

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETONARME KARKAS YAPILARDA KOLON VE
KİRİŞLERDEKİ ISI KAYIPLARININ ÖNLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ramazan YILMAZ

Enstitü Anabilim Dalı : YAPI EĞİTİMİ
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet C. APAY

Haziran 2006

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

**BETONARME KARKAS YAPILARDA KOLON VE
KİRİŞLERDEKİ ISI KAYIPLARININ ÖNLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ramazan YILMAZ

Enstitü Anabilim Dalı : YAPI EĞİTİMİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet C. APAY

Bu tez 22 / 06 /2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Prof. Dr.
Ahmet C. APAY
Jüri Başkanı**

**Yrd. Doç. Dr.
Mehmet SARIBIYIK
Üye**

**Yrd. Doç. Dr.
Mansur SÜMER
Üye**

TEŞEKKÜR

Tezin hazırlanması aşamasında bana her tŸrlŸ desteği veren, benden bilgi ve tecrŸbelerini esirgemeyen değerli hocam sayın Prof. Dr. Ahmet C. APAY`a teŐekkŸr ederim. Tezin hazırlanmasında ve yazım aşamasında benden desteğini esirgemeyen sevgili arkadaşlarım AraŐ. Gör. Davut Avcı`ya, AraŐ. Gör. Sadık Bağcı`ya, Ali Osman Ően`e ve Mehmet Turhan`a teŐekkŸrŸ bir borç bilirim. Hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen sevgili aileme, bana kazandırdıkları her Şey için teŐekkŸr ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xiii
SUMMARY.....	xiv

BÖLÜM 1.

GİRİŞ.....	1
1.1. Isı Yalıtımı.....	2
1.1.1. Isı yalıtımının amacı.....	3
1.1.2. Yapılarda ısı yalıtımı niçin gereklidir.....	3
1.2. Isı Kavramı.....	4
1.2.1. Isının elde edilme yolları.....	4
1.2.1.1. Mekanik enerjiden elde edilen ısı.....	4
1.2.1.2. Kimyasal reaksiyondan elde edilen ısı.....	4
1.2.1.3. Elektrik enerjisinden elde edilen ısı.....	5
1.2.1.4. Işınım yoluyla elde edilen ısı.....	5
1.2.1.5. Atom enerjisinden elde edilen ısı.....	5
1.3. Isı Transferi.....	5
1.3.1. Isı iletimi.....	5
1.3.1.1. Ev yalıtımı.....	9
1.3.2. Konveksiyon.....	10
1.3.3. Işınım.....	12

BÖLÜM 2.

KONUTLARDA UYGULANAN DIŞ DUVAR ISI YALITIM SİSTEMLERİ.....	14
2.1. Duvarların Dış Yüzeyine Yapılan Isı Yalıtım Uygulamaları.....	15
2.2. Duvarların İç Yüzeyine Yapılan Isı Yalıtım Uygulamaları.....	17
2.3. Çift Duvar Arası Isı Yalıtım Uygulamaları.....	19
2.4. Havalandırılmalı Dış Duvar Yalıtım Uygulamaları.....	21
2.5. Isı Yalıtımı Konusunda Yapının Projelendirilmesinde Mimarların ve Mühendislerin Dikkat Edeceği Hususlar.....	23

BÖLÜM 3.

CEPHE YALITIM VE MANTOLAMA SİSTEMLERİ.....	28
3.1. Isı Yalıtım Malzemelerinin Genel Özellikleri.....	30
3.1.1. Yapıda kullanılan yalıtım ve bağlantı malzemeleri.....	30
3.1.2. Isı tutucu malzemeler.....	30
3.1.3. Isı tutucu malzemelerde aranan özellikler.....	31
3.1.4. Isı tutucu malzemeler ve türleri.....	32
3.1.5. Isı tutucu malzemelerin uygulanması.....	33
3.2. Duvarlarda Dışarıdan Isı Yalıtım-Mantolama.....	34
3.2.1. Mantolamanın avantajları.....	36
3.2.2. Mantolama elemanları nasıl olmalı ve nasıl uygulanmalı.....	37
3.2.3. Mantolamada kullanılan yalıtım malzemeleri ve karşılaştırılması.....	37
3.2.4. Kullanılan malzemeler.....	38
3.2.4.1 EPS Isı yalıtım levhaları.....	38
3.2.4.2. XPS Isı Yalıtım Levhaları.....	38
3.2.4.3. Taşyünü Isı Yalıtım Levhaları.....	40
3.2.5. Kullanılan malzemelerin karşılaştırılması.....	41
3.2.6. Malzemenin nakliyesi ve depolanması.....	44
3.3. Sistemde Tanımlanan Elemanlar.....	44
3.3.1. Yapıştırıcılar.....	45
3.3.2. Dübel.....	46
3.3.3. Sıva Donatı Filesi.....	46

