtüsünü taşıyan, kullanılan malzemeye göre de belli açıklıkları geçebilen çatı sistemleridir.

##### 4.3.1.1. Çatı arası kullanılan kırma çatılar

Tavan arasının ısıtılması halinde ısı yalıtımının çatıda mertek seviyesinde gerçekleştirilmesi gerekir. Eğimli ahşap çatılarda yalıtım merteklerin arasına yerleştirebildiği gibi, merteklerin üzerindeki kaplama tahtasının üzerine de yerleştirilebilir. Her iki metodun çeşitli varyasyonları kullanılabilir. Mertek altından yerleştirme vb. uygulamalar bazı yönlerden eleştirilebilmektedir. Çünkü geniş çatı alanlarında ve şehir içinde bitişik nizam halinde yalıtımın üst tarafından

gerekli olan havalandırma yeterince sağlanamamaktadır. Bu uygulamanın yapıldığı konstrüksiyonlarda buhar bariyeri ve havalandırma ile yoğuşmanın önüne geçilmesine rağmen yoğuşma problemleri olabilmektedir. Mertek üstü uygulama daha çok tercih edilen bir uygulama haline gelmiştir.

Çatı kaplamasının üzerine yalıtımın yerleştirilmesi çatı strüktürünün büyük sıcaklık değişimlerinden korunmasını da sağlamaktadır. Ayrıca su boruları, elektrik hatları mertek aralarından kolaylıkla geçirilebilmekte ve yalıtımın veya buhar bariyerini delmek zorunda kalınmamaktadır. Bu uygulamanın en önemli dezavantajı yalıtımın buhar bariyeri ve çatı örtüsü arasında kalmasıdır. Genellikle çatı örtüsü aynı zamanda bir buhar bariyeridir. Dolayısıyla yalıtım yerine yerleştirilirken rutubetli ise veya daha sonra buhar bariyerinin aşarak içine rutubet girerse güneş ışınları etkisiyle buharlaşan suyun oluşturduğu su buharını genişmesi sonucu çatı örtüsünde kabarmalar oluşabilir. Bu sorundan kurtulmak için çatı örtüsü ile yalıtım arasını ahşap kadronlarla boşluk oluşturulması ve bu boşluğun havalandırılması gerekmektedir.

#### **4.3.1.2. Çatı arası kullanılmayan eğimli ahşap çatılar**

Yapıların tüm dış yüzeyleri ile ısıtılmayan mekanlara bitişik yüzeylerin ısı yalıtımlı olması gerekir. Bu yüzeylerden birisi kullanılmayan çatı arası döşemesidir. Isınan havanın yükselerek çatı döşemesi altındaki tavana yakın yer almasından dolayı çatı arası yalıtımı önem kazanmaktadır. Kullanılmayan çatı aralarında ısı yalıtımının yeri çatı arası döşemesinin üzeridir. Isı yalıtımı uygulanmadan önce çatı arası temizliği yapılmalı ve çatının su yalıtımı sağlanmalıdır. Isı yalıtım malzemesinin ıslanmasına karşı çatı örtüsü altında önlem alınmalıdır. Çatı döşemesi üzerine buhar geçirimli ısı yalıtım uygulamalarında yalıtımın soğuk tarafında havalandırma gereklidir. Eğer çatı eğimi %10'un altında ise yalıtımın sıcak tarafına buhar kesici konulmalıdır.

#### **4.3.1.3. Eğimli betonarme çatılar**

Maliyetin düşürülmesi ve eğimli tavan istenmesi ya da tasarım gerektirdiği konstrüktif nedenler ve düşüncelerle betonarme eğimli çatılar yapılmaktadır. Isı

yalıtımının yeri bu döşemenin üzeridir. Alt veya üstten yapılabilir. Alttan yapılması durumunda, çatı kaplamasının altındaki kadronlar arası boşluk havalandırmayı sağlayacaktır. Bu durumda su yalıtımı ahşap kadronlar üzerinden yapılmalıdır.

#### **4.3.1.4. Havalandırmasız eğimli betonarme çatılar**

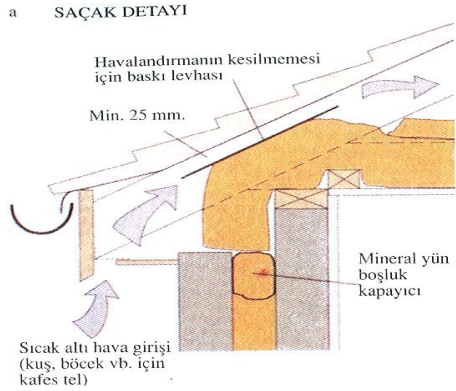
Eğimli plak üzerindeki ısı yalıtımının saçak etrafında döndürülmesi ısı köprülerinin önüne geçebilir. İç hacmin kısa sürede ısınmasını sağlamak üzere içeriden yapılan ısı yalıtımında iç yüzeyde bir buhar kesici örtü kullanmak gerekir.

#### **4.3.1.5. Havalandırmalı eğimli ahşap çatılar**

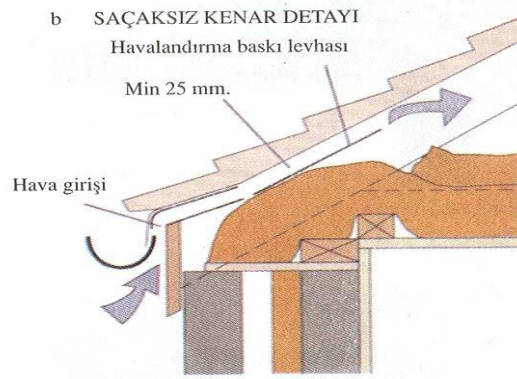
Isı yalıtımı, tavan seviyesinde betonarme döşeme üzerine serilir. Isı yalıtımı ile oturtma çatı arasında havalandırma olması zorunludur. Bu uygulama, mevcut binalarda da kullanılabilir. Girilebilen çatı aralarında mevcut ısı yalıtımını yenilerken veya teras çatı üzerine bir oturma çatı ilave edilirken uygulanabilir. Bu mekanlara sonradan girilerek gerekli kontrol ve müdahaleler yapılabilirdir. Kış sezonunda, nem yüklü hava, döşeme ve ısı yalıtımını geçerek çatı boşluğuna ulaşırsa, ısı yalıtımını üzerinde bulunan taraftaki soğuk yüzeylerde yoğuşma gerçekleşebilir. Saçak alını veya altında 15o'den düşük eğimli çatılarda min. 25 mm., 15o'den yüksek eğimli çatılarda ise min.10 mm., sürekli havalandırma boşluğu sağlanmalıdır. Bu boşluk alanlarının toplamı çatı düzlem alanının 1/500'ünden daha az olmayacaktır.

-Bu bırakılan boşluklarda, böcek kuş vb. canlıların girmesini önlemek amacıyla, 3-4 mm gözenekli donatı filesi, kafes teli vb. kullanılmalı ancak havalandırmayı engellememelidir (Şekil 4.13).

-Saçakların iç taraflarında, çatı örtüsü ile döşemenin birleştiği noktalarda, ısı yalıtım malzemesi havalandırmayı engellemeyecek şekilde ısı yalıtım malzemesi üzerinde sürekli boşluk bırakılmalıdır (Şekil 4.13, 4.14).



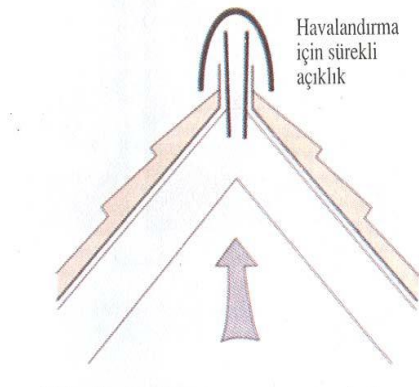
Şekil 4.13. Havalandırmalı Oturtma Çatılarda Saçak Havalandırma Detayı [17]



Şekil 4.14. Havalandırmalı Oturtma Çatılarda Saçak Havalandırma Detayı [17]

–Saçak alını veya altında bırakılan sürekli açıklık alanlarının toplamına eşit olacak şekilde mahyada havalandırma boşluğu bırakılmalıdır. Çift yönlü kırma çatılarda, eğimin 35den yüksek olması veya mahya uzunluğunun 10 m.’yi aşması durumunda, mahyadaki boşluğa

5 mm ilave edilmelidir. Tek yönlü kırma çatılarda da benzer önlemler alınmalıdır (Şekil 4.15, 4.16).



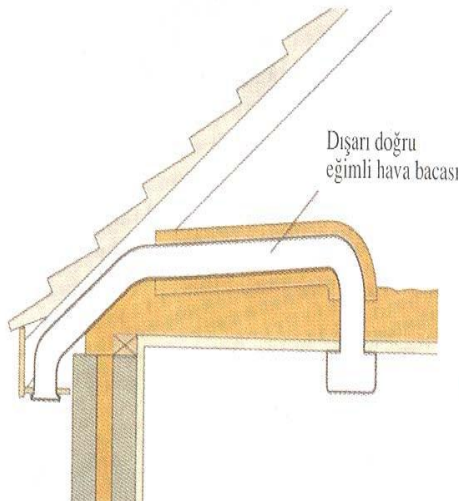
Şekil 4.15. Geniş ve dik çatılar için ilave havalandırma [17]



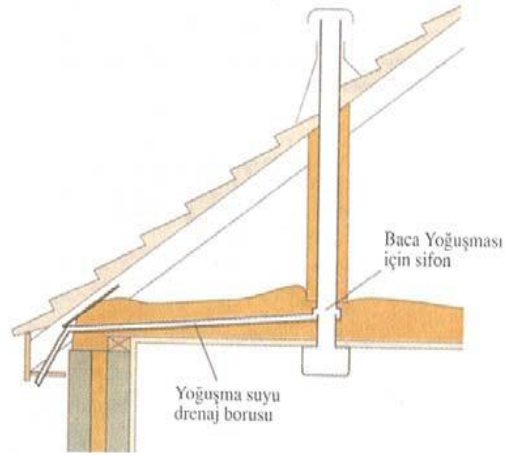
Şekil 4.16. Tek eğimli çatılarda havalandırma [17]

–Döşeme ve ısı yalıtımını delip geçen tüm elektrik kabloları vb. çevreleri buhar geçirmeyecek şekilde kapatılmalıdır. Islak hacimlerden ve diğer hacimlerden çatı arasına çıkan tüm boru ve bacaların etrafındaki boşluklar sıkıca kapatılmalı ve çatı kaplamasının üst kotuna kadar ısı geçirgenlik direnci 0.6 m<sup>2</sup>K/W olacak şekilde ısı yalıtımı ile çevrelenmelidir

(Şekil 4.16, 4.17).



Şekil 4.17. Yatay hava bacası ısı yalıtımı [17]



Şekil 4.18. Dikey hava bacası ısı yalıtımı

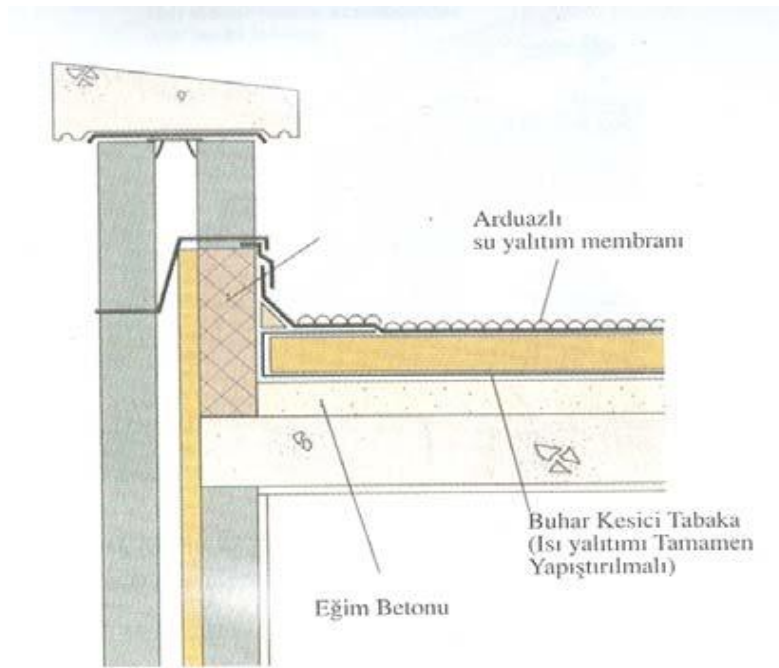
#### 4.3.2. Sıcak çatılar

Çatıyı oluşturan tabakalar arasında hava boşluğu bulunmayan çatılar sıcak çatılar olarak adlandırılırlar. Genelde ısıtılan mekanın tavanını oluşturan çatılardır. Üzerine uygulanan yalıtım katmanları arasında boşluk bulundurulmaz. Çatıya üstlenmesini istediğimiz belirli fonksiyonların gerektirdiği minimum eğimdeki (max. %5) üzerinde yürünebilir teraslar, çatı bahçeleri, otoparklar, helikopter pistleri gibi yapılar bu çatı tipini oluştururlar.

Bazı çatılar örtü elemanları ile iklim şartlarından korunmakta ise de teras çatı dediğimiz dış ortama açık çatılar büyük sıcaklık değişimlerinin etkisi altında kalabilirler. Bu değişimler tüm çatı sisteminin durabilitesini etkileyebilirler. Kışın ısı kayıplarının azaltılması için çatının ısıl direncinin artırılması yani yalıtım uygulanması gerekmektedir. Isınan havanın yükselmesi sebebi ile çatı elemanları en fazla ısı kaybının meydana geldiği yüzeylerdir. Dolayısıyla ısıl direncinin daha az tutulmaya çalışıldığı ve yalıtım kalınlığının en fazla olduğu elemanlardır. Yalıtım kalınlığı ve yeri ısı kazanç ve kayıplarının yanında çatı kesitindeki sıcaklık değişimleri de dikkate alınarak değerlendirilir.

Bir çatının servis ömrü veya kullanım ömrü veya durabilitesi onun maruz kaldığı sıcaklıklarla da yakından ilgilidir. Uzun ömürlü bir çatı tasarımı için kullanılan malzemelerin sıcaklık karşısındaki tepkileri çatıyı etkileyen aşırı sıcaklıkların değişiminin ve bunların nasıl modifiye edilip dengelenmesinin bilinmesi esastır. Yüksek sıcaklıklar pek çok çatı malzemesinin bozulma hızını artırır.

Teras çatılar genellikle ısıtılan ortamların hemen üstünü örter. Isıtılan alan ile çatı arasında havalandırılan ve ısıtılmayan herhangi bir boş hacim yoktur (Şekil 4.18).



Şekil 4.19. Betonarme Teras Çatılarda Sıcak Çatı Detayı[17]

Teras Çatılar 4 ana Grupta toplanmaktadır.

#### 4.3.2.1. Çakıl örtülü, üzerinde gezinilmeyen çatılar

Bu tip çatılarda koruyucu tabaka olarak çakıl kullanılmaktadır. Serilecek çakıl kalınlığı 5 cm den az olmamalı ve güneş radyasyonu yansıtması bakımından yuvarlak ve rengi açık olmalıdır. Daha çok 1,5–2 cm çapında çakıllar kullanılmalıdır. Çakılların döşemeye yapışabilmesi için enalt tabakaya serilenler bitümlenmiş



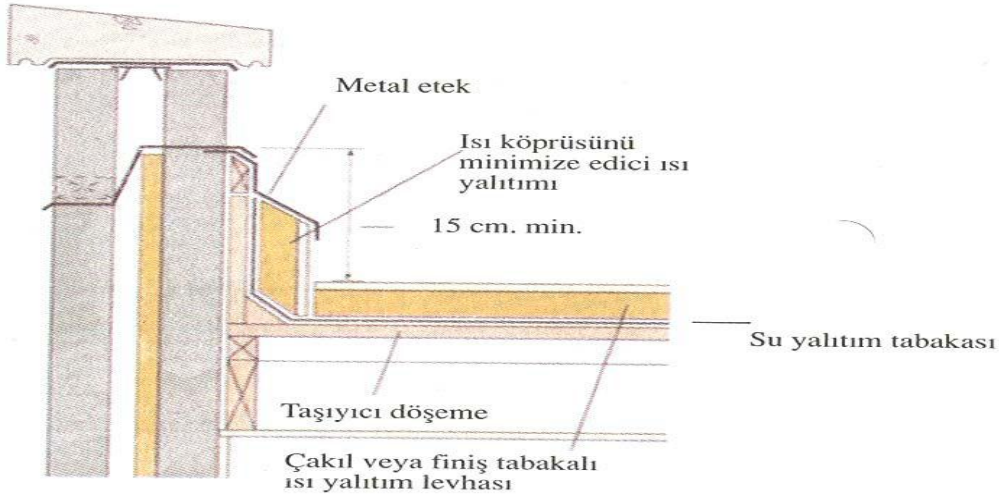
olmalıdır. Koruyucu tabaka olarak çakıl kullanılan çatılarda çatı eğimi %5'den fazla olmamalıdır.

#### **4.3.2.2. Yeşil çatılar**

Koruyucu tabaka olarak kullanılmakta ve aynı zamanda toprak çim ve bitki çeşitleriyle yeşillendirilerek güneş radyasyon tesirinin azaltılması mümkündür. Seyrek yeşillendirme hafif yapılarda uygulanabilirken yoğun yeşillendirme sağlam yapı gerektirir.

#### **4.3.2.3. Ters çatılar**

Teras Çatılarda su yalıtımının ısı yalıtımının sıcak tarafına konulması ile ve kapalı gözenekli ısı yalıtım malzemesi kullanılarak geliştirilen ters çatı detayı iş kalemini azaltır. Bu detayda sistemin istenen verimle çalışabilmesi için su yalıtımı ile süzgeç birleşimlerinde ve eğim betonunun dökülmesinde itinalı çalışılmalıdır. Eğim betonu suyun süzgece doğru akışını sağlamak ve su yalıtımı ile süzgeç birleşimini su yalıtımının üzerinden gelen suyun su yalıtımının altına kaçmadan tahliye borusuna verilmesi sağlanmalıdır. Aksi takdirde su çatı katının tavanına sızarak istenilmeyen zararlar ve konforsuzluk meydana getirir. Bununla beraber su yalıtımı ile süzgeç birleşim detayı teras çatılarda uygulanan bütün detaylar için çok önemlidir ve doğru olarak çözülmesi gerekir. Kapalı gözenekli ısı yalıtım malzemesi kullanılması halinde su yalıtımında meydana gelecek kusurlarda sadece su yalıtımının tamir edilmesi ve ısı yalıtım malzemesinin tekrar yerine yerleştirilmesi yeterlidir (Şekil 4.19).



Şekil 4.20. Betonarme ve/veya Metal Konstrüksiyon Çatılarda Ters Çatı Detayı[17]

#### 4.3.2.4. Çok amaçlı çatılar

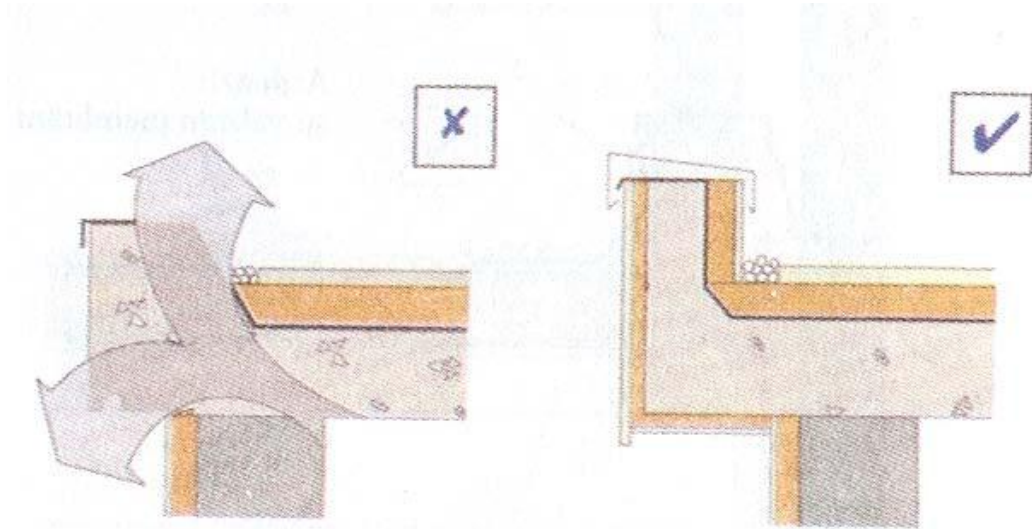
Üzerinde gezilebilen çatılarda koruyucu tabaka olarak daha çok kara kaplama ve blok beton kullanılmaktadır. Çok amaçlı çatılar basit balkonlar, kullanım amaçlı teraslar, yürüme yolları, spor sahaları, helikopter pisti ve parklar gibi çok çeşitli amaçlar için kullanılır. Teras çatılarda su yalıtımı, açık gözenekli ve su emmesi yüksek ısı yalıtımı malzemesi kullanılır.

Teras çatılarda açık gözenekli ve su emmesi yüksek ısı yalıtım malzemesi kullanılması durumunda ısı yalıtım malzemesinin soğuk tarafına uygulanan su yalıtımına ilave olarak ısı yalıtım malzemesinin sıcak tarafındaki buhar dengeleyicinin ısı yalıtım malzemesini üç taraftan sarması ve ısı yalıtım malzemesinin içine kontrolsüz buhar girişinin engellenmesi gereklidir. Çünkü ısı yalıtım malzemesinin içine kontrolsüz giren su buharı, su yalıtım malzemesi ile karşılaşınca yoğuşacak ısı yalıtım malzemesinin ıslanmasına sebep olabilir. Açık gözenekli ve su emmesi yüksek ısı yalıtım malzemeleri (lifli malzemeler), ıslanınca ısı yalıtım görevini gereğince yerine getiremezler. Su emmesi düşük olan (genleştirilmiş) polistiren köpük vb. ısı yalıtım malzemelerinde ise ıslanma durumunda yalıtım özelliklerinde daha az kayıp meydana gelir. Kısmen veya tamamen açık gözenekli ısı yalıtım malzemesi kullanılmış detaylarda su yalıtım malzemesinde bir kusur olması halinde su yalıtımının tamirine ilaveten ısı yalıtım

malzemesinin kurutulması gerekir. Bu gibi durumlarda, ıslanma kuruma sonucunda özelliklerini kaybetmeyen ısı yalıtım malzemelerinin kullanılması tavsiye edilir.

Isı yalıtım tabakasının basınca dayanıksız yumuşak olması ve üst yüzeyinin düzgün olmaması halinde, gerek üzerine gelecek yükü dağıtmak ve gerekse ısı yalıtım tabakası üzerine düzgün bir yüzey sağlamak için eğim betonu ısı yalıtım tabakasının üzerine yapılabilir. Bu takdirde ısı yalıtım tabakası altında buhar kesici ve rutubetin fazla olduğu kesimler için buhar dengeleyici tabakaların bulunması şarttır.

Sıcak çatılarda çatı kenarlarında duvar ısı yalıtımı ile çatı ısı yalıtımının birleştirilmesine dikkat edilmelidir. Aksi takdirde ısı köprüleri meydana gelir (Şekil 4.20) [17].



Şekil 4.21. Isı Yalıtımında Süreklilik Sağlanması[17]

## BÖLÜM 5. ÖRNEK ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİNİN ISI YALITIM AÇISINDAN TEKNİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Bu bölümde, Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği TS 825 esas alınarak, örnek bir alışveriş merkezi için, TS' ye uygun malzemeler kullanılarak, Şekil 5.1.de görünüşü verilen alışveriş merkezinin yalıtımsız durumu ve ısı yalıtım uygulamalarının maliyet analizleri incelenmiştir.



Şekil 5.1. Serdivan AVM İç Görünüş

Isı-Ses-Su İzolasyoncuları Derneği'nin TS 825 Isı Yalıtım Hesap programı kullanılarak projenin ilk olarak yalıtımsız, daha sonra TS' ye uygun oluşturulan

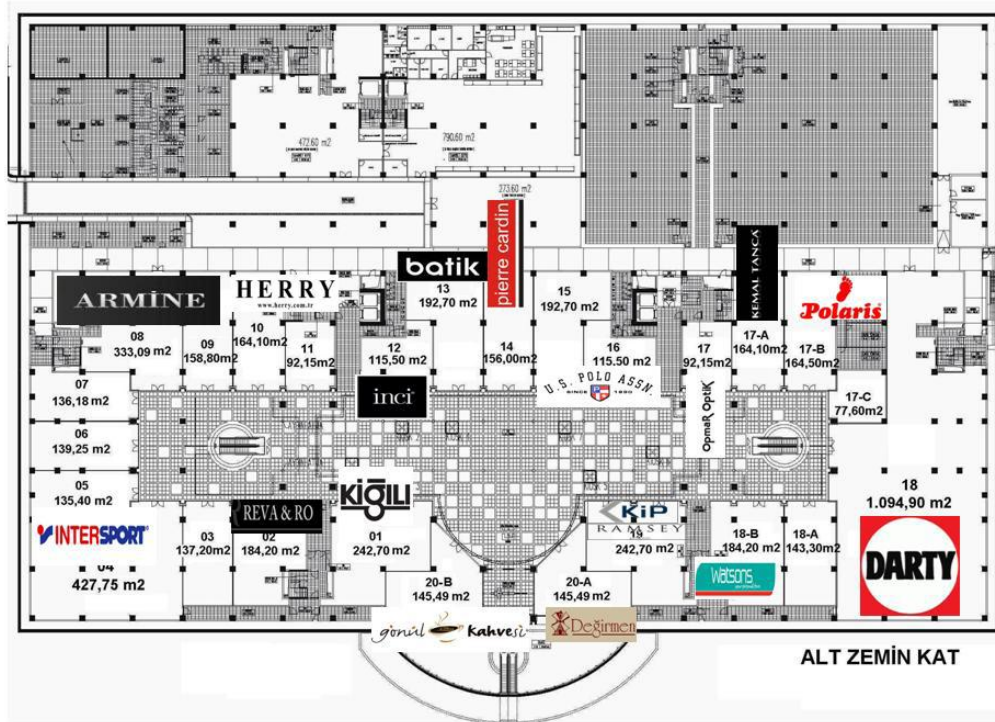
sistemlere göre minimum ve farklı kalınlıkta ısı yalıtım malzemeleri kullanılarak yalıtımlı durumları için genel ısı yalıtım maliyeti, binanın özgül ısı kaybı, yıllık ısıtma enerjisi hesapları ve yoğuşma analiz yorumları yapılarak grafiksel olarak gösterilmiştir. Bu hesapların yapılabilmesi için, hesap metodunda ısıtılan ortamın sınırları, bu ortamı dış ortamdaki ve eğer varsa ısıtılmayan iç ortamdaki ayıran duvar, döşeme, çatı, kapı ve pencerelerden oluşan ısı kaybeden alanların hesaplanması gerekmektedir. Binanın ısı kaybeden alanları Tablo 5.1.'de verilmiştir.

Tablo 5.1 Örnek Alışveriş Merkezi Projesinin Isı Kaybeden Alanları

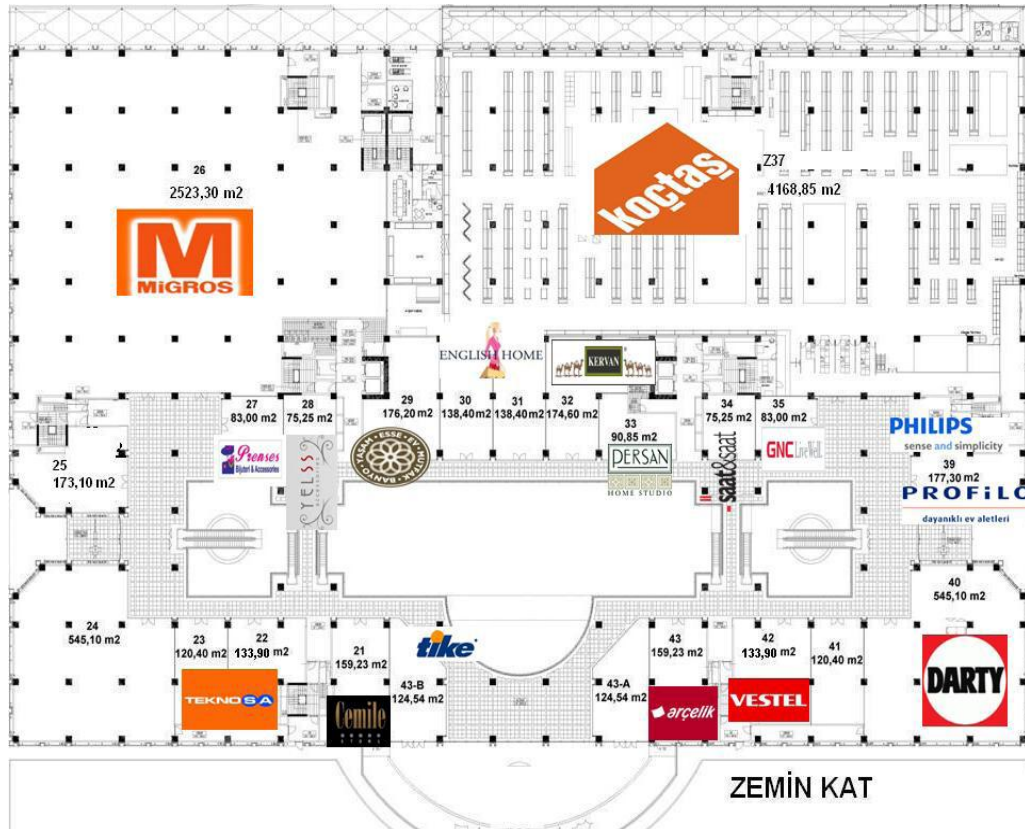
ISI KAYBEDEN ALANLAR		m <sup>2</sup>
Dış Havaya Açık Duvar Alanı	Toplam	5272 m <sup>2</sup>
Toprağa Temas Eden Duvar Alanı	Toplam	1715 m <sup>2</sup>
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Duvar Alanı	Dolgu Duvar	-
	Betonarme	-
Tavan Alanı	Üzeri Açık 1	9405 m <sup>2</sup>
	Üzeri Açık 2	5390 m <sup>2</sup>
	Çatılı	-
Taban Alanı	Toprağa Temas Eden	14791 m <sup>2</sup>
	Isıtılmayan İç ortama Bitişik	-
	Açık Geçit Üzeri	-
Pencere Alanı	Toplam	1865 m <sup>2</sup>
Kapı Alanı	Toplam	109 m <sup>2</sup>

Örnek alınan proje, TS 825' e göre 2.bölgede bulunan Sakarya-Serdivan' da bir alışveriş merkezi projesidir. Örnek alışveriş merkezinin tatbikat projeleri Şekil 5.2, Şekil 5.3, Şekil 5.4 ve Şekil 5.5'te verilmiştir.

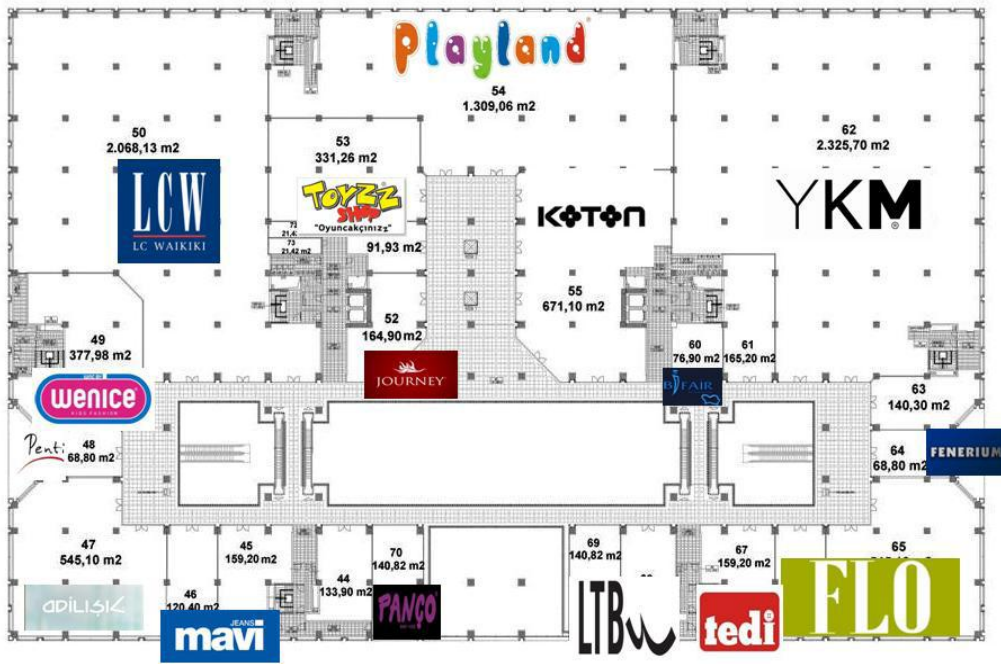




Şekil 5.2. Örnek Alışveriş Proje Alt Zemin Kat



Şekil 5.3. Örnek Alışveriş Proje Zemin Kat



1. KAT PLANI

Şekil 5.4. Örnek Alışveriş Proje 1.Kat Planı



2. KAT

Şekil 5.5. Örnek Alışveriş Proje 2.Kat Planı

### 5.1. Örnek Alışveriş Merkezi Projesinin Yalıtımsız Durumda Özgül Isı Kaybı ve Yıllık Enerji İhtiyacının Bulunması

Örnek alışveriş merkezi projesinin yalıtımsız durumu için özgül ısı kayıpları ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesapları yapılmıştır.

TS 825 Isı Yalıtımı Hesap Programı kullanılarak oluşturulan Binanın Özgül Isı Kaybı tablosunda (Tablo A.1) örnek projede kullanılan yapı malzemelerinin kesit kalınlıkları, ısı iletkenlik ve direnç katsayıları gibi ilgili özellikleri belirtilmiş ve alışveriş merkezinin özgül ısı kayıpları hesaplanmıştır. Buna göre, alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=168.148,00$  W/K 'dır. Tablo A.1 ekler bölümünde yer almaktadır.

TS 825 'te tanımlanan hesap metodu kullanılarak, ısıtma sisteminin iç ortama vermesi gereken ısı enerjisi miktarı belirlenmektedir. Örnek alışveriş merkezi projesinin yalıtımsız durumu için, gerekli yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesabı yapılmıştır ve Tablo A.2 'de belirtilmiştir. Hesaplar sonucunda alışveriş merkezinin  $Q_{yıl} = 25.964.160.467$  kWh enerji tükettiği belirlenmiştir. Bu alan ve hacimdeki bir alışveriş merkezinin  $m^3$  'ü için, TS 825 Isı Yalıtım Standardı 'nın sınırladığı enerji ihtiyacı  $Q' = 12,30$  kWh, bu bina için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q = 26,18$  kWh 'tır. Hesaplanan ısı ihtiyacı standardın sınırladığı enerji ihtiyacından fazla olduğundan binanın yalıtımsız durumu standarda uygun değildir. Tablo A.2 ekler bölümünde yer almaktadır. Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablo A.4 ,Tablo A.6 ,Tablo A.8 ve Tablo A.10 'da basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablo A.4, Tablo A.6, Tablo A.8 ve Tablo A.10 tezin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı  $17$  °C' nin



altında olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski vardır. Standartta uygun değildir. 1.yüzey ve iç yüzeyde yoğuşma meydana gelmektedir.

Örnek proje yalıtımsız durumda iken, bina için gerekli enerji ihtiyacı standardın sınırladığı enerji ihtiyacından fazla olduğu görülmüştür. Binanın dış havaya açık duvarında, toprağa temas eden duvarında, tabanında ve tavanında ise iç yüzey kısımlarında küf oluşma riski vardır. Yalıtım yapılarak yapı bileşenlerinde küf oluşma riski olmadan binanın sağlıklı ve uzun ömürlü olması, dış etkenlere karşı korunması sağlanacaktır.

## 5.2. Örnek Alışveriş Merkezi Projesi İçin Alternatif Isı Yalıtım Sistemleri

Örnek alışveriş merkezi projesinde, farklı ısı yalıtım malzemeleri kullanılarak çeşitli ısı yalıtım çözümleri sunulmuştur. Duvarlarda ısı yalıtım sistemi olarak, üç farklı ısı yalıtım malzemesi ile dıştan ısı yalıtım sistemi uygulanmıştır. Toprağa temas eden duvarlarda ve tabanda, kapalı gözenekli, donmaya ve çözünmeye karşı dayanıklı oluşu, bünyesine su almama özelliği nedeniyle ekstrüde polistren ısı yalıtım malzemesi kullanılmıştır. Tavanda ise uygulama kolaylığı ve ekonomik oluşu nedeniyle alüminyum folyolu cam yünü şilte kullanılmıştır. Alternatif sistemlerde kullanılan ısı yalıtım malzemeleri TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programına göre minimum uygunluğa göre farklı kalınlıkların kıyası sonucu alınmıştır. Örnek alışveriş merkezi projesi için önerilen ısı yalıtım sistemlerinin uygulama sırası Tablo 5.2. 'de verilmiştir.

Tablo 5.2. Örnek Alışveriş Merkezi Projesinde Uygulanan Isı Yalıtım Sistemlerinde Kullanılan Isı Yalıtım Malzemeleri

	<b>Sistem 1</b>	<b>Sistem 2</b>	<b>Sistem 3</b>
<b>Dış Havaya Açık Duvar</b>	Ekspande Polistren Levha (4 cm)	Ekstrüde Polistren Levha(4cm)	Taş Yünü(4cm)
<b>Toprağa Temas Eden Duvar</b>	Ekstrüde Polistren Levha(8cm)	Ekstrüde Polistren Levha(8cm)	Ekstrüde Polistren Levha(8cm)
<b>Toprağa Temas Eden Taban</b>	Ekstrüde Polistren Levha(8cm)	Ekstrüde Polistren Levha(8cm)	Ekstrüde Polistren Levha(8cm)
<b>Çatı</b>	Cam Yünü(10cm)	Cam Yünü(10cm)	Cam Yünü(10cm)

Bu çalışmada, uygulanan ısı yalıtım çözümlerinin maliyet analizleri de verilmiştir. Maliyet analizleri yapılırken, 2010 yılı Aralık ayı güncel piyasa fiyatları kullanılmıştır.

### **5.2.1. Ekspande polistren ile ısı yalıtım sistemi ve maliyeti**

Yalıtımda uygulanması tasarlanan ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıkları, TS 825 Isı Yalıtım Yönetmeliği 'ne uygun olarak yapılacak ısı ve yoğuşma hesaplarından elde edilecek sonuçlara göre bulunmalıdır. Tablo A.12 'de, dış havaya açık betonarme ve dolgu duvarlarda 4 cm ekspande polistren levha, toprağa temas eden duvarlarda ve tabanda 8 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 10 cm cam yünü silte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5.3 'de ekspande polistren ısı yalıtım malzemesi kullanılarak oluşturulan ısı yalıtım sisteminin maliyet analizi yer almaktadır. Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 785.429,17 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.3. Ekspande Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-1

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5,00	0,41	2,05	5272	10807,6
EPS Isı Yalıtım Levhası (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	3,89	3,89	5272	20508,08
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1.10	0,76	0,84	5272	4428,48
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	5272	2319,68
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akrilik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						
						785429,17

Yalıtımsız bina için yapılan hesaplamalarda olduğu gibi, binanın yalıtımlı durumu için alışveriş merkezinin özgül ısı kayıpları hesaplanmış ve Tablo A.11 'da belirtilmiştir. Bu tabloda yapı bileşenlerinde kullanılan malzemelerin özellikleri ve binada uygulanan ısı yalıtım metodu gösterilmektedir. Buna göre, alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=76.294,2$  W/K 'dır. Tablo A.11 ekler bölümünde yer almaktadır.

Hesaplamalar sonucunda alışveriş merkezinin yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.588.819.207$  kWh olarak hesaplanmıştır. Bu alışveriş merkezinde yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanması için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,66$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Bu alan ve hacimdeki bir alışveriş merkezinin m<sup>3</sup> 'ü için, TS 825 Isı Yalıtım Standardı 'nın sınırladığı enerji ihtiyacı daha önceden belirtildiği gibi  $Q'=12,30$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Hesaplanan ısı ihtiyacı standardın belirlediği enerji ihtiyacının altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur. Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Tablosu (Tablo A.12) ekler bölümünde yer almaktadır.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablo A.14 ,Tablo A.16 ,Tablo A.18 ve Tablo A.20 'de basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablo A.14, Tablo A.16, Tablo A.18 ve Tablo A.20 tezin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı 17 °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

Yalıtım yapılarak dış duvarların iç yüzeylerinde yoğuşma, kararma, küflenme gibi problemleri ortadan kaldırarak rutubetsiz sağlıklı ortamlar oluşturulabilmekte, alışveriş merkezimizin özellikle betonarme kısımlarını etkileyen yoğuşma ve

korozyon risklerini ortadan kaldırarak alışveriş merkezimizin ekonomik ömrünü arttırabilmekteyiz.

#### **5.2.1.1.Çatı ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değışikliği**

\*Çatı Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı 12 cm. olması durumu;

Dış havaya açık betonarme ve dolgu duvarlarda 4 cm ekspande polistren levha, toprağa temas eden duvarlarda ve tabanda 8 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 12 cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti Tablo 5.4'de 802.887,27 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.4. Ekspande Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-2

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5,00	0,41	2,05	5272	10807,6
EPS Isı Yalıtım Levhası (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	3,89	3,89	5272	20508,08
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Fılesı	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	5272	2319,68
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akriklik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Fılesı	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Fılesı	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(12cm)	m <sup>2</sup>	1	7,90	7,90	14795	116880,50
<b>GENEL TOPLAM</b>						802887,27

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=75.468,4 \text{ W/K}$  'dır.Hesaplamalar sonucunda alışveriş merkezinin yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.432.321.090 \text{ kWh}$  olarak hesaplanmıştır. Bu alışveriş merkezinde yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanması için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,50 \text{ kWh/m}^3$  'tır. Bu alan ve hacimdeki bir alışveriş merkezinin  $\text{m}^3$  'ü için, TS 825 Isı Yalıtım Standardı 'nın sınırladığı enerji ihtiyacı daha önceden belirtildiği gibi  $Q'=12,30 \text{ kWh/m}^3$  'tır. Hesaplanan ısı ihtiyacı standardın belirlediği enerji ihtiyacının altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezcdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı  $17 \text{ }^\circ\text{C}$ ' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

\*Çatı Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı 14 cm. olması durumu;

Dış havaya açık betonarme ve dolgu duvarlarda 4 cm ekspande polistren levha, toprağa temas eden duvarlarda ve tabanda 8 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 14 cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti Tablo 5.5.te 816.498,67 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.5. Ekspande Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-3

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5,00	0,41	2,05	5272	10807,6
EPS Isı Yalıtım Levhası (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	3,89	3,89	5272	20508,08
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1.10	0,76	0,84	5272	4428,48
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	5272	2319,68
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akrilik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(14cm)	m <sup>2</sup>	1	8,82	8,82	14795	116880,50
<b>GENEL TOPLAM</b>						816498,67



Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=74.868,6$  W/K 'dır.Hesaplamalar sonucunda alışveriş merkezinin yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.335.465.930$  kWh olarak hesaplanmıştır. Bu alışveriş merkezinde yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanması için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,40$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Bu alan ve hacimdeki bir alışveriş merkezinin m<sup>3</sup> 'ü için, TS 825 Isı Yalıtım Standardı 'nın sınırladığı enerji ihtiyacı daha önceden belirtildiği gibi  $Q'=12,30$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Hesaplanan ısı ihtiyacı standardın belirlediği enerji ihtiyacının altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezcdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı 17 °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

#### **5.2.1.2.Dış havaya açık duvar ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği**

\*Dış Havaya Açık Duvar Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı 5 cm. olması durumu;  
Dış havaya açık betonarme ve dolgu duvarlarda 5 cm ekspande polistren levha, toprağa temas eden duvarlarda ve tabanda 8 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 10 cm cam yünü silte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir. Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 790.543,01 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.6. Ekspande Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-4

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5,00	0,41	2,05	5272	10807,6
EPS Isı Yalıtım Levhası (5 cm.)	m <sup>2</sup>	1	4,86	4,86	5272	25621,92
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Fılesı	m <sup>2</sup>	1.10	0,76	0,84	5272	4428,48
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	5272	2319,68
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akrlık Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Fılesı	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Fılesı	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						790543,01

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı H=75.782,8 W/K 'dır.

Hesaplamalar sonucunda alışveriş merkezinin yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.496.863.163$  kWh olarak hesaplanmıştır. Bu alışveriş merkezinde yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanması için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,57$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Bu alan ve hacimdeki bir alışveriş merkezinin m<sup>3</sup> 'ü için, TS 825 Isı Yalıtım Standardı 'nın sınırladığı enerji ihtiyacı daha önceden belirtildiği gibi  $Q'=12,30$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Hesaplanan ısı ihtiyacı standardın belirlediği enerji ihtiyacının altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tez cd'sinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı 17 °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

\*Dış Havaya Açık Duvar Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı 6 cm. olması durumu;

Dış havaya açık betonarme ve dolgu duvarlarda 6 cm ekspande polistren levha, toprağa temas eden duvarlarda ve tabanda 8 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 10 cm cam yünü silte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 795.709,57 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.7. Ekspande Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-5

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5,00	0,41	2,05	5272	10807,6
EPS Isı Yalıtım Levhası (6 cm.)	m <sup>2</sup>	1	5,84	5,84	5272	30788,48
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1.10	0,76	0,84	5272	4428,48
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	5272	2319,68
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akriklik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						795709,57

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=75.403,2 \text{ W/K}$  'dır.

Hesaplamalar sonucunda alışveriş merkezinin yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.418.936.417 \text{ kWh}$  olarak hesaplanmıştır. Bu alışveriş merkezinde yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanması için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,49 \text{ kWh/m}^3$  'tır. Bu alan ve hacimdeki bir alışveriş merkezinin  $\text{m}^3$  'ü için, TS 825 Isı Yalıtım Standardı 'nın sınırladığı enerji ihtiyacı daha önceden belirtildiği gibi  $Q'=12,30 \text{ kWh/m}^3$  'tır.

Hesaplanan ısı ihtiyacı standardın belirlediği enerji ihtiyacının altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezcdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı  $17 \text{ }^\circ\text{C}$ ' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

### **5.2.1.3.Toprağa temas eden duvar ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği**

\*Toprağa Temas Eden Duvar Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı 9 cm. olması durumu; Dış havaya açık betonarme ve dolgu duvarlarda 4 cm ekspande polistren levha, toprağa temas eden duvarlarda 9 cm ve tabanda 8 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 10 cm cam yünü silte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 788.619,07 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.8. Ekspande Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-6

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5,00	0,41	2,05	5272	10807,6
EPS Isı Yalıtım Levhası (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	3,89	3,89	5272	20508,08
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	5272	2319,68
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akrylic Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(9 cm)	m <sup>2</sup>	1	16,76	16,76	1715	28743,4
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						
						788619,07

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=76.234,2$  W/K 'dır.

Hesaplamalar sonucunda alışveriş merkezinin yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.589.529.415$  kWh olarak hesaplanmıştır. Bu alışveriş merkezinde yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanması için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,66$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Bu alan ve hacimdeki bir alışveriş merkezinin m<sup>3</sup> 'ü için, TS 825 Isı Yalıtım Standardı 'nın sınırladığı enerji ihtiyacı daha önceden belirtildiği gibi  $Q'=12,30$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır.

Hesaplanan ısı ihtiyacı standardın belirlediği enerji ihtiyacının altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezcdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı 17 °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

\*Toprağa Temas Eden Duvar Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı 10 cm. olması durumu;

Dış havaya açık betonarme ve dolgu duvarlarda 4 cm ekspande polistren levha, toprağa temas eden duvarlarda 10 cm ve tabanda 8 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 10 cm cam yünü silte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 791.826,12 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.9. Ekspande Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-7

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5,00	0,41	2,05	5272	10807,6
EPS Isı Yalıtım Levhası (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	3,89	3,89	5272	20508,08
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	5272	2319,68
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akrilik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(10 cm)	m <sup>2</sup>	1	18,63	18,63	1715	31950,45
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						
						791826,12



Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=76.186,2 \text{ W/K}$  'dır.

Hesaplamalar sonucunda alışveriş merkezinin yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.579.675.668 \text{ kWh}$  olarak hesaplanmıştır. Bu alışveriş merkezinde yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanması için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,65 \text{ kWh/m}^3$  'tır. Bu alan ve hacimdeki bir alışveriş merkezinin  $\text{m}^3$  'ü için, TS 825 Isı Yalıtım Standardı 'nın sınırladığı enerji ihtiyacı daha önceden belirtildiği gibi  $Q'=12,30 \text{ kWh/m}^3$  'tır.

Hesaplanan ısı ihtiyacı standardın belirlediği enerji ihtiyacının altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezcdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı  $17 \text{ }^\circ\text{C}$  nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

#### **5.2.1.4.Taban Isı Yalıtım Malzemesinin Kalınlığının Değişikliği**

\*Taban Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı 9 cm. olması durumu;

Dış havaya açık betonarme ve dolgu duvarlarda 4 cm ekspande polistren levha, toprağa temas eden duvarlarda 8 cm ve tabanda 9 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 10 cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti  $812.940,43\text{TL}$  olarak bulunmuştur.

Tablo 5.10. Ekspande Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-8

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5,00	0,41	2,05	5272	10807,6
EPS Isı Yalıtım Levhası (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	3,89	3,89	5272	20508,08
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	5272	2319,68
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akrlık Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(9 cm)	m <sup>2</sup>	1	16,76	16,76	14791	247897,16
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						
						812940,43

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=76.064,9$  W/K 'dır.

Hesaplamalar sonucunda alışveriş merkezinin yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.554.774.428$  kWh olarak hesaplanmıştır. Bu alışveriş merkezinde yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanması için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,62$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Bu alan ve hacimdeki bir alışveriş merkezinin m<sup>3</sup> 'ü için, TS 825 Isı Yalıtım Standardı 'nın sınırladığı enerji ihtiyacı daha önceden belirtildiği gibi  $Q'=12,30$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır.

Hesaplanan ısı ihtiyacı standardın belirlediği enerji ihtiyacının altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezcdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı 17 °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

\*Taban Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı 10 cm. olması durumu;

Dış havaya açık betonarme ve dolgu duvarlarda 4 cm ekspande polistren levha, toprağa temas eden duvarlarda 8 cm ve tabanda 10 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 10 cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 840.599,6 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.11. Ekspande Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-9

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5,00	0,41	2,05	5272	10807,6
EPS Isı Yalıtım Levhası (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	3,89	3,89	5272	20508,08
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	5272	2319,68
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akrilik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(10 cm)	m <sup>2</sup>	1	18,63	18,63	14791	275556,33
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						
						840599,6

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=75.880,1 \text{ W/K}$  'dır.

Hesaplamalar sonucunda alışveriş merkezinin yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.516.837.501 \text{ kWh}$  olarak hesaplanmıştır. Bu alışveriş merkezinde yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanması için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,59 \text{ kWh/m}^3$  'tır. Bu alan ve hacimdeki bir alışveriş merkezinin  $\text{m}^3$  'ü için, TS 825 Isı Yalıtım Standardı 'nın sınırladığı enerji ihtiyacı daha önceden belirtildiği gibi  $Q'=12,30 \text{ kWh/m}^3$  'tır.

Hesaplanan ısı ihtiyacı standardın belirlediği enerji ihtiyacının altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tez cdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı  $17 \text{ }^\circ\text{C}$  'nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

### **5.2.2. Ekstrüde polistren ile ısı yalıtım sistemi ve maliyeti**

Tablo A.22 'de, dış havaya açık betonarme ve dolgu duvarlarda 4 cm ekstrüde polistren levha, toprağa temas eden duvarlarda ve tabanda 8 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 10 cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5.12 'de ekstrüde polistren ısı yalıtım malzemesi kullanılarak oluşturulan ısı yalıtım sisteminin maliyet analizi yer almaktadır. Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 804.197,49 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.12. Ekstrüde Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-1

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	5272	10807,6
XPS Isı Yalıtım Levhası (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	7,45	7,45	5272	39276,4
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	5272	2319,68
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akrilik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						
						804197,49

Binanın özgül ısı kayıpları, alışveriş merkezinin ekstrüde polistren levha kullanılarak uygulanan ısı yalıtımlı durumu için hesaplanmış ve Tablo A.21 'de sunulmuştur. Buna göre, alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=75.645,70$  W/K 'dır. Tablo A.21 ekler bölümünde yer almaktadır.

Hesaplamalar sonucunda alışveriş merkezinin yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.468.718.369$  kWh olarak hesaplanmıştır. Bu alışveriş merkezinde yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanması için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,54$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Bu alan ve hacimdeki bir alışveriş merkezinin m<sup>3</sup> 'ü için, TS 825 Isı Yalıtım Standardı 'nın sınırladığı enerji ihtiyacı daha önceden belirtildiği gibi  $Q'=12,30$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Hesaplanan ısı ihtiyacı standardın belirlediği enerji ihtiyacının altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur. Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Tablosu (Tablo A.22) ekler bölümünde yer almaktadır.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablo A.24 ,Tablo A.26 ,Tablo A.28 ve Tablo A.30 'da basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablo A.24, Tablo A.26, Tablo A.28 ve Tablo A.30 tezin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı 17 °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

#### **5.2.2.1.Çatı ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği**

\*Çatı Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı 12 cm. olması durumu;

Dış havaya açık betonarme ve dolgu duvarlarda 4 cm ekstrüde polistren levha, toprağa temas eden duvarlarda ve tabanda 8 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan

kısımında 12 cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 821.655,59 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.13. Ekstrüde Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-2

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	5272	10807,6
XPS Isı Yalıtım Levhası (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	7,45	7,45	5272	39276,4
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	5272	2319,68
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akrilik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(12cm)	m <sup>2</sup>	1	7,90	7,90	14795	116880,50
<b>GENEL TOPLAM</b>						821655,59



Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=74.820,00$  W/K 'dır.

Hesaplamalar sonucunda alışveriş merkezinin yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.338.142.118$  kWh olarak hesaplanmıştır. Bu alışveriş merkezinde yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanması için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,41$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Bu alan ve hacimdeki bir alışveriş merkezinin m<sup>3</sup> 'ü için, TS 825 Isı Yalıtım Standardı 'nın sınırladığı enerji ihtiyacı daha önceden belirtildiği gibi  $Q'=12,30$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Hesaplanan ısı ihtiyacı standardın belirlediği enerji ihtiyacının altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezcdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı 17 °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

\*Çatı Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı 14 cm. olması durumu;

Dış havaya açık betonarme ve dolgu duvarlarda 4 cm ekstrüde polistren levha, toprağa temas eden duvarlarda ve tabanda 8 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 14 cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 852.725,09 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.14. Ekstrüde Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-3

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	5272	10807,6
XPS Isı Yalıtım Levhası (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	7,45	7,45	5272	39276,4
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	5272	2319,68
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akriolik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(14cm)	m <sup>2</sup>	1	8,82	8,82	14795	130491,90
<b>GENEL TOPLAM</b>						
						835266,99

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=74.220,10 \text{ W/K}$  'dır.

Hesaplamalar sonucunda alışveriş merkezinin yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.227.484.506$  kWh olarak hesaplanmıştır. Bu alışveriş merkezinde yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanması için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,29$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Bu alan ve hacimdeki bir alışveriş merkezinin m<sup>3</sup> 'ü için, TS 825 Isı Yalıtım Standardı 'nın sınırladığı enerji ihtiyacı daha önceden belirtildiği gibi  $Q'=12,30$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Hesaplanan ısı ihtiyacı standardın belirlediği enerji ihtiyacının altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezcdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı 17 °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

#### **5.2.2.2.Dış havaya açık duvar ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği**

\*Dış Havaya Açık Duvar Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı 5 cm. olması durumu;  
Dış havaya açık betonarme ve dolgu duvarlarda 5 cm ekstrüde polistren levha, toprağa temas eden duvarlarda ve tabanda 8 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 10 cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 814.003,41 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.15. Ekstrüde Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-4

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	5272	10807,6
XPS Isı Yalıtım Levhası (5 cm.)	m <sup>2</sup>	1	9,31	9,31	5272	49082,32
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	5272	2319,68
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akrylic Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						
						814003,41

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=75.197,60$  W/K 'dır.

Hesaplamalar sonucunda alışveriş merkezinin yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.389.327.430$  kWh olarak hesaplanmıştır. Bu alışveriş merkezinde yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanması için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,46$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Bu alan ve hacimdeki bir alışveriş merkezinin m<sup>3</sup> 'ü için, TS 825 Isı Yalıtım Standardı 'nın sınırladığı enerji ihtiyacı daha önceden belirtildiği gibi  $Q'=12,30$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Hesaplanan ısı ihtiyacı standardın belirlediği enerji ihtiyacının altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezcdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı 17 °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

\*Dış Havaya Açık Duvar Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı 6 cm. olması durumu;  
Dış havaya açık betonarme ve dolgu duvarlarda 6 cm ekstrüde polistren levha, toprağa temas eden duvarlarda ve tabanda 8 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 10 cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 823.862,05 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.16. Ekstrüde Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-5

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	5272	10807,6
XPS Isı Yalıtım Levhası (6 cm.)	m <sup>2</sup>	1	11,18	11,18	5272	58940,96
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Fılesı	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	5272	2319,68
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akriklik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Fılesı	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Fılesı	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						823862,05

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=74.865,50$  W/K 'dır.

Hesaplamalar sonucunda alışveriş merkezinin yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.334.829.542$  kWh olarak hesaplanmıştır. Bu alışveriş merkezinde yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanması için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,40$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Bu alan ve hacimdeki bir alışveriş merkezinin m<sup>3</sup> 'ü için, TS 825 Isı Yalıtım Standardı 'nın sınırladığı enerji ihtiyacı daha önceden belirtildiği gibi  $Q'=12,30$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Hesaplanan ısı ihtiyacı standardın belirlediği enerji ihtiyacının altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezcdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı 17 °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

### **5.2.2.3. Toprağa temas eden duvar ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği**

\*Toprağa Temas Eden Duvar Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı 9 cm. olması durumu;

Dış havaya açık betonarme ve dolgu duvarlarda 4 cm ekstrüde polistren levha, toprağa temas eden duvarlarda 9 cm ve tabanda 8 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 10 cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 807.387,39 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.17. Ekstrüde Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-6

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	5272	10807,6
XPS Isı Yalıtım Levhası (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	7,45	7,45	5272	39276,4
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	5272	2319,68
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akrilik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(9 cm)	m <sup>2</sup>	1	16,76	16,76	1715	28743,4
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						
						807387,39

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=75.585,70$  W/K 'dır.



Hesaplamalar sonucunda alışveriş merkezinin yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.456.401.185$  kWh olarak hesaplanmıştır. Bu alışveriş merkezinde yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanması için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,53$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Bu alan ve hacimdeki bir alışveriş merkezinin m<sup>3</sup> 'ü için, TS 825 Isı Yalıtım Standardı 'nın sınırladığı enerji ihtiyacı daha önceden belirtildiği gibi  $Q'=12,30$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Hesaplanan ısı ihtiyacı standardın belirlediği enerji ihtiyacının altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezcdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı 17 °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

\* Toprağa Temas Eden Duvar Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı 10 cm. olması durumu;

Dış havaya açık betonarme ve dolgu duvarlarda 4 cm ekstrüde polistren levha, toprağa temas eden duvarlarda 10 cm ve tabanda 8 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 10 cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 810.594,44 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.18. Ekstrüde Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-7

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	5272	10807,6
XPS Isı Yalıtım Levhası (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	7,45	7,45	5272	39276,4
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	5272	2319,68
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akrilik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(10 cm)	m <sup>2</sup>	1	18,63	18,63	1715	31950,45
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						
						810594,44

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=75.537,70$  W/K 'dır.

Hesaplamalar sonucunda alışveriş merkezinin yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.446.547.437$  kWh olarak hesaplanmıştır. Bu alışveriş merkezinde yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanması için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,52$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Bu alan ve hacimdeki bir alışveriş merkezinin m<sup>3</sup> 'ü için, TS 825 Isı Yalıtım Standardı 'nın sınırladığı enerji ihtiyacı daha önceden belirtildiği gibi  $Q'=12,30$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Hesaplanan ısı ihtiyacı standardın belirlediği enerji ihtiyacının altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezcdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı 17 °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

#### **5.2.2.4. Taban ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği**

\*Taban Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı 9 cm. olması durumu;

Dış havaya açık betonarme ve dolgu duvarlarda 4 cm ekstrüde polistren levha, toprağa temas eden duvarlarda 8cm ve tabanda 9 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 10 cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 831.708,75 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.19. Ekstrüde Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-8

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	5272	10807,6
XPS Isı Yalıtım Levhası (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	7,45	7,45	5272	39276,4
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	5272	2319,68
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akrilik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(9 cm)	m <sup>2</sup>	1	16,76	16,76	14791	247897,16
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						831708,75

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=75.416,50$  W/K 'dır.

Hesaplamalar sonucunda alışveriş merkezinin yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.421.666.726$  kWh olarak hesaplanmıştır. Bu alışveriş merkezinde yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanması için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,49$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Bu alan ve hacimdeki bir alışveriş merkezinin m<sup>3</sup> 'ü için, TS 825 Isı Yalıtım Standardı 'nın sınırladığı enerji ihtiyacı daha önceden belirtildiği gibi  $Q'=12,30$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Hesaplanan ısı ihtiyacı standardın belirlediği enerji ihtiyacının altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezcdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı 17 °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

\*Taban Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı 10 cm. olması durumu;

Dış havaya açık betonarme ve dolgu duvarlarda 4 cm ekstrüde polistren levha, toprağa temas eden duvarlarda 8cm ve tabanda 10 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 10 cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 859.367,92 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.20. Ekstrüde Polistren İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-9

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	5272	10807,6
XPS Isı Yalıtım Levhası (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	7,45	7,45	5272	39276,4
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	5272	2319,68
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akriik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(10 cm)	m <sup>2</sup>	1	18,63	18,63	14791	275556,33
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						
						859367,92

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=75.231,60$  W/K 'dır.

Hesaplamalar sonucunda alışveriş merkezinin yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.396.307.168$  kWh olarak hesaplanmıştır. Bu alışveriş merkezinde yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanması için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,47$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Bu alan ve hacimdeki bir alışveriş merkezinin m<sup>3</sup> 'ü için, TS 825 Isı Yalıtım Standardı 'nın sınırladığı enerji ihtiyacı daha önceden belirtildiği gibi  $Q'=12,30$  kWh/m<sup>3</sup> 'tır. Hesaplanan ısı ihtiyacı standardın belirlediği enerji ihtiyacının altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezcdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı 17 °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

### **5.2.3. Taş yünü ile duvarlarda ısı yalıtım sistemi ve maliyeti**

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Tablosu'nda gösterilen hesaplamalar sonucunda, betonarme ve dolgu duvarlarda 4 cm tas yünü, toprağa temas eden duvarlarda ve tabanda 8 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 10 cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5.21 'de taş yünü ısı yalıtım malzemesi kullanılarak oluşturulan ısı yalıtım sisteminin maliyet analizi yer almaktadır. Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 791.544,69 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.21. Taşyünü İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-1

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	5272	10807,6
Taş Yünü Levha (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	3,89	3,89	5272	20508,08
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Çelik Dübel	adet	6	0,266	1,60	5272	8435,2
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akrilik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						
						791544,69



Binanın özgül ısı kayıpları, alışveriş merkezinin taş yünü kullanılarak uygulanan ısı yalıtımlı durumu için hesaplanmış ve Tablo A.31 'de sunulmuştur. Buna göre, alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=76.584,20$  W/K 'dır. Tablo A.31 ekler bölümünde yer almaktadır.

Tablo A.32 'de alışveriş merkezinin taş yünü ile yalıtılması durumunda yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.648.352.263$  kWh, konut için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,72$  kWh olduğu görülmüştür. Hesaplanan ısı ihtiyacı, standardın sınırladığı  $Q'=12,30$  kWh 'ın altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur. Tablo A.32 ekler bölümünde yer almaktadır.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablo A.34 ,Tablo A.36 ,Tablo A.38 ve Tablo A.40 'da basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablo A.34, Tablo A.36, Tablo A.38 ve Tablo A.40 tezin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı  $17$  °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

### **5.2.3.1.Çatı ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği**

\*Çatı Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı  $12$  cm. olması durumu;

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Tablosu'nda gösterilen hesaplamalar sonucunda, betonarme ve dolgu duvarlarda  $4$  cm taş yünü, toprağa temas eden duvarlarda ve tabanda  $8$  cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında  $12$  cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 809.002,79 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.22. Taşyünü İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-2

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	5272	10807,6
Taş Yünü Levha (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	3,89	3,89	5272	20508,08
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Çelik Dübel	adet	6	0,266	1,60	5272	8435,2
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akriik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(12cm)	m <sup>2</sup>	1	7,90	7,90	14795	116880,50
<b>GENEL TOPLAM</b>						809002,79

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=75.758,40$  W/K 'dır.

Alışveriş merkezinin taş yünü ile yalıtılması durumunda yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl}=8.491.854.146$  kWh, konut için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q=8,56$  kWh olduğu görülmüştür. Hesaplanan ısı ihtiyacı, standardın sınırladığı  $Q'=12,30$  kWh 'ın altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezcdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı  $17$  °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

\*Çatı Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı  $14$  cm. olması durumu;

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Tablosu'nda gösterilen hesaplamalar sonucunda, betonarme ve dolgu duvarlarda  $4$  cm tas yünü, toprağa temas eden duvarlarda ve tabanda  $8$  cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında  $14$  cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti  $822.614,19$  TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.23. Taşyünü İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-3

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALİŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	5272	10807,6
Taş Yünü Levha (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	3,89	3,89	5272	20508,08
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Çelik Dübel	adet	6	0,266	1,60	5272	8435,2
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akrylic Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(14cm)	m <sup>2</sup>	1	8,82	8,82	14795	130491,9
<b>GENEL TOPLAM</b>						822614,19

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=75.158,60$  W/K 'dır.

Alışveriş merkezinin taş yünü ile yalıtılması durumunda yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.381.321.261$  kWh, konut için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q = 8,45$  kWh olduğu görülmüştür. Hesaplanan ısı ihtiyacı, standardın sınırladığı  $Q' = 12,30$  kWh 'ın altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezdinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı  $17$  °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

### **5.2.3.2. Dış havaya açık duvar ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği**

\*Dış Havaya Açık Duvar Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı 5 cm. olması durumu;  
Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Tablosu'nda gösterilen hesaplamalar sonucunda, betonarme ve dolgu duvarlarda 5 cm taş yünü, toprağa temas eden duvarlarda ve tabanda 8 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 10 cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 796.658,53 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.24. Taşyünü İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-4

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	5272	10807,6
Taş Yünü Levha (5 cm.)	m <sup>2</sup>	1	4,86	4,86	5272	25621,92
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Çelik Dübel	adet	6	0,266	1,60	5272	8435,2
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akrilik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						796658,53

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı H=76.046,40 W/K 'dır.

Alışveriş merkezinin taş yünü ile yalıtılması durumunda yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.550.976.629$  kWh, konut için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q = 8,62$  kWh olduğu görülmüştür. Hesaplanan ısı ihtiyacı, standardın sınırladığı  $Q' = 12,30$  kWh 'ın altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezcdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı  $17$  °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

\*Dış Havaya Açık Duvar Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı 6 cm. olması durumu; Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Tablosu'nda gösterilen hesaplamalar sonucunda, betonarme ve dolgu duvarlarda 6 cm tas yünü, toprağa temas eden duvarlarda ve tabanda 8 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 10 cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 801.825,09 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.25. Taşyünü İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-5

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	5272	10807,6
Taş Yünü Levha (6 cm.)	m <sup>2</sup>	1	5,84	5,84	5272	30788,48
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Çelik Dübel	adet	6	0,266	1,60	5272	8435,2
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akriik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						801825,09

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı H=75.645,70 W/K 'dır.



Alışveriş merkezinin taş yünü ile yalıtılması durumunda yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.468.718.369$  kWh, konut için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q = 8,54$  kWh olduğu görülmüştür. Hesaplanan ısı ihtiyacı, standardın sınırladığı  $Q' = 12,30$  kWh 'ın altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezcdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı  $17$  °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

### **5.2.3.3. Toprağa temas eden duvar ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği**

\*Toprağa Temas Eden Duvar Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı  $9$  cm. olması durumu; Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Tablosu'nda gösterilen hesaplamalar sonucunda, betonarme ve dolgu duvarlarda  $4$  cm tas yünü, toprağa temas eden duvarlarda  $9$  cm ve tabanda  $8$  cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında  $10$  cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti  $794.734,59$  TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.26. Taşyünü İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-6

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	5272	10807,6
Taş Yünü Levha (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	3,89	3,89	5272	20508,08
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Çelik Dübel	adet	6	0,266	1,60	5272	8435,2
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akriik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(9 cm)	m <sup>2</sup>	1	16,76	16,76	1715	28743,4
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						794734,59

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=76.524,10 \text{ W/K}$  'dır.

Alışveriş merkezinin taş yünü ile yalıtılması durumunda yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.636.014.550$  kWh, konut için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q = 8,71$  kWh olduğu görülmüştür. Hesaplanan ısı ihtiyacı, standardın sınırladığı  $Q' = 12,30$  kWh 'ın altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı  $17$  °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

\*Toprağa Temas Eden Duvar Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı  $10$  cm. olması durumu;

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Tablosu'nda gösterilen hesaplamalar sonucunda, betonarme ve dolgu duvarlarda  $4$  cm tas yünü, toprağa temas eden duvarlarda  $10$ cm ve tabanda  $8$  cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında  $10$  cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti  $797.941,64$  TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.27. Taşyünü İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-7

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	5272	10807,6
Taş Yünü Levha (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	3,89	3,89	5272	20508,08
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Çelik Dübel	adet	6	0,266	1,60	5272	8435,2
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akrilik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(10 cm)	m <sup>2</sup>	1	18,63	18,63	1715	31950,45
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	14791	220385,90
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						797941,64

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı  $H=76.476,10 \text{ W/K}$  'dır.

Alışveriş merkezinin taş yünü ile yalıtılması durumunda yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.626.160.803$  kWh, konut için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q = 8,70$  kWh olduğu görülmüştür. Hesaplanan ısı ihtiyacı, standardın sınırladığı  $Q' = 12,30$  kWh 'ın altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tez cdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı  $17$  °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

#### **5.2.3.4.Taban ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının değişikliği**

\*Taban Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı 9 cm. olması durumu;

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Tablosu'nda gösterilen hesaplamalar sonucunda, betonarme ve dolgu duvarlarda 4 cm tas yünü, toprağa temas eden duvarlarda 8cm ve tabanda 9 cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında 10 cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 819.055,95 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.28. Taşyünü İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-8

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	5272	10807,6
Taş Yünü Levha (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	3,89	3,89	5272	20508,08
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Çelik Dübel	adet	6	0,266	1,60	5272	8435,2
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akriik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(9 cm)	m <sup>2</sup>	1	16,76	16,76	14791	247897,16
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						819055,95

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı H=76.354,90 W/K 'dır.

Alışveriş merkezinin taş yünü ile yalıtılması durumunda yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.601.280.092$  kWh, konut için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q = 8,67$  kWh olduğu görülmüştür. Hesaplanan ısı ihtiyacı, standardın sınırladığı  $Q' = 12,30$  kWh 'ın altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tezcdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı  $17$  °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

\*Taban Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı  $10$  cm. olması durumu;

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Tablosu'nda gösterilen hesaplamalar sonucunda, betonarme ve dolgu duvarlarda  $4$  cm tas yünü, toprağa temas eden duvarlarda  $8$ cm ve tabanda  $10$  cm ekstrüde polistren levha, çatılı tavan kısmında  $10$  cm cam yünü şilte olarak seçilen ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıklarının hesaplamalar sonucunda standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti  $846.715,12$  TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.29. Taşyünü İle Oluşturulan Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti-9

	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	m <sup>2</sup> MALİYETİ	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM SARFIYATI (m <sup>2</sup> )	ALIŞVERİŞ MERKEZİ TOPLAM MALİYET (TL)
<b>DIŞ DUVARLAR</b>						
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	5272	10807,6
Taş Yünü Levha (4 cm.)	m <sup>2</sup>	1	3,89	3,89	5272	20508,08
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	5272	13601,76
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	5272	4428,48
Çelik Dübel	adet	6	0,266	1,60	5272	8435,2
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	5272	579,92
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	5272	1318
Orta Tekstürlü Saf Akrilik Son Kat Kaplama	lt	2	2,21	4,42	5272	23302,24
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	5272	63264
<b>TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR</b>						
Ekstrüde Polistren(8 cm)	m <sup>2</sup>	1	14,90	14,90	1715	25553,50
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	1715	3515,75
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	1715	4424,70
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	1715	1440,60
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	1715	754,60
Alüminyum Köşe Profili	mt	0,25	0,45	0,11	1715	188,65
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	1715	428,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	1715	20580
<b>TABAN</b>						
Ekstrüde Polistren(10 cm)	m <sup>2</sup>	1	18,63	18,63	14791	275556,33
Yapıştırma Harcı	kg	5	0,41	2,05	14791	30321,55
Yüzey Sıvası	kg	6	0,43	2,58	14791	38160,78
Alkali Dayanımlı Donatı Filesi	m <sup>2</sup>	1,10	0,76	0,84	14791	12424,44
Plastik Çivili Dübel	adet	6	0,073	0,44	14791	6508,04
Su Bazlı Astar	lt	0,12	2,07	0,25	14791	3697,75
İşçilik	m <sup>2</sup>	1	12	12	14791	177492
<b>ÇATI</b>						
Camyünü(10cm)	m <sup>2</sup>	1	6,72	6,72	14795	99422,40
<b>GENEL TOPLAM</b>						846715,12

Alışveriş merkezinin yapı bileşenlerinde iletim ve havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı H=76.170,00 W/K 'dır.



Alışveriş merkezinin taş yünü ile yalıtılması durumunda yılda toplam enerji tükettiği  $Q_{yıl} = 8.576.350.028$  kWh, konut için hesaplanan ısı ihtiyacı ise  $Q = 8,65$  kWh olduğu görülmüştür. Hesaplanan ısı ihtiyacı, standardın sınırladığı  $Q' = 12,30$  kWh 'ın altında olduğundan uygulanan ısı yalıtım projesinin standarda uygundur.

Dış hava ile temas eden dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavan kısımlarının TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı 'yla Glaser usulüne göre yoğuşma analizleri yapılmış, Tablolar bölümünde basınç-sıcaklık dağılımı çizelgeleri sunulmuştur. Basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğuşup yoğuşmadığı anlaşılmaktadır. Tablolar tez cdsinin ekler bölümünde yer almaktadır.

Projenin dış havaya açık duvarının, toprağa temas eden duvarının, tabanının ve tavanının basınç-sıcaklık dağılımı çizelgelerinde İç Yüzey Sıcaklığı  $17$  °C' nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur. Standartta uygundur.

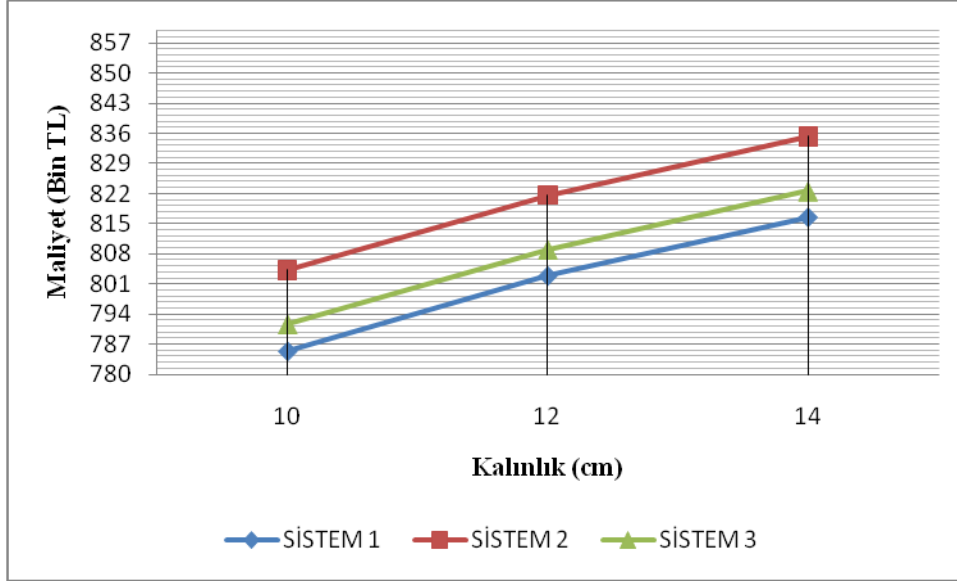
#### **5.2.4. Alternatif sistemlerde ısı yalıtım malzeme kalınlıklarının değiştirilmesi sonucu elde edilen değerlerin tablosal ve grafiksel ifade edilmesi**

Örnek alışveriş merkezi projesi için önerilen alternatif ısı yalıtım sistemlerinde dış havaya açık duvarda, toprağa temas eden duvarda ve toprağa temas eden tabanda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin kalınlığı sabit tutulup, çatı ısı yalıtım malzemesinin kalınlığı 10,12 ve 14 cm. alınarak ısı yalıtım sistem maliyeti, ısı kayıplarının toplamı, yıllık tüketeceği enerji miktarları karşılaştırmalı olarak Tablo 5.30'da verilmiştir.

Tablo 5.30. Alternatif Sistemlerde Çatı Kalınlıklarının Değiştirilmesi Sonucu Karşılaştırma

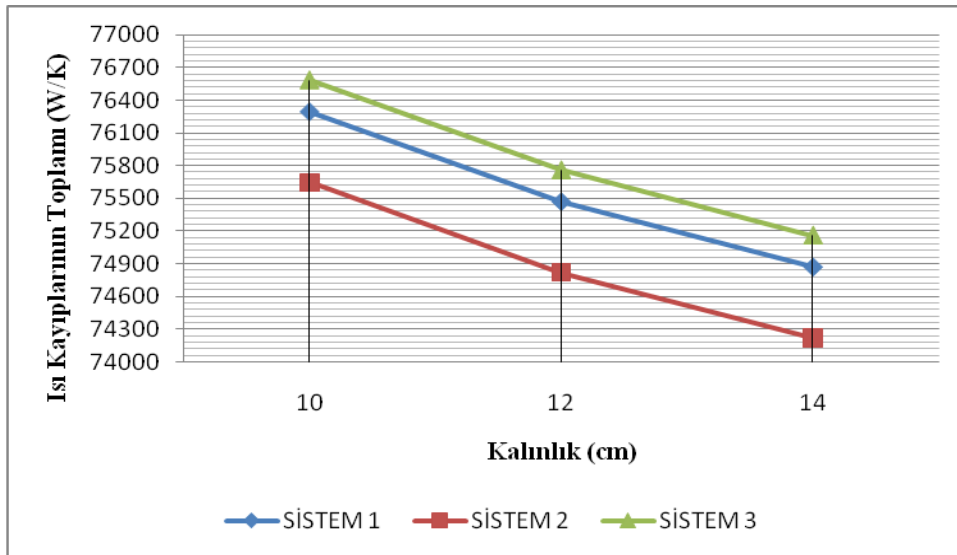
Çatı Kalınlıkları 10,12,14 cm İçin	YALITIMSIZ	SİSTEM 1			SİSTEM 2			SİSTEM 3		
		10 (cm)	12 (cm)	14 (cm)	10 (cm)	12 (cm)	14 (cm)	10 (cm)	12 (cm)	14 (cm)
Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti (TL)	-	785.429,17	802.887,27	816.498,67	804.197,49	821.655,59	835.266,99	791.544,69	809.002,79	822.614,19
Isı Kayıplarının Toplamı (W/K)	168.148,00	76.294,20	75.468,40	74.868,60	75.645,70	74.820,00	74.220,10	76.584,20	75.758,40	75.158,60
Yıllık Tüketeceği Enerji(kWh)	25.964.160.467	8.588.819.207	8.432.321.090	8.335.465.930	8.468.718.369	8.338.142.118	8.227.484.506	8.648.352.263	8.491.854.146	8.381.321.261

Tablo 5.30’da verilen alternatif sistemlerde çatı kalınlıklarının değiştirilmesi sonucu elde edilen ısı yalıtım sistem maliyet değerlerinin grafiksel kıyaslanması Şekil 5.6’da verilmiştir.



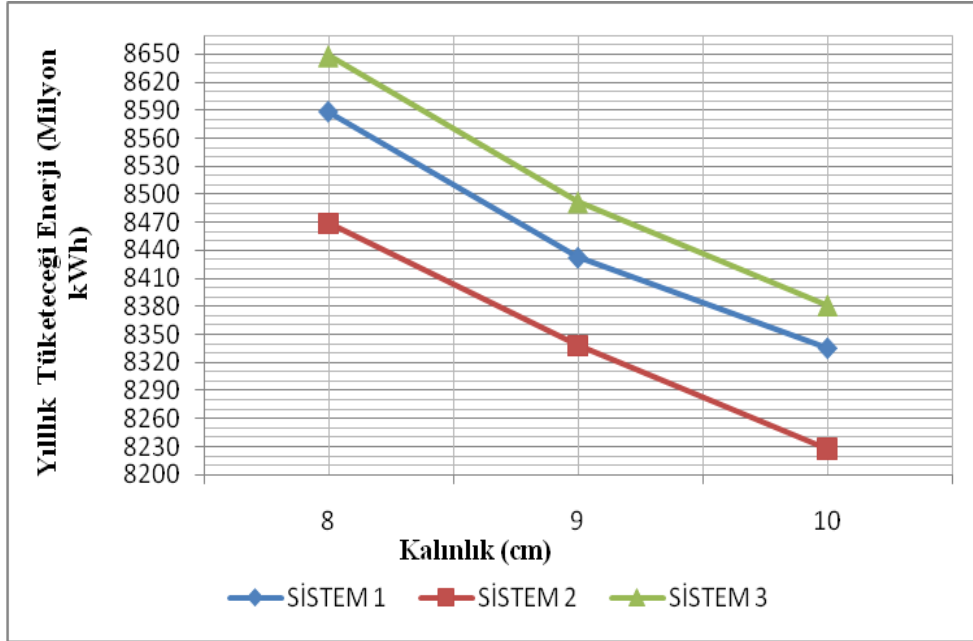
Şekil 5.6. Çatı Kalınlığı Değişikliği Sonucu Maliyet Karşılaştırması

Alternatif sistemlerde çatı kalınlıklarının değiştirilmesi sonucu elde edilen toplam ısı kaybı değerlerinin grafiksel kıyaslanması Şekil 5.7’de verilmiştir.



Şekil 5.7. Çatı Kalınlığı Değişikliği Sonucu Isı Kaybı Karşılaştırması

Alternatif sistemlerde çatı kalınlıklarının değiştirilmesi sonucu elde edilen yıllık tüketilecek enerji değerlerinin grafiksel kıyaslanması Şekil 5.8’de verilmiştir.



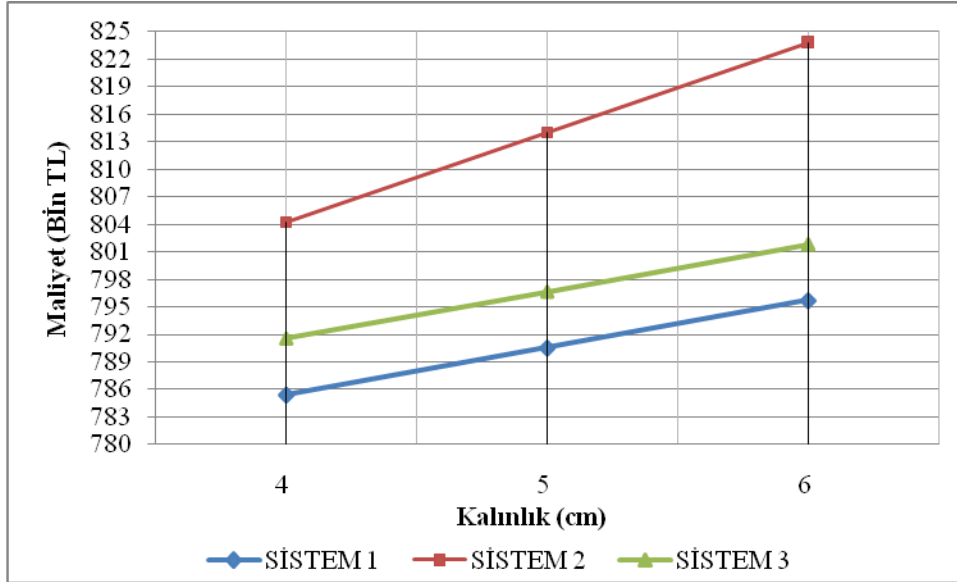
Şekil 5.8. Çatı Kalınlığı Değişikliği Sonucu Yıllık Tüketeceği Enerji Karşılaştırması

Örnek alışveriş merkezi projesi için önerilen alternatif ısı yalıtım sistemlerinde çatıda, toprağa temas eden duvarda ve toprağa temas eden tabanda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin kalınlığı sabit tutulup, dış havaya açık duvar ısı yalıtım malzemesinin kalınlığı 4,5 ve 6 cm. alınarak ısı yalıtım sistem maliyeti, ısı kayıplarının toplamı, yıllık tüketeceği enerji miktarları karşılaştırmalı olarak Tablo 5.31.de verilmiştir.

Tablo 5.31. Alternatif Sistemlerde Dış Havaya Açık Duvar Kalınlıklarının Değiştirilmesi Sonucu Karşılaştırma

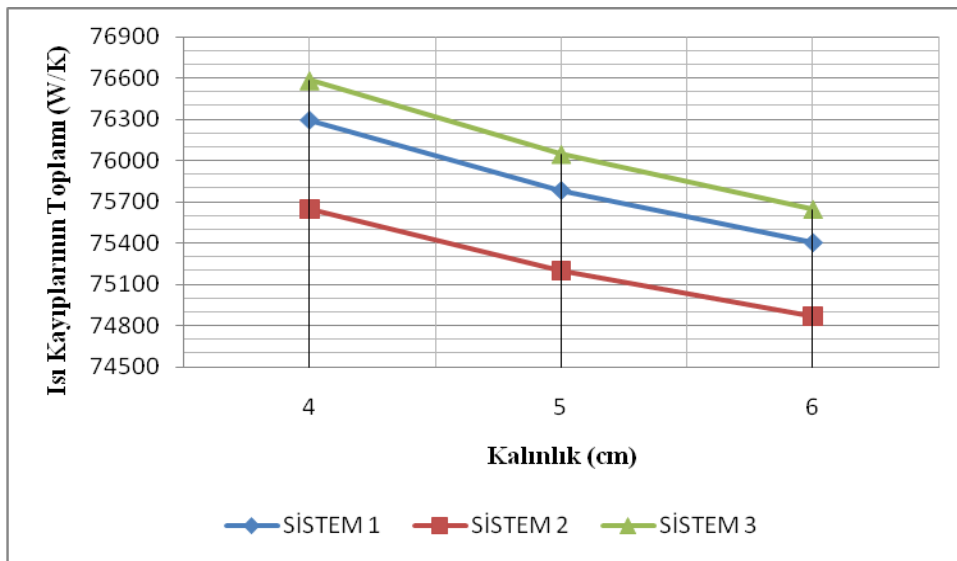
Dış Havaya Açık Duvar Kalınlıkları 4,5,6 Cm İçin	YALITIMSIZ	SİSTEM 1			SİSTEM 2			SİSTEM 3		
		4 (cm)	5 (cm)	6 (cm)	4 (cm)	5 (cm)	6 (cm)	4 (cm)	5 (cm)	6(cm)
Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti (TL)	-	785.429,17	790.543,01	795.709,57	804.197,49	814.003,41	823.862,05	791.544,69	796.658,53	801.825,09
Isı Kayıplarının Toplamı (W/K)	168.148,00	76.294,20	75.782,80	75.403,20	75.645,70	75.197,60	74.865,50	76.584,20	76.046,40	75.645,70
Yıllık Tüketeceği Enerji (Kwh)	25.964.160.467	8.588.819.207	8.496.863.163	8.418.936.417	8.468.718.369	8.389.327.430	8.334.829.542	8.648.352.263	8.550.976.629	8.468.718.369

Tablo 5.31’de verilen alternatif sistemlerde dış havaya açık duvar kalınlıklarının değiştirilmesi sonucu elde edilen ısı yalıtım sistem maliyet değerlerinin grafiksel kıyaslanması Şekil 5.9’da verilmiştir.



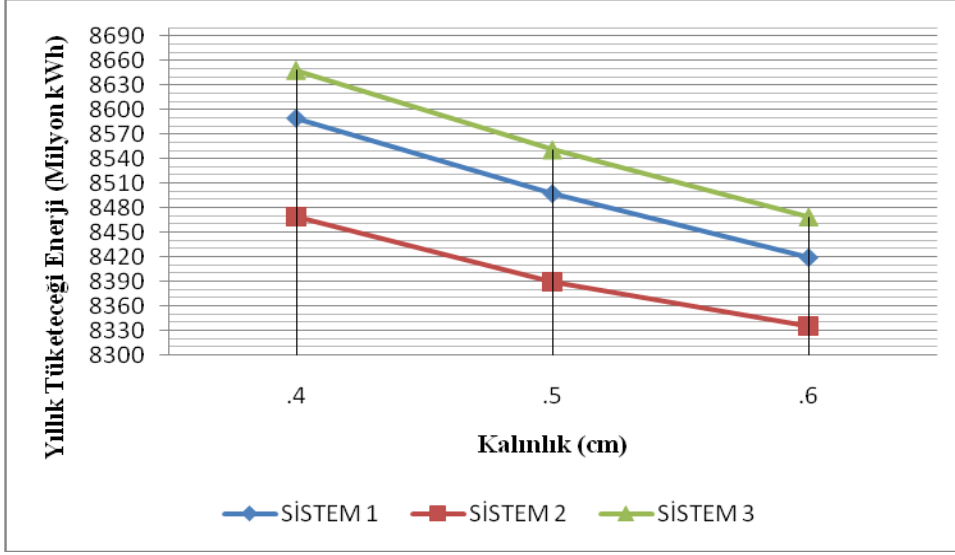
Şekil 5.9. Dış Havaya Açık Duvar Kalınlığı Değişikliği Sonucu Maliyet Karşılaştırması

Alternatif sistemlerde dış havaya açık duvar kalınlıklarının değiştirilmesi sonucu elde edilen ısı yalıtım sistem toplam ısı kaybı değerlerinin grafiksel kıyaslanması Şekil 5.10’da verilmiştir.



Şekil 5.10. Dış Havaya Açık Duvar Kalınlığı Değişikliği Sonucu Isı Kaybı Karşılaştırması

Alternatif sistemlerde dış havaya açık duvar kalınlıklarının değiştirilmesi sonucu elde edilen ısı yalıtım sistem toplam tüketeceği enerji değerlerinin grafiksel kıyaslanması Şekil 5.11’de verilmiştir.



Şekil 5.11. Dış Havaya Açık Duvar Kalınlığı Değişikliği Sonucu Toplam Tüketeceği Enerji Karşılaştırması

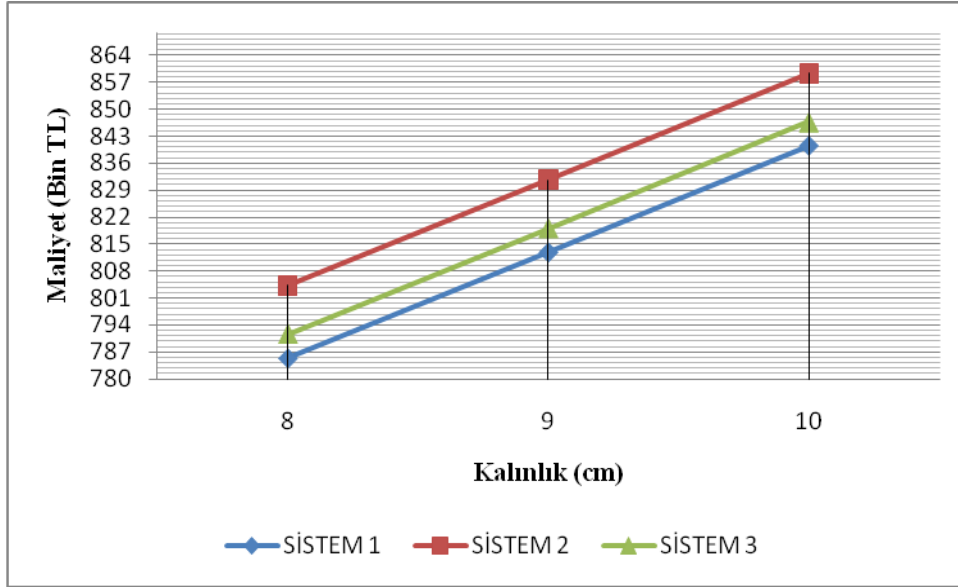
Örnek alışveriş merkezi projesi için önerilen alternatif ısı yalıtım sistemlerinde dış havaya açık duvarda, çatıda ve toprağa temas eden duvarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin kalınlığı sabit tutulup, toprağa temas eden taban ısı yalıtım malzemesinin kalınlığı 8,9 ve 10 cm. alınarak ısı yalıtım sistem maliyeti, ısı kayıplarının toplamı, yıllık tüketeceği enerji miktarları karşılaştırmalı olarak Tablo 5.32’de verilmiştir.

Tablo 5.32. Alternatif Sistemlerde Toprağa Temas Eden Taban Kalınlıklarının Değiştirilmesi Sonucu Karşılaştırma

Toprağa Temas Eden Taban Kalınlıkları 8,9,10 Cm İçin	YALITIMSIZ	SİSTEM 1			SİSTEM 2			SİSTEM 3		
		8 (cm)	9 (cm)	10 (cm)	8 (cm)	9 (cm)	10 (cm)	8 (cm)	9 (cm)	10 (cm)
Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti (TL)	-	785.429,17	812.940,43	840.599,60	804.197,49	831.708,75	859.367,92	791.544,69	819.055,95	846.715,12
Isı Kayıplarının Toplamı (W/K)	168.148,00	76.294,20	76.064,90	75.880,10	75.645,70	75.416,50	75.231,60	76.584,20	76.354,90	76.170,00
Yıllık Tüketeceği Enerji (Kwh)	25.964.160.467	8.588.819.207	8.554.774.428	8.516.321.321	8.468.718.369	8.421.666.726	8.396.307.168	8.648.352.263	8.601.280.092	8.576.350.028

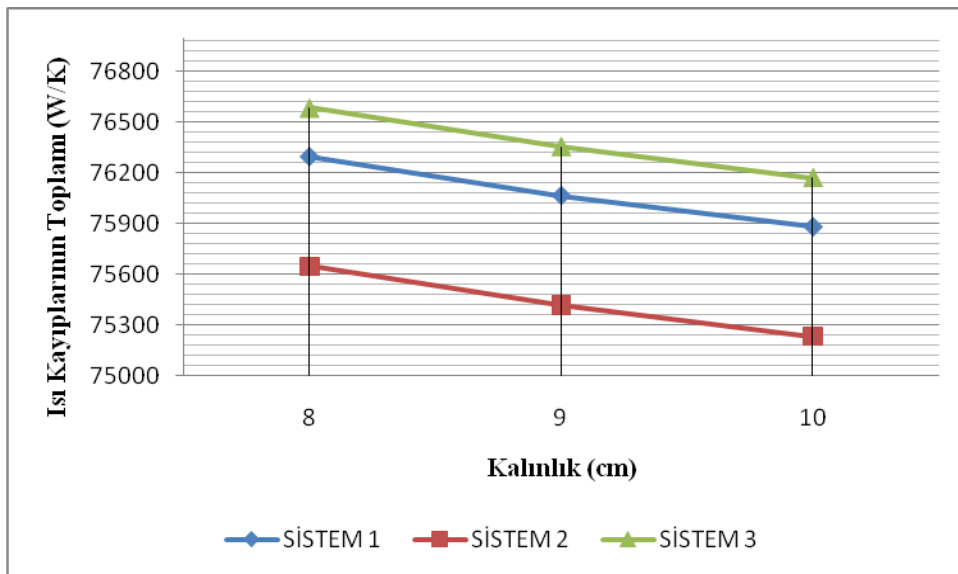


Tablo 5.32’de verilen alternatif sistemlerde toprağa temas eden taban kalınlıklarının değiştirilmesi sonucu elde edilen ısı yalıtım sistem maliyet değerlerinin grafiksel kıyaslanması Şekil 5.12’de verilmiştir.



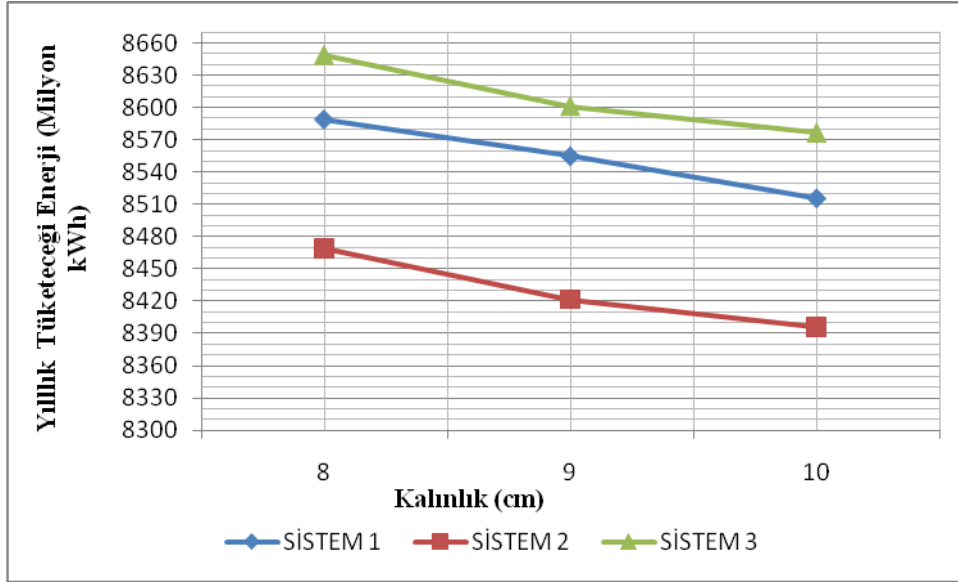
Şekil 5.12. Toprağa Temas Eden Taban Kalınlığı Değişikliği Sonucu Maliyet Karşılaştırması

Alternatif sistemlerde toprağa temas eden taban kalınlıklarının değiştirilmesi sonucu elde edilen ısı yalıtım sistem ısı kaybı değerlerinin grafiksel kıyaslanması Şekil 5.13’de verilmiştir.



Şekil 5.13. Toprağa Temas Eden Taban Kalınlığı Değişikliği Sonucu Toplam Isı Kaybı Karşılaştırması

Alternatif sistemlerde toprağa temas eden taban kalınlıklarının değiştirilmesi sonucu elde edilen ısı yalıtım sistem toplam tüketeceği enerji değerlerinin grafiksel kıyaslanması Şekil 5.14’de verilmiştir.



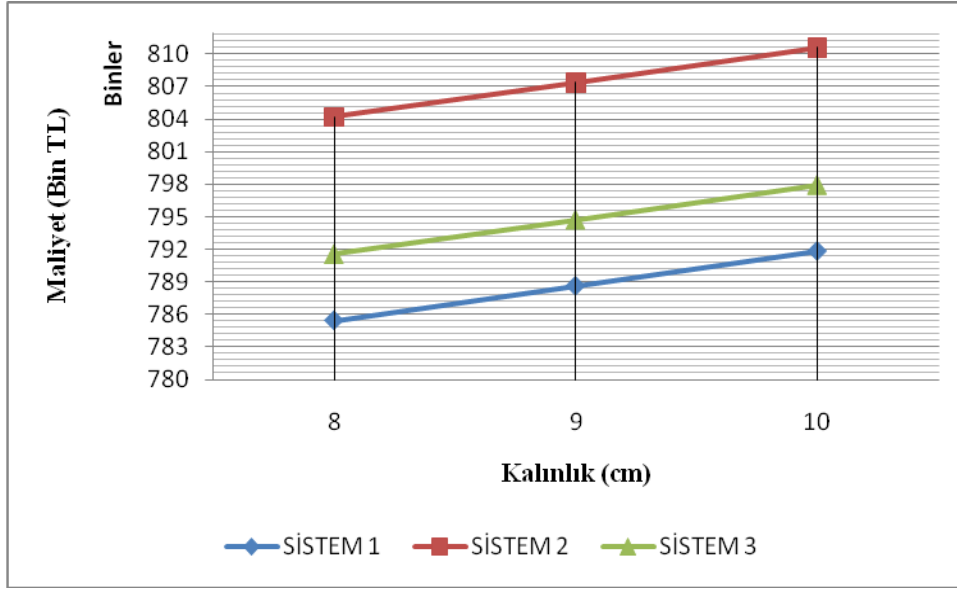
Şekil 5.14. Toprağa Temas Eden Taban Kalınlığı Değişikliği Sonucu Toplam Tüketeceği Enerji Karşılaştırması

Örnek alışveriş merkezi projesi için önerilen alternatif ısı yalıtım sistemlerinde dış havaya açık duvarda, çatıda ve toprağa temas eden tabanda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin kalınlığı sabit tutulup, toprağa temas eden duvar ısı yalıtım malzemesinin kalınlığı 8,9 ve 10 cm. alınarak ısı yalıtım sistem maliyeti, ısı kayıplarının toplamı, yıllık tüketeceği enerji miktarları karşılaştırmalı olarak Tablo 5.33’de verilmiştir.

Tablo 5.33. Alternatif Sistemlerde Toprağa Temas Eden Duvar Kalınlıklarının Değiştirilmesi Sonucu Karşılaştırma

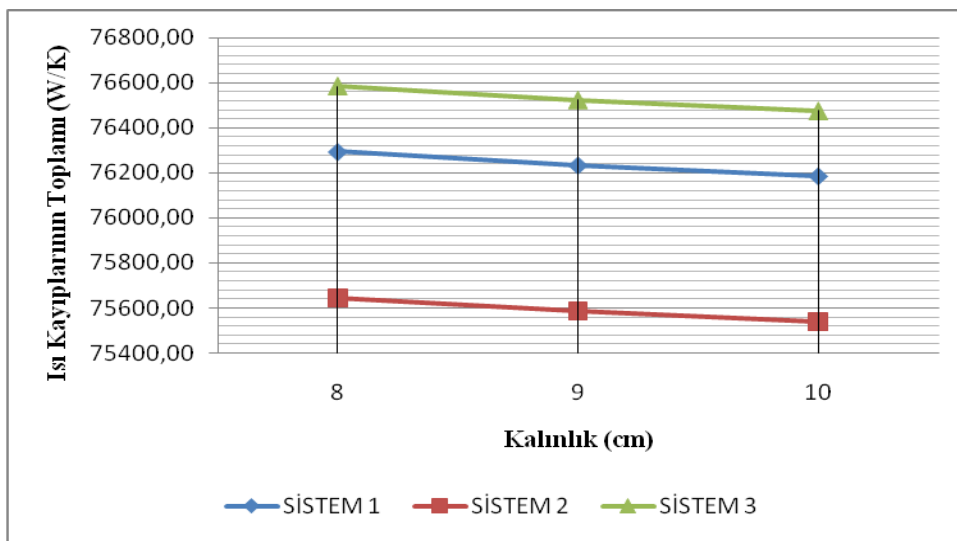
Toprağa Temas Eden Duvar Kalınlıkları 8,9,10 cm için	YALITIMSIZ	SİSTEM 1			SİSTEM 2			SİSTEM 3		
		8 (cm)	9(cm)	10 (cm)	8 (cm)	9 (cm)	10 (cm)	8 (cm)	9 (cm)	10 (cm)
Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti (TL)	-	785.429,17	788.619,07	791.826,12	804.197,49	807.387,39	810.594,44	791.544,69	794.734,59	797.941,64
Isı Kayıplarının Toplamı (W/K)	168.148,00	76.294,20	76.234,20	76.186,20	75.645,70	75.585,70	75.537,70	76.584,20	76.524,10	76.476,10
Yıllık Tüketeceği Enerji (kWh)	25.964.160.467	8.588.819.207	8.589.529.415	8.579.675.668	8.468.718.369	8.456.401.185	8.446.547.437	8.648.352.263	8.636.014.550	8.626.160.803

Tablo 5.33'te verilen alternatif sistemlerde toprağa temas eden duvar kalınlıklarının değiştirilmesi sonucu elde edilen ısı yalıtım sistem maliyet değerlerinin grafiksel kıyaslanması Şekil 5.15'de verilmiştir.



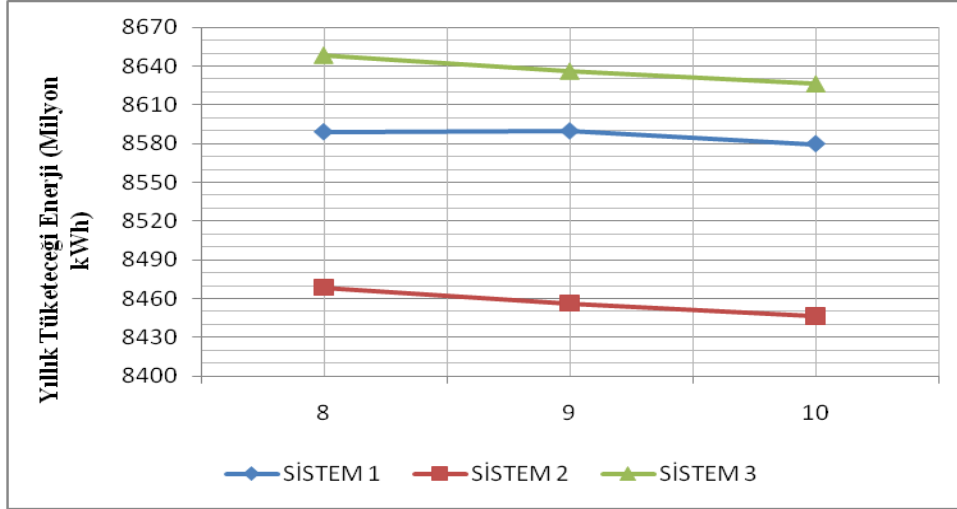
Şekil 5.15. Toprağa Temas Eden Duvar Kalınlığı Değişikliği Sonucu Maliyet Karşılaştırması

Alternatif sistemlerde toprağa temas eden duvar kalınlıklarının değiştirilmesi sonucu elde edilen ısı yalıtım sistem toplam ısı kaybı değerlerinin grafiksel kıyaslanması Şekil 5.16'da verilmiştir.



Şekil 5.16. Toprağa Temas Eden Duvar Kalınlığı Değişikliği Sonucu Toplam Isı Kaybı Karşılaştırması

Alternatif sistemlerde toprağa temas eden duvar kalınlıklarının değiştirilmesi sonucu elde edilen ısı yalıtım sistem toplam tüketeceği enerji değerlerinin grafiksel kıyaslanması Şekil 5.17’de verilmiştir.



Şekil 5.17. Toprağa Temas Eden Duvar Kalınlığı Değişikliği Sonucu Toplam Tüketeceği Enerji Karşılaştırması

### **5.2.5. Alternatif sistemlerde ısı ıalıtım maliyetinin tüketecek enerji açısından amorti sürelerinin hesabı**

Örnek alışveriş merkezi projesi için önerilen alternatif ısı yalıtım sistemlerinde dış havaya açık duvarda, toprağa temas eden duvarda ve toprağa temas eden tabanda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin kalınlığı sabit tutulup, çatı ısı yalıtım malzemesinin kalınlığı 10,12 ve 14 cm. alınarak amorti süreleri Tablo 5.34.de verilmiştir.

Tablo 5.34. Alternatif Sistemlerde Çatı Kalınlıklarının Değiştirilmesi Sonucu Amorti Süreleri

	SİSTEM 1			SİSTEM 2			SİSTEM 3		
	10(cm)	12(cm)	14(cm)	10(cm)	12(cm)	14(cm)	10(cm)	12(cm)	14(cm)
Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti (TL)	785.429,17	802.887,27	816.498,67	804.197,49	821.655,59	852.725,09	791.544,69	809.002,79	822.614,19
Yalıtım Sonrası Yıllık Tüketeceği Enerjideki Tasarruf Miktarı (Kwh)	17.375.341.260	17.531.839.377	17.628.694.537	17.495.442.098	17.626.018.349	17.736.675.951	17.315.808.204	17.472.306.311	17.582.839.206
Yalıtım Sonrası Yıllık Tüketeceği Enerjideki Tasarruf Miktarı (M³)	2340113,301	2361190,488	2374234,954	2356288,497	2373874,524	2388777,906	2332095,380	2353172,567	2368059,152
Yalıtım Sonrası Aylık Tüketeceği Enerjideki Tasarruf Miktarı (M³)	195009,4418	196765,8740	197852,9128	196257,3748	197822,8770	199064,8255	194341,2817	196097,7139	197338,2626
Yalıtım Sonrası Aylık Tasarruf Maliyeti (TL)	120835,6505	121924,0062	122597,5789	121670,8837	122578,9675	123348,5285	120421,6318	121509,9874	122278,6810
Amorti Süreleri (Gün)	195	198	200	198	201	203	197	200	202

Örnek alışveriş merkezi projesi için önerilen alternatif ısı yalıtım sistemlerinde çatıda, toprağa temas eden duvarda ve toprağa temas eden tabanda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin kalınlığı sabit tutulup, dış havaya açık duvar ısı yalıtım malzemesinin kalınlığı 4,5 ve 6 cm. alınarak amorti süreleri Tablo 5.35’de verilmiştir.



Tablo 5.35. Alternatif Sistemlerde Dış Havaya Açık Duvar Kalınlıklarının Değiştirilmesi Sonucu Amorti Süreleri

	SİSTEM 1			SİSTEM 2			SİSTEM 3		
	4 (cm)	5 (cm)	6 (cm)	4 (cm)	5(cm)	6 (cm)	4 (cm)	5 (cm)	6 (cm)
Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti (TL)	785.429,17	790.543,01	795.709,57	804.197,49	814.003,41	823.862,05	791.544,69	796.658,53	801.825,09
Yalıtım Sonrası Yıllık Tüketeceği Enerjideki Tasarruf Miktarı (Kwh)	17.375.341.260	17.467.297.304	17.545.224.050	17.495.442.098	17.574.833.037	17.629.330.925	17.315.808.204	17.413.183.838	17.495.442.098
Yalıtım Sonrası Yıllık Tüketeceği Enerjideki Tasarruf Miktarı (M <sup>3</sup> )	2340113,301	2352497,953	2362993,138	2356288,497	2366980,880	2374320,663	2332095,380	2345209,945	2356288,498
Yalıtım Sonrası Aylık Tüketeceği Enerjideki Tasarruf Miktarı (M <sup>3</sup> )	195009,4418	196041,4961	196916,0948	196357,3748	197248,4067	197860,0553	194341,2817	195434,1621	196357,3748
Yalıtım Sonrası Aylık Tasarruf Maliyeti (TL)	120835,6505	121475,1527	122017,0890	121670,8837	122223,0027	122602,0047	120421,6318	121098,8242	121670,8837
Amorti Süreleri(Gün)	195	195	196	198	198	202	197	197	198

Örnek alışveriş merkezi projesi için önerilen alternatif ısı yalıtım sistemlerinde dış havaya açık duvarda, çatıda ve toprağa temas eden duvarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin kalınlığı sabit tutulup, toprağa temas eden taban ısı yalıtım malzemesinin kalınlığı 8,9 ve 10 cm. alınarak amorti süreleri Tablo 5.36'da verilmiştir.

Tablo 5.36. Alternatif Sistemlerde Toprağa Temas Eden Taban Kalınlıklarının Değiştirilmesi Sonucu Amorti Süreleri

	SİSTEM 1			SİSTEM 2			SİSTEM 3		
	8	9	10	8	9	10	8	9	10
Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti (TL)	785.429,17	812.940,43	840.599,60	804.197,49	831.708,75	859.367,92	791.544,69	819.055,95	846.715,12
Yalıtım Sonrası Yıllık Tüketeceği Enerjideki Tasarruf Miktarı (Kwh)	17.375.341.260	17.409.386.039	17.447.839.146	17.495.442.098	17.542.493.741	17.567.853.299	17.315.808.204	17.362.880.375	17.387810.439
Yalıtım Sonrası Yıllık Tüketeceği Enerjideki Tasarruf Miktarı (M³)	2340113,301	2344698,456	2349877,326	2356288,497	2362625,420	2366040,848	2332095,380	2338425,067	2341792,652
Yalıtım Sonrası Aylık Tüketeceği Enerjideki Tasarruf Miktarı (M³)	195009,4418	195391,5380	195823,1105	196357,3748	196885,4516	197170,0707	194341,2817	194869,5889	195149,3876
Yalıtım Sonrası Aylık Tasarruf Maliyeti (TL)	120835,6505	121072,4126	121339,8322	121670,8837	121998,1013	122174,4626	120421,6318	120748,9921	120922,3666
Amorti Süreleri(Gün)	195	201	208	198	205	211	197	204	210

Örnek alışveriş merkezi projesi için önerilen alternatif ısı yalıtım sistemlerinde dış havaya açık duvarda, çatıda ve toprağa temas eden tabanda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin kalınlığı sabit tutulup, toprağa temas eden duvar ısı yalıtım malzemesinin kalınlığı 8,9 ve 10 cm. alınarak amorti süreleri Tablo 5.37’de verilmiştir.

Tablo 5.37. Alternatif Sistemlerde Toprağa Temas Eden Duvar Kalınlıklarının Değiştirilmesi Sonucu Amorti Süreleri

	SİSTEM 1			SİSTEM 2			SİSTEM 3		
	8	9	10	8	9	10	8	9	10
Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti (TL)	785.429,17	788.619,07	791.826,12	804.197,49	807.387,39	810.594,44	791.544,69	794.734,59	797.941,64
Yalıtım Sonrası Yıllık Tüketeceği Enerjideki Tasarruf Miktarı (Kwh)	17.375.341.260	17.374.631.052	17.384.484.779	17.495.442.098	17.507.759.282	17.517.613.030	17.315.808.204	17.328.145.917	17.337.999.664
Yalıtım Sonrası Yıllık Tüketeceği Enerjideki Tasarruf Miktarı (M³)	2340113,301	2340017,650	2341344,754	2356288,497	2357947,378	2359274,482	2332095,380	2333757,026	2335084,13
Yalıtım Sonrası Aylık Tüketeceği Enerjideki Tasarruf Miktarı (M³)	195009,4418	195001,4708	195112,0628	196357,3748	196495,6148	196606,2068	194341,2817	19479,7522	194590,3442
Yalıtım Sonrası Aylık Tasarruf Maliyeti (TL)	120835,6505	120830,7114	120899,2386	121670,8837	121756,5428	121825,07	120421,6318	120507,4336	120575,9609
Amorti Süreleri(Gün)	195	196	197	198	199	200	197	198	199

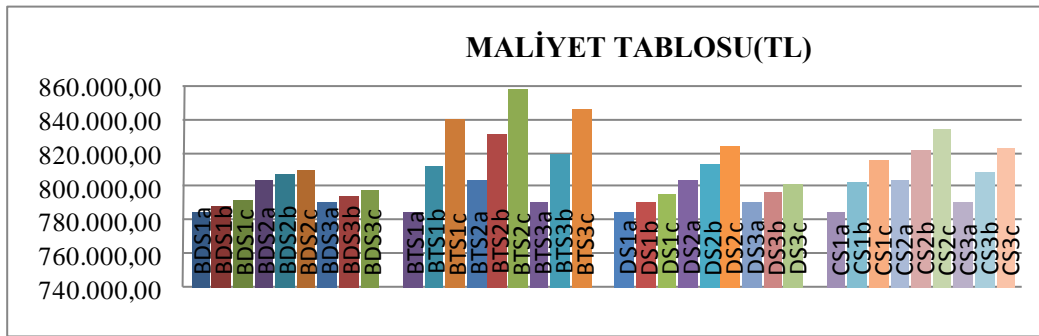
## **BÖLÜM 6. SONUÇLAR**

Çalışmada uygulama alanlarına göre yukarıda belirtilen her bir yalıtım malzemesi için farklı kalınlıklar uygulanırken diğer bölgelerde uygulanan yalıtım malzemesi kalınlığı ön görülen minimum kalınlıklarda tutulmuştur. Örneğin alışveriş merkezi çatısında yalıtım uygulanırken, toprağa temas eden duvarda ve toprağa temas eden tabanda ve toprağa temas etmeyen duvarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin kalınlığı minimum ve sabit tutulup, çatı yalıtım malzemesi 10 – 12 – 14 cm kalınlıklarda alınarak ısı yalıtım sistemi kurulmuştur. Aynı şekilde diğer bölgelerde de uygulama bu şekilde yapılacağı kabul edilerek gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Böylelikle ısı yalıtım malzemelerinin uygulama alanlarına, malzeme cinsi ve kalınlığına bağlı olarak yapının enerji ihtiyacı, ısı kayıpları toplamı, yatırım maliyetleri hesaplanmıştır. Ayrıca yapının yalıtımsız haldeki enerji tüketimi herbir yalıtımlı tip projedeki enerji tüketimiyle karşılaştırılmış ve maliyetlerine göre kendini amorti etme süreleri hesaplanmıştır. Bu değerlerin tümü aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 6.1).

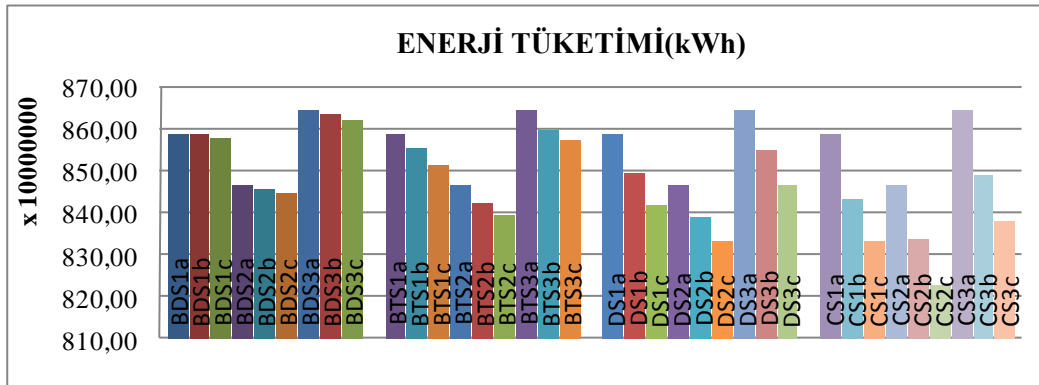
Tablo 6.1. Uygulanan Tip Proje Sonuçları ve Yalıtımsız Durum

Uygulanma Yeri	Uygulama Tipi	Kalınlık (cm)	Isı Yalıtımı Sistem Maliyeti (TL)	Isı Kayıplarının Toplamı (W/K)	Yıllık Tüketeceği Enerji(kWh)	Amortisman Süresi (Gün)	Sistem Adı
TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR (BODRUM DUVARI)BÖLGE Sİ	Sistem 1	8	785.429,17	76.294,20	8.588.819.207,00	195	BDS1a
		9	788.619,07	76.234,20	8.589.529.415,00	196	BDS1b
		10	791.826,12	76.186,20	8.579.675.668,00	196	BDS1c
	Sistem 2	8	804.197,49	75.645,70	8.468.718.369,00	198	BDS2a
		9	807.387,39	75.585,70	8.456.401.185,00	199	BDS2b
		10	810.594,44	75.537,70	8.446.547.437,00	200	BDS2c
	Sistem 3	8	791.544,69	76.584,20	8.648.352.263,00	197	BDS3a
		9	794.734,59	76.524,10	8.636.014.550,00	198	BDS3b
		10	797.941,64	76.476,10	8.626.160.803,00	199	BDS3c
TOPRAĞA TEMAS EDEN TABAN (BODRUM TABANI)BÖLGE Sİ	Sistem 1	8	785.429,17	76.294,20	8.588.819.207,00	195	BTS1a
		9	812.940,43	76.064,90	8.554.774.428,00	201	BTS1b
		10	840.599,60	75.880,10	8.516.321.321,00	208	BTS1c
	Sistem 2	8	804.197,49	75.645,70	8.468.718.369,00	198	BTS2a
		9	831.708,75	75.416,50	8.421.666.726,00	205	BTS2b
		10	859.367,92	75.231,60	8.396.307.168,00	211	BTS2c
	Sistem 3	8	791.544,69	76.584,20	8.648.352.263,00	197	BTS3a
		9	819.055,95	76.354,90	8.601.280.092,00	203	BTS3b
		10	846.715,12	76.170,00	8.576.350.028,00	210	BDS3c
DIŞ HAVAYA TEMAS EDEN AÇIK DUVAR BÖLGESİ	Sistem 1	4	785.429,17	76.294,20	8.588.819.207,00	195	DS1a
		5	790.543,01	75.782,80	8.496.863.163,00	195	DS1b
		6	795.709,57	75.403,20	8.418.936.417,00	196	DS1c
	Sistem 2	4	804.197,49	75.645,70	8.468.718.369,00	198	DS2a
		5	814.003,41	75.197,60	8.389.327.430,00	200	DS2b
		6	823.862,05	74.865,50	8.334.829.542,00	202	DS2c
	Sistem 3	4	791.544,69	76.584,20	8.648.352.263,00	197	DS3a
		5	796.658,53	76.046,40	8.550.976.629,00	197	DS3b
		6	801.825,09	75.645,70	8.468.718.369,00	198	DS3c
ÇATI BÖLGESİ	Sistem 1	10	785.429,17	76.294,20	8.588.819.207,00	195	CS1a
		12	802.887,27	75.468,40	8.432.321.090,00	198	CS1b
		14	816.498,67	74.868,60	8.335.465.930,00	200	CS1c
	Sistem 2	10	804.197,49	75.645,70	8.468.718.369,00	198	CS2a
		12	821.655,59	74.820,00	8.338.142.118,00	201	CS2b
		14	835.266,99	74.220,10	8.227.484.506,00	203	CS2c
	Sistem 3	10	791.544,69	76.584,20	8.648.352.263,00	197	CS3a
		12	809.002,79	75.758,40	8.491.854.146,00	200	CS3b
		14	822.614,19	75.158,60	8.381.321.261,00	202	CS3c
Yalıtımsız Durum	-	-	Bina Maliyeti 60.000.000 TL	168.148,00	25.964.160.467,0	-	

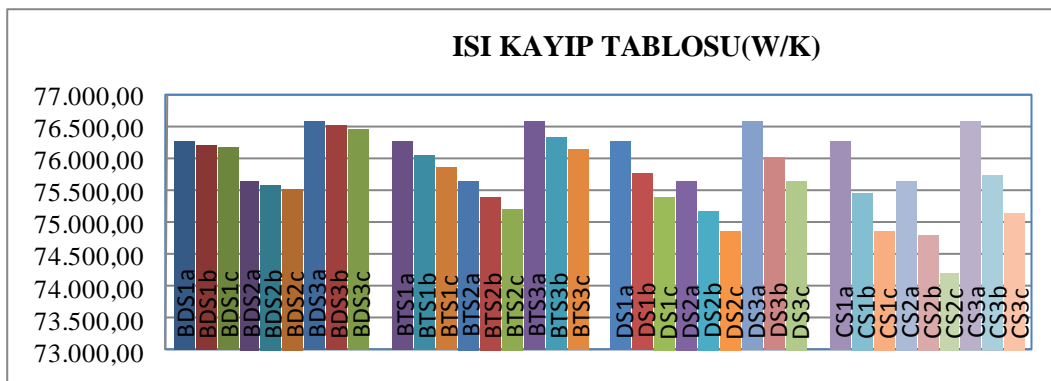
Yapılan çalışmalarda dış havaya açık duvar, toprağa temas eden duvar (bodrum duvarları), toprağa temas eden taban (bodrum tabanı)ve çatı bölgelerinde kullanılan ısı yalıtım malzemesinin kalınlıkları değiştirilerek oluşturulan alternatif sistemler için tüm ısı yalıtımı sistem maliyetleri, Yıllık Enerji Tüketimi, Yıllık toplam ısı kayıpları ve yalıtım için harcanan yatırım maliyetinin amorti süreleri aşağıdaki grafiklerde verilmiştir. (Şekil 6.1, 6.2, 6.3, 6.4).



Şekil 6.1. Alternatif Isı Yalıtım Sistem Maliyetleri Grafiği

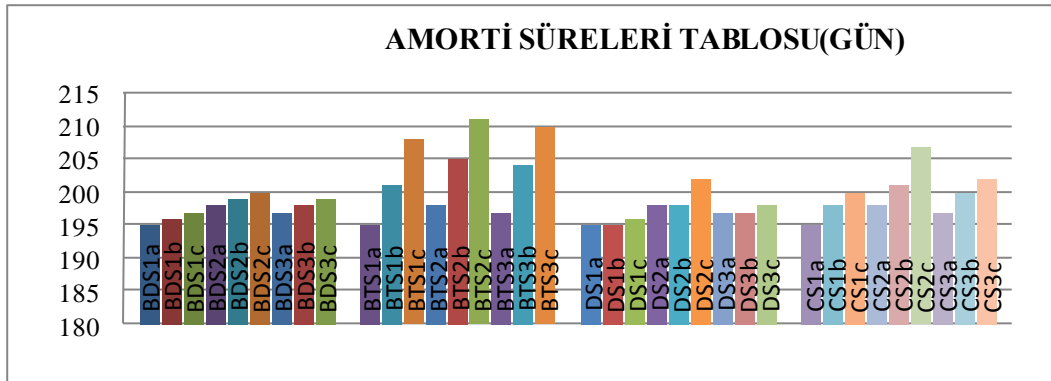


Şekil 6.2. Alternatif Isı Yalıtım Sistem Enerji Tüketim Grafiği



Şekil 6.3. Alternatif Isı Yalıtım Sistem Isı Kayıpları Grafiği





Şekil 6.4. Alternatif Isı Yalıtım Sistem Amortİ Süreleri Grafiği

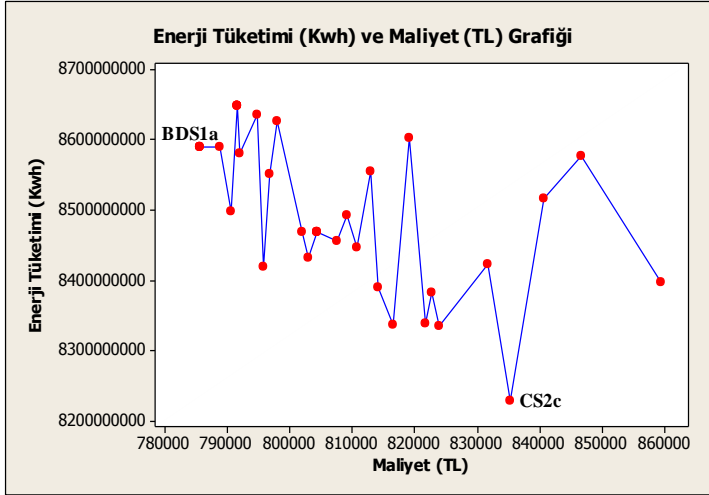
-Maliyet grafiğine bakıldığında, maliyet açısından bodrum tabanı yalıtımı sistem 2, en kalın (BTS2c) yalıtım malzemesi kullanılan sisteminin en yüksek maliyetli sistem olarak görölmektedir. Bunun sebebi incelendiğinde sistem 2 de kullanılan ekstrude polistren malzemenin birim fiyatı kullanılan malzemeler içerisinde en pahalı ısı yalıtım malzemesi olduğu görölmektedir. Öte yandan maliyet açısından en düşük değer veren sistemler BDS1a, BTS1a, DS1a, CS1a sistemlerinin olduğu görölmektedir. Bu sistemler incelendiğinde, maliyet değerlerinin düşük çıkmasındaki temel nedenler kullanılan malzeme çeşidi ve malzeme kalınlıkları olduğu açıkça görölmektedir.

-Yıllık Enerji Tüketimi grafiğine bakıldığında, enerji tüketimi açından çatı yalıtımı sistem 2, en kalın (CS2c) yalıtım malzemesi kullanılan sisteminin en düşük enerji tüketimini gerektiren sistem olarak görölmektedir. Bilindiği üzere enerji tüketimi açısından yalıtımı yapılan sistemlerden beklenen en uygun performansın enerji tüketiminin en az olduğu gerçeğidir. Bu nedenle sistemin enerji tüketiminin en az olması, kullanılan malzemeler ve kalınlıkları açısından uyumlu olduğu anlamına gelmektedir. Enerji tüketiminin yüksek olduğu sistemler (BDS3a-BTS3a-DS3a-CS3a) incelendiğinde bu sistemlerde yalıtım malzemelerinin çeşidi ve kalınlıkları açısından uyumsuz tercihler olduğu anlaşılmaktadır.

-Yıllık toplam ısı kaybı grafiğine bakıldığında, ısı kaybı açından çatı yalıtımı sistem 2, en kalın (CS2c) yalıtım malzemesi kullanılan sisteminin en düşük ısı kaybına neden olan sistem olarak görölmektedir. Bu durum yıllık enerji tüketimi ile ısı kaybı miktarının birbiriyle doğru orantılı olması bağıntısı ile açıklanabilir.

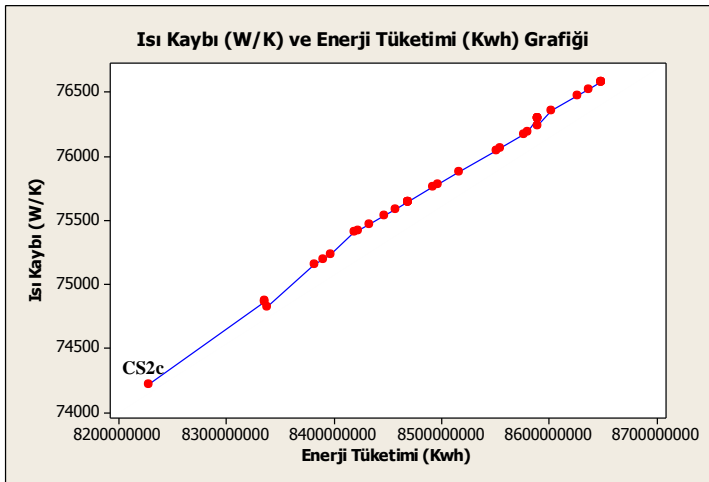
Bu nedenle sistemin ısı kaybının en az olması, kullanılan malzemeler ve kalınlıkları açısından uyumlu olduğu anlamına gelmektedir. Yıllık toplam ısı kaybının yüksek olduğu sistemler (BDS3a-BTS3a-DS3a-CS3a) incelendiğinde bu sistemlerinde en yüksek enerji tüketen sistemlerle aynı olduğu görülmektedir. -Uygulanan sistemlerin sonuçları incelendiğinde maliyet ve enerji tüketimi açısından bir ters orantı olduğu görülmektedir. Yani yapının yalıtılması için harcanan para artıkça buna bağlı olarak gerekli olan yıllık enerji sarfiyatı da azalmaktadır. Bu nedenle bu iki hususun birbiriyle kıyaslanarak hem maliyet hem de enerji tüketimi açısından optimum sistemler bulunmalıdır. Bunu gerçekleştirmenin en uygun yolu, sistemlerin yalıtım için gerekli olan yatırım ve yalıtımdan kaynaklanan yıllık tasarruf miktarına bağlı olarak elde edilecek amorti sürelerinin bulunarak karşılaştırılmasıdır. Bu karşılaştırma yapıldığında BTS2c sisteminin amorti süresi diğer sistemlere göre en yüksek olan sistemdir. BDS1a, BTS1a, DS1a, CS1a sistemleri ise amorti süreleri en düşük olan sistemler olduğu görülmektedir. Bu durum kullanılan malzeme çeşidi ve malzeme kalınlıklarının maliyet ve ısı geçirgenliğine etkisinden kaynaklanmaktadır.

-Yukarıda maliyet ısı kaybı, enerji tüketimi ve amorti süreleri birbirlerinden bağımsız olarak değerlendirilmiştir. Ancak bilindiği üzere bu etkenlerin birbirinden bağımsız düşünülmesi mümkün değildir. Bu nedenle her bir etkenin diğer etkenler üzerindeki etkisi irdelenerek kullanılacak optimum sistemin bulunması uygulama açısından daha sağlıklı olacaktır. İlk olarak hem insan ve çevre sağlığını doğrudan etkileyen enerji tüketimi ve maliyet etkenleri birbiriyle karşılaştırılmıştır (Şekil 6.5). Elde edilen grafikte Enerji tüketimi açısından en düşük fakat maliyet açısından yüksek olan CS2c sistemi ile Maliyeti en düşük fakat enerji tüketimi oldukça yüksek olan BDS1a sistemleri göze çarpmaktadır. Bu iki sistem karşılaştırıldığında yalıtımın gerekliliği gerçeği ve insan-çevre sağlığı faktörü ön planda olduğundan CS2c sisteminin tercih edilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.



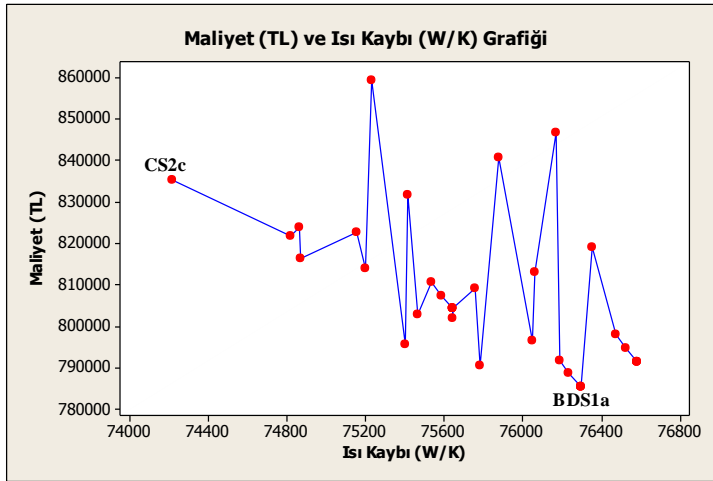
Şekil 6.5. Enerji Tüketimi - Maliyet Etkenlerinin Karşılaştırılması.

-Enerji tüketimi-ısı kaybı etkenleri birbiriyle karşılaştırıldığında (Şekil 6.6) elde edilen grafikte Enerji tüketimi ve ısı kaybının lineer bir artış gösterdiği görülmektedir. Hem ısı kaybı hemde enerji tüketiminin düşük olması gerekliliği bizi bu değerler içerisinde en düşük olan CS2c sistemine götürmektedir.



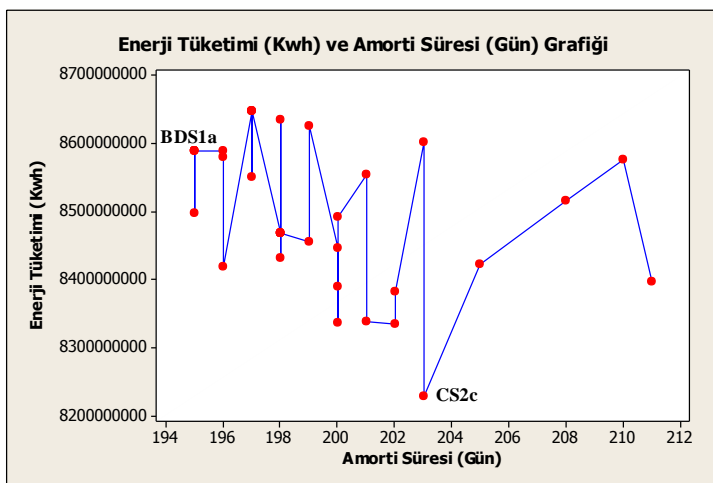
Şekil 6.6. Isı Kaybı - Enerji Tüketimi Etkenlerinin Karşılaştırılması.

-Maliyet-ısı kaybı etkenleri birbiriyle karşılaştırıldığında (Şekil 6.7) elde edilen grafikte ısı kaybı açısından en düşük fakat maliyet açısından yüksek olan CS2c sistemi ile Maliyeti en düşük fakat ısı kaybı yüksek olan BDS1a sistemleri göze çarpmaktadır. Sistemdeki ısı kaybı enerji tüketimine doğrudan etki ettiğinden adı geçen etkenlerde de yalıtımın gerekliliği gerçeği ve insan-çevre sağlığı faktörü ön planda tutulacağından CS2c sisteminin tercih edilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.



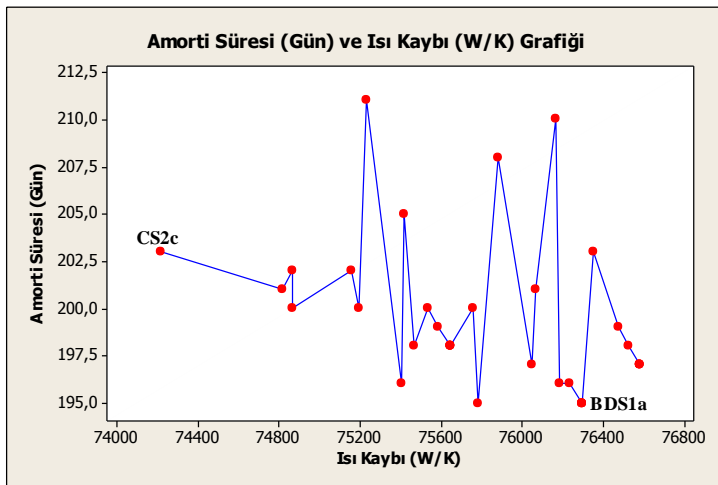
Şekil 6.7. Maliyet - Isı Kaybı Etkenlerinin Karşılaştırılması.

-Enerji tüketimi - amorti süresi etkenleri birbiriyle karşılaştırıldığında (Şekil 6.8) elde edilen grafikte enerji tüketimi açısından en düşük fakat ortalama amorti süresine sahip olan CS2c sistemi ile Amorti süresi açısından en düşük fakat enerji tüketimi açısından yüksek olan BDS1a, BTS1a, DS1a ve CS1a sistemleri göze çarpmaktadır. Kısa vadede sistemin kendini amorti etmesi istenen bir durumdur ancak uzun vadede kuşkusuz yapının enerji tüketimi daha önemlidir. Çünkü yapı ayakta olduğu ve kullanıldığı sürece yıllık tasarruf miktarı ilk yatırım maliyeti ile kıyaslanamayacak derecede yüksektir. Bu faktör göz önüne alındığında CS2c sisteminin tercih edilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.



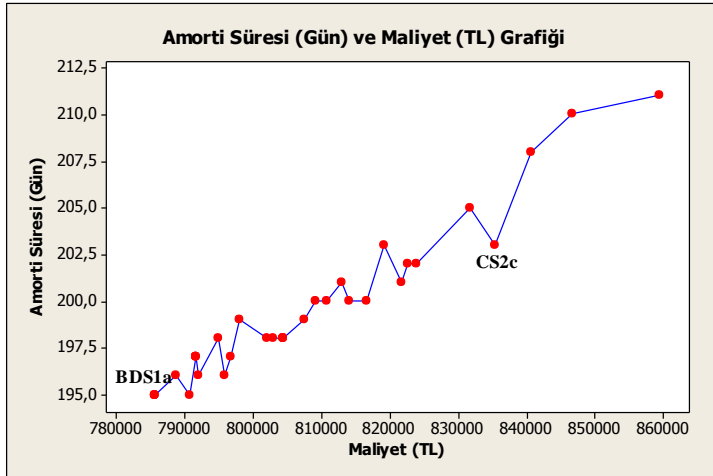
Şekil 6.8. Enerji Tüketimi - Amorti Süresi Etkenlerinin Karşılaştırılması.

-Amorti süresi - ısı kaybı etkenleri birbiriyle karşılaştırıldığında (Şekil 6.9) elde edilen grafikte ısı kaybı açısından en düşük fakat ortalama amorti süresine sahip olan CS2c sistemi ile Amorti süresi açısından en düşük fakat enerji tüketimi açısından yüksek olan BDS1a, BTS1a, DS1a ve CS1a sistemleri göze çarpmaktadır. Yukarıda da izah edildiği gibi sistemde uzun vadeli kazanç elde edilmesi düşünüldüğünde CS2c sisteminin tercih edilmesi kaçınılmazdır.



Şekil 6.9. Amorti Süresi - Isı Kaybı Etkenlerinin Karşılaştırılması.

-Amorti süresi-maliyet etkenleri birbiriyle karşılaştırıldığında (Şekil 6.10) elde edilen grafik lineer bir artış göstermektedir. Maliyet amorti süresini doğrudan etkilediğinden diğer grafiklerde ön plana çıkan CS2c sistemi dezavantajlı durumuna düşmektedir. Ancak yukarıda da bahsedildiği üzere amorti süresi hesaplanırken bir yıllık enerji tüketimi göz önüne alınmıştır. Bu hesaplama binanın ortalama ömrü üzerinden yapıldığında CS2c sisteminin bu konuda da çok avantajlı durumda olduğu anlaşılacaktır.



Şekil 6.10. Amorti Süresi - Maliyet Etkenlerinin Karşılaştırılması.

Yapılan çalışmada uygulanan yalıtım projeleri arasında yapılan değerlendirmede gerek yalıtım bölgesi, gerek yalıtım malzeme çeşidi, gerekse uygulanan malzeme kalınlıkları açısından en verimli proje bize maliyet, enerji tüketimi, toplam ısı kaybı ve amorti süreleri açısından en avantajlı sistem olan CS2c sistemi olduğu ortaya çıkmıştır. CS2c sisteminde, bodrum duvarlarında Ekstrude Polistren Levha (4 cm), bodrum tabanında ve dış duvarlarda Ekstrude Polistren Levha (8cm), çatı bölgesinde Cam Yünü (14 cm) yalıtım malzemesi kullanılmaktadır. Tercih edilen bu ısı yalıtım sistemi ile yapının yalıtımsız hali karşılaştırıldığında yalıtım maliyeti binanın toplam maliyetinin % 1,4'ünü oluşturmaktadır. Buna karşılık yapının yalıtımsız haldeki yıllık enerji tüketimi ile yalıtım yapıldıktan sonraki enerji tüketimine bakıldığında yalıtımla gerekli enerji miktarı yalıtımsız halin sadece üçte biri kadardır. Enerji tüketimi maliyete dönüştürüldüğünde yalıtım malzemesi için harcanan tutar yaklaşık bir yıl (200 gün) gibi bir sürede amorti edilmekte geri kalan yıllarda tasarruf edilen miktar kişisel bölgesel ve ülkesel bazda tasarrufa neden olmaktadır.

## KAYNAKLAR

- [1] EKİNCİ,E.C., Yalıtım Teknikleri, Data Yayınları, Ankara, 2010.
- [2] SEZER, Ş.F.,Türkiye’de Isı Yalıtımının Gelişimi ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtım Sistemleri, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt:10, Sayı:2, Sayfa:79-85, 2005.
- [3] ŞEN, A.O., Binalarda Uygulanan Yalıtım Sistemleri Dünyada ve Türkiye’de Yalıtım, Yüksek Lisans Tezi., Sakarya Üniversitesi, FBE, Sayfa:1,2,3,20-21,24,31, Sakarya, Haziran-2006.
- [4] KARACA, H., Yapılarda, Duvar Yalıtımında Isı Kayıplarının Ölçme Ve Değerlendirme Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi.,Sakarya Üniversitesi, FBE, Sayfa:1,56-60, Sakarya, Eylül-2007.
- [5] ÖZYAMAN, C., Katı Yakıtlı Yakma Sistemlerinin Neden Olduğu Çevre KirliliğininAkışkan Yakıt İle Kontrol, Çevre Sempozyumu, İzmir, 1986.
- [6] CANDAN, N., Isı Yalıtım Sistemleri ve Özelliklerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi., Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sayfa:2,12, Sakarya, Eylül-2007.
- [7] KOÇU, N., Yapılarda Isı Yalıtımının Enerji Tasarrufuna ve Hava Kirliliğine Etkisi, İpek Yolu, K.T.O. Yıl.13. Sayı.145, Mart-2000, Konya, Sayfa:25-29.
- [8] AKINCI, H., ‘Günümüzde Uygulanan Isı Yalıtım Malzemeleri, Özellikleri, Uygulama Teknikleri Ve Fiyat Analizleri’ Yüksek Lisans Tezi., Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sayfa:27,40,45-49,72,92-93,98-99,100,102, Sakarya, Ocak-2007.
- [9] <http://www.izoder.org.tr> (Erişim Tarihi: Aralık-2010)
- [10] KOÇLAR ORAL, G., ‘Sağlıklı Binalar İçin Enerji Verimliliği Ve Isı Yalıtımı’, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Sayfa:253-264.
- [11] İŞBİLİR, D., ‘Binalarda Isı Yalıtımı Uygulamaları Ve Sorunlarının Araştırılması’ Yüksek Lisans Tezi., Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Haziran-2009, Sayfa:10,30,31,34,37.

- [12] KARAKOÇ, T.H., Enerji Ekonomisi, Demirdöküm Yayınları, 1997.
- [13] ÇENGEL, Y.A., Heat Transfer, a Practical Approach, Mc Graw Hill Book, 1998.
- [14] INCOPERA, F.F., DE WITT, D.P., Isı ve Kütle Geçişinin Temelleri, LiteratürYayınevi, 4.Ed., İstanbul, 2001.
- [15] ALTINIŞIK, K., Isı Yalıtımı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2006.
- [16] BUYRUK, E., PINARBAŞI, A., TEMEL, N.Ü., TAMAY, T., Binalarda Isı Yalıtımının Enerji Tasarrufuna Etkisinin Termal Kamera ile Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma, Cumhuriyet Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü.
- [17] ÖZENÇ, A., Edirne'deki Isı Yalıtım Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sayfa:19,20,23,24,29,30,32,33,34,39,42-43,45,46,51,58-66, Edirne, Ocak-2007
- [18] ANONİM, Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği, Resmi Gazete, 2008
- [19] ALPTEKİN, O., Yalıtım Suretiyle Enerji Kullanımı Lüks Değildir, Dünya İnşaat Yıl: 13, Sayı: 143/5, 1996.
- [20] DİLMAÇ, Ş., Isı Yalıtım Malzemelerinin Özelliklerinin Karşılaştırılması, Dizayn Konstrüksiyon, Yıl 18, Sayı: 198, Sayfa: 72-76, 2002.
- [21] ÖZER, M., Yapılarda Isı ve Su Yalıtımları, İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi, İstanbul, 2006.
- [22] BAYER, G., 'Binalarda Uygulanan Isı Yalıtım Sistemleri ve Örnek Bir Projede Isı Yalıtım Maliyet Analizi', Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sayfa:13,14,16,29-32, Sakarya, Nisan-2006.
- [23] TS 825 "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" Türk Standardları Enstitüsü (TSE), Ankara, Haziran, 1999
- [24] Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği, Bayındırlık Ve İskân Bakanlığı, Resmî Gazete, Sayı : 27019, Ekim, 2008
- [25] TS 825 Hesap Programı,  
<http://www.izoder.org.tr/Izoder.asp?ID=171&ID2=178>, Ocak, 2010



## EKLER

Tablo A.1. Yalıtımsız Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri $\lambda$ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m <sup>2</sup> K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (m <sup>2</sup> K/W)	Isı Kaybedilen Yüzey A (m <sup>2</sup> )	Isı Kaybı AxU
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130		
Duvar(Dış Havaya Açık)	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	0,7	0,029		
	7.1.1.1 TS EN 771-1 e uygun tuğlalarla	0,2	0,81	0,247		
	1.1 (*) Kristal yapılı püskürük ve	0,040	3,5	0,011		
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040		
<b>TOPLAM</b>			<b>0,457</b>	<b>2,189</b>	<b>5272,00</b>	<b>11538,29</b>
DUVAR:Toprağa Temas	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130		
Duvar(Toprağa Temas)	5.1.1 Donatılı	0,3	2,5	0,120		
	4.2 Çimento harcı	0,02	1,6	0,013		
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,000		
<b>TOPLAM</b>			<b>0,5 x A x U</b>	<b>0,263</b>	<b>3,810</b>	<b>1715,00</b>
TAVAN:Üzeri Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130		
Tavan(Üzeri Açık 1)	11.2.4 Alüminyum	0,01	204	0,000		
	11.2.4 Alüminyum	0,01	204	0,000		
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040		
<b>TOPLAM</b>			<b>0,170</b>	<b>5,879</b>	<b>9405,00</b>	<b>55291,64</b>
TAVAN:Üzeri Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130		
Tavan(Üzeri Açık 2)	5.1.1 Donatılı	0,2	2,5	0,080		
	4.6 Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,036		
	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	0,7	0,029		
	3.1 Kum,çakıl,kırma taş (micir)	0,05	0,7	0,071		
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040		
<b>TOPLAM</b>			<b>0,386</b>	<b>2,593</b>	<b>5390,00</b>	<b>13974,07</b>
TABAN:Toprak Temaslı	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,170		
Taban(Toprağa Oturan)	1.1 (*) Kristal yapılı püskürük ve	0,020	3,5	0,006		
	5.1.1 Donatılı	0,65	2,5	0,260		
	4.5 Alçı harçlı şap	0,02	1,2	0,017		
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,000		
<b>TOPLAM</b>			<b>0,5 x A x U</b>	<b>0,452</b>	<b>2,211</b>	<b>14791,00</b>
Dış Pencere1				3,1	1865	5781,5
Dış Kapı1				4	109	436
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =					<b>109.911,8</b>	
$\Sigma AU = U_{dAd} + U_p.A_p + U_k.A_k + 0.8 U_t.A_t + 0.5 U_{tAt} + U_{dAd} + \dots$			İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; $HT = \Sigma AU + I UI$			
$\Sigma AU = 109.911,8$			Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı $H_v=0,33.nh.V_h = 58.236,29 W/K$			
Özgül ısı kaybı ; $H = HT + H_v$			$H = H_i + H_h = \dots 168.148, \dots W/K$			

Tablo A.2. Yalıtımsız Bina Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

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)	$\phi_i$ (W)	$\phi_s$ (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)			
OCAK	168.148,09	16,1	2.707.184	441.184	46.975	488.159	0,18	1,00	5.751.713.445
ŞUBAT		14,6	2.454.962		60.113	501.297	0,20	0,99	5.076.893.671
MART		11,7	1.967.333		75.445	516.629	0,26	0,98	3.787.005.968
NISAN		6,2	1.042.518		86.506	527.690	0,51	0,86	1.525.922.733
MAYIS		1,0	168.148		103.531	544.715	3,24	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		109.683	550.867	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		106.490	547.674	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		97.910	539.094	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		79.237	520.421	0,00	0,00	0
EKİM		4,9	823.926		61.411	502.595	0,61	0,81	1.080.406.877
KASIM		10,5	1.765.555		44.848	486.032	0,28	0,97	3.354.317.425
ARALIK		15,2	2.555.851		40.822	482.006	0,19	0,99	5.387.899.856
$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t(J)$				$1 \text{ kJ} = 0,278 \cdot 10^{-3} \text{ kWh}$		$Q_{yil} = \sum Q_{ay} = 25.964.160.467$			
Toplam ısı kaybı $Q_{yil} = 0,278 \times 10^3 \times 25.964.160.467$				$(\text{kJ}) = 7.218.037 \text{ kWh}$					
				Bina için sınırlandırılan enerji ihtiyacı $Q' = 12,30$		$\text{kwh/m}^3$			
				Bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı $Q = 26,18$		$\text{kwh/m}^3$			
$Q > Q'$ (26,18 > 12,30) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin üstündedir. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygun değildir.									

**Tablo A.3. Yalıtımsız Binanın Dış Havaya Açık Duvarının Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi**

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı ( $\mu$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı ( $S_d$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) ( $S_{d\tau}$ )	Isıl İletkenlik Hesap Değeri ( $\lambda$ )	Yuzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci ( $R$ )	Yuzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) ( $R_{\tau}$ )
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yuzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	1.1 (*) Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (mozaik vb.)	0,040	250	10	10,0000	3,5	0,011	0,051
2	7.1.1.1 TS EN 771-1 e uygun tuğlalarla yapılan kagir duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinger, (TS 4562) seramik klinger	0,2	5	1	11,0000	0,81	0,247	0,298
3	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	10	0,2	11,2000	0,7	0,029	0,327
-	İç yüzeyin yuzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	0,577
				$S_{d\tau}$ :	11,2000		1 / U :	0,577



Tablo A.5. Yalıtımsız Binanın Toprağa Temas Eden Duvarının Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı ( $\mu$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı ( $S_d$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) ( $S_{d_T}$ )	Isıl İletkenlik Hesap Değeri ( $\lambda$ ) h	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci ( $R$ )	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) ( $R_T$ )
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.2 Çimento harcı	0,02	15	0,3	0,3000	1,6	0,013	0,053
2	5.1.1 Donatılı	0,3	80	24	24,3000	2,5	0,12	0,173
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	0,423
				$S_{d_T}$ :	24,3000		1 / U :	0,423



Tablo A.7. Yalıtımsız Binanın Tabanının Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı ( $\mu$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı ( $S_d$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) ( $S_{d\ T}$ )	Isıl İletkenlik Hesap Değeri ( $\lambda$ )	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci ( $R$ )	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) ( $R_{\ T}$ )
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.5 Alçı harçlı şap	0,02	15	0,3	0,3000	1,2	0,017	0,057
2	5.1.1 Donatılı	0,65	80	52	52,3000	2,5	0,26	0,317
3	1.1 (*) Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (mozaik vb.)	0,020	250	5	57,3000	3,5	0,006	0,323
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	0,573
				$S_{d\ T}$ :	57,3000		1 / U :	0,573

Tablo A.8. Yalıtımsız Binaın Tabanının Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022
Dış Yüzey	9,3	1171	4,9	868	4,0	818	5,4	902	8,1	1086
1.Yüzey	9,6	1198	5,4	897	4,6	848	5,9	932	8,5	1114
2.Yüzey (*)	14,8	1689	12,7	1474	12,3	1435	13,0	1500	14,3	1632
İç Yüzey (*)	14,9	1702	12,9	1490	12,5	1452	13,1	1516	14,4	1646
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337



Tablo A.9. Yalıtımsız Binanın Tavanının Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı ( $\mu$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı ( $S_d$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) ( $S_{d\ T}$ )	Isıl İletkenlik Hesap Değeri ( $\lambda$ ) h	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci ( $R$ )	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) ( $R_{\ T}$ )
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	3.1 Kum,çakıl,kırma taş (micir)	0,05	3	0,15	0,1500	0,7	0,071	0,111
2	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	10	0,2	0,3500	0,7	0,029	0,14
3	4.6 Çimento harçlı şap	0,05	15	0,75	1,1000	1,4	0,036	0,176
4	5.1.1 Donatılı	0,2	80	16	17,1000	2,5	0,08	0,256
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	0,506
				$S_{d\ T}$ :	17,1000		1 / U :	0,506

**Tablo A.10. Yalıtımsız Binanın Tavanının Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi**

	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022
Dış Yüzey	9,4	1180	5,0	877	4,2	827	5,6	911	8,3	1095
1.Yüzey	11,0	1314	7,3	1026	6,6	978	7,8	1059	10,0	1234
2.Yüzey	11,6	1373	8,2	1093	7,6	1046	8,7	1126	10,8	1296
3.Yüzey	12,5	1449	9,4	1182	8,8	1136	9,8	1213	11,7	1376
İç Yüzey (*)	14,3	1631	11,9	1401	11,5	1361	12,2	1429	13,7	1569
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

Tablo A.11. Ekspande Polistren İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
		d(m)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	U (m <sup>2</sup> K/W)	A (m <sup>2</sup> )	AxU
DUVAR:Dış Havaya Açık Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	0,7	0,029			
	7.1.1.1 TS EN 771-1 e uygun tuğlalarla	0,2	0,81	0,247			
	0.3.1.1.4 Polistiren - Partiküler Köpük - TS	0,04	0,04	1,000			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,04	1	0,040			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040			
<b>TOPLAM</b>				<b>1,485</b>	<b>0,673</b>	<b>5272,00</b>	<b>3549,01</b>
DUVAR:Toprağa Temas Toprağa Temas Eden	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	5.1.1 Donatılı	0,3	2,5	0,120			
	9.2.2.1.5 Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0,003	0,19	0,016			
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS	0,08	0,03	2,667			
	4.2 Çimento harcı	0,02	1,6	0,013			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,000			
<b>TOPLAM</b>				<b>0,5 x A x U</b>	<b>2,945</b>	<b>0,340</b>	<b>1715,00</b>
TAVAN:Üzeri Açık Üzeri Açık 1	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	11.2.4 Alüminyum	0,01	204	0,000			
	9.2.3.2 PVC örtü	0,003	0,19	0,016			
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,1	0,04	2,500			
	9.2.3.2 PVC örtü	0,003	0,19	0,016			
	11.2.4 Alüminyum	0,01	204	0,000			
$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040				
<b>TOPLAM</b>				<b>2,702</b>	<b>0,370</b>	<b>9405,00</b>	<b>3481,17</b>
TAVAN:Üzeri Açık Üzeri Açık 2	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	5.1.1 Donatılı	0,2	2,5	0,080			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,036			
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,1	0,04	2,500			
	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	0,7	0,029			
	3.1 Kum,çakıl,kırma taş (micir)	0,05	0,7	0,071			
$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040				
<b>TOPLAM</b>				<b>2,886</b>	<b>0,347</b>	<b>5390,00</b>	<b>1867,82</b>
TABAN:Toprak Teması Toprağa Oturan	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,170			
	1.5 Bazalt	0,02	3,5	0,006			
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS	0,08	0,03	2,667			
	5.1.1 Donatılı	0,65	2,5	0,260			
	9.2.3.2 PVC örtü	0,003	0,19	0,016			
	4.5 Alçı harçlı şap	0,02	1,2	0,017			
$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,000				
<b>TOPLAM</b>				<b>0,5 x A x U</b>	<b>3,135</b>	<b>0,319</b>	<b>2359,13</b>

### Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri $\lambda$ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m <sup>2</sup> K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (m <sup>2</sup> K/W)	Isı Kaybedilen Yüzey A (m <sup>2</sup> )	Isı Kaybı AxU
Dış Pencere1				3,1	1865	5781,5
Dış Kapı1				4	109	436
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =					<b>18.058</b>	
$\Sigma AU = U_d A_d + U_p \cdot A_p + U_k \cdot A_k + 0.8 U_T \cdot A_T + 0.5 U_t A_t + U_d A_d + \dots$ $\Sigma AU =$ <b>18.058</b> Özgül ısı kaybı ; $H = H_T + H_v$			İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; $H_T = \Sigma AU + I UI$ Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı $H_v = 0,33 \cdot n_h \cdot V_h =$ <b>58.236,29 W/K</b>			
$H = H_i + H_h = \dots$ <b>76.294,2</b> $\dots$ W/K						

**Tablo A.12. Ekspande Polistren İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi**

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)	$\phi_i$ (W)	$\phi_s$ (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)			
OCAK	76.294,29	16,1	1.228.338	441.184	46.975	488.159	0,40	0,92	2.019.768.745
ŞUBAT		14,6	1.113.897		60.113	501.297	0,45	0,89	1.730.788.130
MART		11,7	892.643		75.445	516.629	0,58	0,82	1.215.667.163
NİSAN		6,2	473.025		86.506	527.690	1,12	0,59	419.093.995
MAYIS		1,0	76.294		103.531	544.715	7,14	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		109.683	550.867	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		106.490	547.674	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		97.910	539.094	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		79.237	520.421	0,00	0,00	0
EKİM		4,9	373.842		61.411	502.595	1,34	0,53	278.553.482
KASIM		10,5	801.090		44.848	486.032	0,61	0,81	1.055.991.544
ARALIK		15,2	1.159.673		40.822	482.006	0,42	0,91	1.868.955.659
$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})].t(J)$							1 kJ=0,278 <sup>3</sup> kWh	$Q_{yıl} = \sum Q_{ay} =$	8.588.819.207
Toplam ısı kaybı $Q_{yıl} = 0,278 \times 10^{-3} \times 8.588.819.207$ (kj) =							2.387.692 kWh		
Bina için sınırlandırılan enerji ihtiyacı $Q' =$							12,30	kwh/m <sup>3</sup>	
Bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı $Q =$							8,66	kwh/m <sup>3</sup>	
$Q < Q'$ (8,66 < 12,30) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değer in altındadır. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur.									

**Tablo A.13. Ekspande Polistren İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Dış Havaya Açık Duvarının Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi**

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı ( $\mu$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) (Sd T)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri ( $\lambda$ / h)	Yuzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yuzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) (R T)
	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yuzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,04	15	0,6	0,6000	1	0,04	0,08
2	10.3.1.1.4 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun Isı iletkenlik grupları 040	0,04	20	0,8	1,4000	0,04	1	1,08
3	7.1.1.1 TS EN 771-1 e uygun tuğlalarla yapılan kagir duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinger, (TS 4562) seramik klinger	0,2	5	1	2,4000	0,81	0,247	1,327
4	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	10	0,2	2,6000	0,7	0,029	1,356
-	İç yüzeyin yuzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	1,606
				Sd :	2,6000		1 / U :	1,606



**Tablo A.15. Ekspande Polistren İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Toprağa Temas Eden Duvarının Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi**

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı ( $\mu$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) ( $Sd_{\tau}$ )	Isıl İletkenlik Hesap Değeri ( $\lambda_{h}$ )	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) ( $R_{\tau}$ )
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.2 Çimento harcı	0,02	15	0,3	0,3000	1,6	0,013	0,053
2	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isıl iletkenlik grupları 030	0,08	80	6,4	6,7000	0,03	2,667	2,72
3	9.2.2.1.5 Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0,003	20000	60	66,7000	0,19	0,016	2,736
4	5.1.1 Donatılı	0,3	80	24	90,7000	2,5	0,12	2,856
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	3,106
				Sd <sub>τ</sub> :	90,7000		1 / U :	3,106





Tablo A.17. Ekspande Polistren İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Tabanının Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı ( $\mu$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı ( $S_d$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) ( $S_{d\tau}$ )	Isıl İletkenlik Hesap Değeri ( $\lambda, h$ )	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci ( $R$ )	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) ( $R_{\tau}$ )
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.5 Alçı harçlı şap	0,02	15	0,3	0,3000	1,2	0,017	0,057
2	9.2.3.2 PVC örtü	0,003	42000	126	126,3000	0,19	0,016	0,073
3	5.1.1 Donatılı	0,65	80	52	178,3000	2,5	0,26	0,333
4	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 030	0,08	80	6,4	184,7000	0,03	2,667	3
5	1.5 Bazalt	0,02	10000	200	384,7000	3,5	0,006	3,006
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	3,256
				$S_d :$	384,7000		$1 / U :$	3,256

**Tablo A.18. Ekspande Polistren İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Tabanının Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi**

	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022
Dış Yüzey	8,6	1120	3,9	813	3,1	763	4,5	847	7,4	1033
1.Yüzey	8,7	1125	4,0	818	3,1	768	4,6	852	7,5	1038
2.Yüzey	8,7	1129	4,1	822	3,2	773	4,7	857	7,5	1042
3.Yüzey	9,6	1201	5,4	900	4,6	851	5,9	934	8,5	1117
4.Yüzey	19,0	2209	18,7	2159	18,6	2149	18,7	2165	19,0	2196
İç Yüzey	19,1	2212	18,7	2163	18,6	2154	18,8	2169	19,0	2200
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

**Tablo A.19. Ekspande Polistren İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Tavanının Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi**

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı ( $\mu$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı ( $S_d$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) ( $S_{d\tau}$ )	Isıl İletkenlik Hesap Değeri ( $\lambda_h$ )	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) ( $R_{\tau}$ )
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	11.2.4 Alüminyum	0,01	1000000	10000	10.000,0000	204	4,902	4,942
2	9.2.3.2 PVC örtü	0,003	42000	126	10.126,0000	0,19	0,016	4,958
3	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (Cam yünü, Taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10) e uygun Isı iletkenlik	0,1	1	0,1	10.126,1000	0,04	2,5	7,458
4	9.2.3.2 PVC örtü	0,003	42000	126	10.252,1000	0,19	0,016	7,474
5	11.2.4 Alüminyum	0,01	1000000	10000	20.252,1000	204	4,902	12,376
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	12,626
				$S_{d\tau}$ :	20.252,1000		1 / U :	7,474



Tablo A.21. Ekstrüde Polistren İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
DUVAR:Dış Havaya Açık Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130		
	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	0,7	0,029		
	7.1.1.1 TS EN 771-1 e uygun tuğlalarla	0,2	0,81	0,247		
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS	0,04	0,03	1,333		
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,04	1	0,040		
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040		
<b>TOPLAM</b>			<b>1,819</b>	<b>0,550</b>	<b>5272,00</b>	<b>2898,59</b>
DUVAR:Toprağa Temas Toprağa Temas Eden	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130		
	5.1.1 Donatılı	0,3	2,5	0,120		
	9.2.2.1.5 Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0,003	0,19	0,016		
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS	0,08	0,03	2,667		
	4.2 Çimento harcı	0,02	1,6	0,013		
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,000		
<b>TOPLAM</b>		<b>0,5 x A x U</b>	<b>2,945</b>	<b>0,340</b>	<b>1715,00</b>	<b>291,18</b>
TAVAN:Üzeri Açık Üzeri Açık 1	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130		
	11.2.4 Alüminyum	0,01	204	0,000		
	9.2.3.2 PVC örtü	0,003	0,19	0,016		
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,1	0,04	2,500		
	9.2.3.2 PVC örtü	0,003	0,19	0,016		
	11.2.4 Alüminyum	0,01	204	0,000		
$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040			
<b>TOPLAM</b>			<b>2,702</b>	<b>0,370</b>	<b>9405,00</b>	<b>3481,17</b>
TAVAN:Üzeri Açık Üzeri Açık 2	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130		
	5.1.1 Donatılı	0,2	2,5	0,080		
	4.6 Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,036		
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,1	0,04	2,500		
	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	0,7	0,029		
	3.1 Kum,çakıl,kırma taş (micir)	0,05	0,7	0,071		
$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040			
<b>TOPLAM</b>			<b>2,886</b>	<b>0,347</b>	<b>5390,00</b>	<b>1867,82</b>
TABAN:Toprak Temaslı Toprağa Oturan	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,170		
	1.5 Bazalt	0,02	3,5	0,006		
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS	0,08	0,03	2,667		
	5.1.1 Donatılı	0,65	2,5	0,260		
	9.2.3.2 PVC örtü	0,003	0,19	0,016		
	4.5 Alçı harçlı şap	0,02	1,2	0,017		
$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,000			
<b>TOPLAM</b>		<b>0,5 x A x U</b>	<b>3,135</b>	<b>0,319</b>		<b>2359,13</b>

### Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri $\lambda$ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m <sup>2</sup> K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (m <sup>2</sup> K/W)	Isı Kaybedilen Yüzey A (m <sup>2</sup> )	Isı Kaybı AxU
Dış Pencere1				3,1	1865	5781,5
Dış Kapı1				4	109	436
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =					<b>17.409,5</b>	
$\Sigma AU = U_D A_D + U_p A_p + U_k A_k + 0.8 U_T A_T + 0.5 U_t A_t + U_d A_d + \dots$ $\Sigma AU = \mathbf{17.409,5}$ Özgül ısı kaybı ; $H = HT + H_v$			İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; $HT = \Sigma AU + I UI$  Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı $H_v = 0,33 \cdot n_h \cdot V_h = \mathbf{58.236,29} \text{ W/K}$			
$H = H_i + H_h = \mathbf{75.645,7} \dots \text{ W/K}$						

**Tablo A.22. Ekstrüde Polistren İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi**

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)	$\phi_i$ (W)	$\phi_s$ (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)			
OCAK	75.645,79	16,1	1.217.897	441.184	46.975	488.159	0,40	0,92	1.992.706.062
ŞUBAT		14,6	1.104.429		60.113	501.297	0,45	0,89	1.706.246.815
MART		11,7	885.056		75.445	516.629	0,58	0,82	1.196.000.492
NİSAN		6,2	469.004		86.506	527.690	1,13	0,59	408.672.340
MAYIS		1,0	75.646		103.531	544.715	7,20	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		109.683	550.867	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		106.490	547.674	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		97.910	539.094	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		79.237	520.421	0,00	0,00	0
EKİM		4,9	370.664		61.411	502.595	1,36	0,52	283.344.405
KASIM		10,5	794.281		44.848	486.032	0,61	0,81	1.038.341.968
ARALIK		15,2	1.149.816		40.822	482.006	0,42	0,91	1.843.405.797
$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t(J)$							1 kJ=0,278 <sup>3</sup> kWh		$Q_{yıl} = \sum Q_{ay} = 8.468.718.369$
Toplam ısı kaybı							$Q_{yıl} = 0,278 \times 10^{-3} \times 8.468.718.369 (kJ) = 2.354.304$		kWh
Bina için sınırlandırılan enerji ihtiyacı Q'							12,30		kwh/m <sup>3</sup>
Bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı Q							8,54		kwh/m <sup>3</sup>
<p><b>Q &lt; Q' (8,54 &lt; 12,30) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altındadır. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur.</b></p>									



**Tablo A.23. Ekstrüde Polistren İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Dış Havaya Açık Duvarının Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi**

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı ( $\mu$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı ( $S_d$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) ( $S_{d\tau}$ )	Isıl İletkenlik Hesap Değeri ( $\lambda_h$ )	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) ( $R_{\tau}$ )
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,04	15	0,6	0,6000	1	0,04	0,08
2	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 030	0,04	80	3,2	3,8000	0,03	1,333	1,413
3	7.1.1.1 TS EN 771-1 e uygun tuğlalarla yapılan kagir duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinger, (TS 4562) seramik klinger	0,2	5	1	4,8000	0,81	0,247	1,66
4	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	10	0,2	5,0000	0,7	0,029	1,689
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	1,939
				$S_d$ :	5,0000		1 / U :	1,939



**Tablo A.25. Ekstrüde Polistren İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Toprağa Temas Eden Duvarının Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi**

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı ( $\mu$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) ( $Sd_{\Sigma}$ )	Isıl İletkenlik Hesap Değeri ( $\lambda_h$ )	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) ( $R_{\Sigma}$ )
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.2 Çimento harcı	0,02	15	0,3	0,3000	1,6	0,013	0,053
2	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 030	0,08	80	6,4	6,7000	0,03	2,667	2,72
3	9.2.2.1.5 Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0,003	20000	60	66,7000	0,19	0,016	2,736
4	5.1.1 Donatılı	0,3	80	24	90,7000	2,5	0,12	2,856
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	3,106
				Sd :	90,7000		1 / U :	3,106



**Tablo A.27. Ekstrüde Polistren İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Tabanının Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi**

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı ( $\mu$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı ( $S_d$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) ( $S_{d\ T}$ )	Isıl İletkenlik Hesap Değeri ( $\lambda_h$ )	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) ( $R_{\ T}$ )
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.5 Alçı harçlı şap	0,02	15	0,3	0,3000	1,2	0,017	0,057
2	9.2.3.2 PVC örtü	0,003	42000	126	126,3000	0,19	0,016	0,073
3	5.1.1 Donatılı	0,65	80	52	178,3000	2,5	0,26	0,333
4	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 030	0,08	80	6,4	184,7000	0,03	2,667	3
5	1.5 Bazalt	0,02	10000	200	384,7000	3,5	0,006	3,006
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	3,256
				$S_d$ :	384,7000		1 / U :	3,256

**Tablo A.28. Ekstrüde Polistren İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Tabanının Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi**

	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022
Dış Yüzey	8,6	1120	3,9	813	3,1	763	4,5	847	7,4	1033
1.Yüzey	8,7	1125	4,0	818	3,1	768	4,6	852	7,5	1038
2.Yüzey	8,7	1129	4,1	822	3,2	773	4,7	857	7,5	1042
3.Yüzey	9,6	1201	5,4	900	4,6	851	5,9	934	8,5	1117
4.Yüzey	19,0	2209	18,7	2159	18,6	2149	18,7	2165	19,0	2196
İç Yüzey	19,1	2212	18,7	2163	18,6	2154	18,8	2169	19,0	2200
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

**Tablo A.29. Ekstrüde Polistren İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Tavanının Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi**

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı ( $\mu$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı ( $S_d$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) ( $S_{d\ T}$ )	Isıl İletkenlik Hesap Değeri ( $\lambda_h$ )	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci ( $R$ )	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) ( $R_{\ T}$ )
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	11.2.4 Alüminyum	0,01	1000000	10000	10.000,0000	204	4,902	4,942
2	9.2.3.2 PVC örtü	0,003	42000	126	10.126,0000	0,19	0,016	4,958
3	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (Cam yünü, Taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10) e uygun Isı iletkenlik	0,1	1	0,1	10.126,1000	0,04	2,5	7,458
4	9.2.3.2 PVC örtü	0,003	42000	126	10.252,1000	0,19	0,016	7,474
5	11.2.4 Alüminyum	0,01	1000000	10000	20.252,1000	204	4,902	12,376
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	12,626
				$S_d$ :	20.252,1000		1 / U :	7,474





Tablo A.31. Taşyünü İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı	
		d(m)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	U (m <sup>2</sup> K/W)	A (m <sup>2</sup> )	AxU	
DUVAR:Dış Havaya Açık Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (iç)			0,130				
	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	0,7	0,029				
	7.1.1.1 TS EN 771-1 e uygun tuğlalarla	0,2	0,81	0,247				
	10.5.3 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,04	0,045	0,889				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,04	1	0,040				
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040				
<b>TOPLAM</b>				<b>1,374</b>	<b>0,728</b>	<b>5272,00</b>	<b>3835,93</b>	
DUVAR:Toprağa Temas Toprağa Temas Eden	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (iç)			0,130				
	5.1.1 Donatılı	0,3	2,5	0,120				
	9.2.2.1.5 Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0,003	0,19	0,016				
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS	0,08	0,03	2,667				
	4.2 Çimento harcı	0,02	1,6	0,013				
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,000				
<b>TOPLAM</b>				<b>0,5 x A x U</b>	<b>2,945</b>	<b>0,340</b>	<b>1715,00</b>	<b>291,18</b>
TAVAN:Üzeri Açık Üzeri Açık 1	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (iç)			0,130				
	11.2.4 Alüminyum	0,01	204	0,000				
	9.2.3.2 PVC örtü	0,003	0,19	0,016				
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,1	0,04	2,500				
	9.2.3.2 PVC örtü	0,003	0,19	0,016				
	11.2.4 Alüminyum	0,01	204	0,000				
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040				
<b>TOPLAM</b>				<b>2,702</b>	<b>0,370</b>	<b>9405,00</b>	<b>3481,17</b>	
TAVAN:Üzeri Açık Üzeri Açık 2	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (iç)			0,130				
	5.1.1 Donatılı	0,2	2,5	0,080				
	4.6 Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,036				
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,1	0,04	2,500				
	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	0,7	0,029				
	3.1 Kum,çakıl,kırma taş (micir)	0,05	0,7	0,071				
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040				
<b>TOPLAM</b>				<b>2,886</b>	<b>0,347</b>	<b>5390,00</b>	<b>1867,82</b>	
TABAN:Toprak Temaslı Toprağa Oturan	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (iç)			0,170				
	1.5 Bazalt	0,02	3,5	0,006				
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS	0,08	0,03	2,667				
	5.1.1 Donatılı	0,65	2,5	0,260				
	9.2.3.2 PVC örtü	0,003	0,19	0,016				
	4.5 Alçı harçlı şap	0,02	1,2	0,017				
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,000				
<b>TOPLAM</b>				<b>0,5 x A x U</b>	<b>3,135</b>	<b>0,319</b>	<b>14791,00</b>	<b>2359,13</b>

### Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
	d(m)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	U (m <sup>2</sup> K/W)	A (m <sup>2</sup> )	AxU
Dış Pencere1				3,1	1865	5781,5
Dış Kapı1				4	109	436
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						<b>18.348</b>
$\Sigma AU = U_d A_d + U_p A_p + U_k A_k + 0.8 U_T A_T + 0.5 U_i A_i + U_d A_d + \dots$ $\Sigma AU =$ <b>18.348</b>		İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; $HT = \Sigma AU + I UI$				
Özgül ısı kaybı ; $H = HT + H_v$		Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı $H_v = 0,33 \cdot n_h \cdot V_h =$ <b>58.236,29</b> W/K				
$H = H_i + H_h = \dots$ <b>76.584,2</b> ..... W/K						

**Tablo A.32. Taşyünü İle Dıştan Isı Yalıtımlı Bina Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi**

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)	$\phi_i$ (W)	$\phi_s$ (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)				$\gamma$ (-)
OCAK	76.584,29	16,1	1.233.007	441.184	46.975	488.159	0,40	0,92	2.031.870.793	
ŞUBAT		14,6	1.118.131		60.113	501.297	0,45	0,89	1.741.762.658	
MART		11,7	896.036		75.445	516.629	0,58	0,82	1.224.461.819	
NİSAN		6,2	474.823		86.506	527.690	1,11	0,59	423.754.411	
MAYIS		1,0	76.584		103.531	544.715	7,11	0,00	0	
HAZİRAN		0,0	0		109.683	550.867	0,00	0,00	0	
TEMMUZ		0,0	0		106.490	547.674	0,00	0,00	0	
AĞUSTOS		0,0	0		97.910	539.094	0,00	0,00	0	
EYLÜL		0,0	0		79.237	520.421	0,00	0,00	0	
EKİM		4,9	375.263		61.411	502.595	1,34	0,53	282.236.714	
KASIM		10,5	804.135		44.848	486.032	0,60	0,81	1.063.884.184	
ARALIK		15,2	1.164.081		40.822	482.006	0,41	0,91	1.880.381.195	
$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})].t(J)$							1 kJ=0,278 <sup>3</sup> .10	KWh	$Q_{yil} = \sum Q_{ay} = 8.648.352.263$	
Toplam ısı kaybı							$Q_{yil} = 0,278 \times 10^{-3} \times 8.648.352.263$	(kJ) =	2.404.242	kWh
Bina için sınırlandırılan enerji ihtiyacı Q'							12,30	kwh/m <sup>3</sup>		
Bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı Q=							8,72	kwh/m <sup>3</sup>		
<p><b>Q &lt; Q' (8,72&lt;12,30) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değer in altındadır. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur.</b></p>										

**Tablo A.33. Taşyünü İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Dış Havaya Açık Duvarının Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi**

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı ( $\mu$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı ( $S_d$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) ( $S_{d\ T}$ )	Isıl İletkenlik Hesap Değeri ( $\lambda_h$ )	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) ( $R_{\ T}$ )
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,04	15	0,6	0,6000	1	0,04	0,08
2	10.5.3 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (Cam yünü, Taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10) e uygun ısı iletkenlik	0,04	1	0,04	0,6400	0,045	0,889	0,969
3	7.1.1.1 TS EN 771-1 e uygun tuğlalarla yapılan kagir duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinger, (TS 4562) seramik klinger	0,2	5	1	1,6400	0,81	0,247	1,216
4	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	10	0,2	1,8400	0,7	0,029	1,245
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	1,495
				$S_{d\ T}$ :	1,8400		1 / U :	1,495

**Tablo A.34. Taşyünü İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Dış Havaya Açık Duvarının Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi**

	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022
Dış Yüzey	8,8	1133	4,2	826	3,3	777	4,8	861	7,6	1046
1.Yüzey	9,1	1156	4,6	852	3,8	802	5,2	886	7,9	1071
2.Yüzey	15,9	1812	14,3	1629	13,9	1596	14,5	1652	15,5	1764
3.Yüzey	17,8	2044	16,9	1934	16,8	1913	17,0	1948	17,6	2015
İç Yüzey	18,0	2073	17,2	1973	17,1	1954	17,3	1985	17,8	2047
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

**Tablo A.35. Taşyünü İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Toprağa Temas Eden Duvarının Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi**

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı ( $\mu$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı ( $S_d$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) ( $S_{d\tau}$ )	Isıl İletkenlik Hesap Değeri ( $\lambda_h$ )	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) ( $R_{\tau}$ )
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.2 Çimento harcı	0,02	15	0,3	0,3000	1,6	0,013	0,053
2	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 030	0,08	80	6,4	6,7000	0,03	2,667	2,72
3	9.2.2.1.5 Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0,003	20000	60	66,7000	0,19	0,016	2,736
4	5.1.1 Donatılı	0,3	80	24	90,7000	2,5	0,12	2,856
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	3,106
				$S_{d\tau}$ :	90,7000		1 / U :	3,106



Tablo A.37. Taşyünü İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Tabanının Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı ( $\mu$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı ( $S_d$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) ( $S_{d\tau}$ )	Isıl İletkenlik Hesap Değeri ( $\lambda_h$ )	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) ( $R_{\tau}$ )
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.5 Alçı harçlı şap	0,02	15	0,3	0,3000	1,2	0,017	0,057
2	9.2.3.2 PVC örtü	0,003	42000	126	126,3000	0,19	0,016	0,073
3	5.1.1 Donatılı	0,65	80	52	178,3000	2,5	0,26	0,333
4	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 030	0,08	80	6,4	184,7000	0,03	2,667	3
5	1.5 Bazalt	0,02	10000	200	384,7000	3,5	0,006	3,006
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	3,256
				$S_d$ :	384,7000		1 / U :	3,256



Tablo A.38. Taşyünü İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Tabanının Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022
Dış Yüzey	8,6	1120	3,9	813	3,1	763	4,5	847	7,4	1033
1.Yüzey	8,7	1125	4,0	818	3,1	768	4,6	852	7,5	1038
2.Yüzey	8,7	1129	4,1	822	3,2	773	4,7	857	7,5	1042
3.Yüzey	9,6	1201	5,4	900	4,6	851	5,9	934	8,5	1117
4.Yüzey	19,0	2209	18,7	2159	18,6	2149	18,7	2165	19,0	2196
İç Yüzey	19,1	2212	18,7	2163	18,6	2154	18,8	2169	19,0	2200
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

Tablo A.39. Taşyünü İle Dıştan Isı Yalıtımlı Binanın Tavanının Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı ( $\mu$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı ( $S_d$ )	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) ( $S_{d\ T}$ )	Isıl İletkenlik Hesap Değeri ( $\lambda_h$ )	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) ( $R_{\ T}$ )
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	11.2.4 Alüminyum	0,01	1000000	10000	10.000,0000	204	4,902	4,942
2	9.2.3.2 PVC örtü	0,003	42000	126	10.126,0000	0,19	0,016	4,958
3	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (Cam yünü, Taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10) e uygun Isı iletkenlik	0,1	1	0,1	10.126,1000	0,04	2,5	7,458
4	9.2.3.2 PVC örtü	0,003	42000	126	10.252,1000	0,19	0,016	7,474
5	11.2.4 Alüminyum	0,01	1000000	10000	20.252,1000	204	4,902	12,376
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	12,626
				$S_{d\ T}$ :	20.252,1000		1 / U :	7,474



## ÖZGEÇMİŞ

Hakan ÇAĞLAR, 1985 yılında Kırıkkale’ de doğdu. İlkokul eğitimini Adıyaman, İstanbul, Ankara’ da tamamladı. Lise eğitimini Ankara Alparslan Y.D.A. Lisesinde 2004 yılında tamamladı. Lisans eğitimini 2005 yılında girmiş olduğu Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Öğretmenliği bölümünde 2009 yılında tamamlamıştır. Yüksek Lisans eğitimine 2009 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi Anabilim dalında başlayarak Mayıs-2011’de tamamlamıştır. Halen Adapazarı Kız Teknik ve Meslek Lisesi’nde öğretmen olarak görevine devam etmektedir.