3.3.4. Yalıtım Levhası Sıvası.....	47
3.3.5. Köşe Profili.....	48
3.3.6. Su Basman Profili.....	48
3.3.7. Son Kat Dekoratif Kaplama.....	49
3.4. Uygulama.....	50
3.4.1. Uygulamada dikkat edilecek hususlar.....	50
3.4.2. Uygulamanın yapılması.....	51
3.4.2.1. Yüzeyin uygulamaya hazırlanması.....	51
3.4.2.2. Su basman profilinin yerleştirilmesi.....	52
3.4.2.3. Yalıtım levhalarının yapıştırılması.....	53
3.4.2.4. Yalıtım levhalarının dübellenmesi.....	54
3.4.2.5. Kenar ve köşelerin oluşturulması.....	56
3.4.2.6. Son kat dekoratif kaplama.....	57
3.4.3. Binaların ısı yalıtım uygulamalarında yapılan hatalar.....	60
3.4.3.1. Teknik olarak yanlış yapılan uygulamalar.....	60
3.4.3.2. Genel uygulama hataları.....	61
3.4.3.3. Detay eksiklikleri ve problemleri.....	61
3.4.3.4. Uygun olmayan malzeme seçimi.....	62
3.4.3.5. Zemin Problemleri.....	62
3.4.3.6. Malzeme Stoklama Hataları.....	62

BÖLÜM 4.

KOLON-KİRİŞ BÖLGESİNDEKİ ISI KÖPRÜSÜ	63
4.1. Isı Köprüsü	64
4.2. Yoğuşma	67
4.3. Isı Köprüleri Yalıtımında Wallmate TB	68
4.3.1. Projelendirmede dikkat edilecek hususlar.....	69
4.3.2 Uygulama ve sıva/son kat kaplama.	72
4.3.2.1. Kalıp içi uygulama	72
4.3.2.2. Sonradan kolon ve kiriş alınlarına tesbit.....	73
4.3.2.3. Yalıtılmış yüzeylerin sıvanması / son kat bitişi.....	73
4.3.2.4. Cam tülü donatı filesi kullanılırsa.....	74
4.3.2.5. Galvanizli sıva teli kullanılırsa.....	74

BÖLÜM 5.	
ISI KAYBI HESABININ YAPILMASI.....	76
5.1. Giriş.....	76
5.2. Isı Kaybı Hesabı Çizelgesinin Doldurulması.....	79
5.2.1.Yapı Bileşenleri Sütunu.....	80
5.2.2. Alan Hesabı Sütunu.....	81
5.2.3. Isı Kaybı Hesabı Sütunu.....	82
5.2.4. Artırımlar Sütunu.....	90
5.2.5. Toplam Isı ihtiyacı Sütunu.....	92
5.2.5.1. İletim ve Taşınım ile Artırmalı Isı Kaybı.....	92
5.2.5.2. Sızıntıyla Isı Kayıpları.....	92
5.2.5.3. Toplam Isı Kayıpları.....	95
BÖLÜM 6.	
ISI GEÇİŞİNE ÖRNEK BİR YALITIM HESABI.....	96
6.1. Binaya İlişkin Bilgiler.....	96
6.1.1. Örnek Isı Yalıtım Hesabını Yapılması.....	96
6.2. Isı Geçirgenlik Katsayısının Hesabı.....	96
6.2.1. Dış duvarın yalıtımsız ısı geçirgenlik katsayısı.....	96
6.2.2. Dış duvarın yalıtımlı ısı geçirgenlik katsayısı.....	99
6.2.3. Kolon ve kirişlerin yalıtımsız ısı geçirgenlik kat sayıları.....	101
6.2.4. Kolon ve kirişlerin yalıtımlı ısı geçirgenlik kat sayıları.....	103
BÖLÜM 7.	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	105
KAYNAKLAR.....	108
EKLER.....	110
ÖZGEÇMİŞ.....	128

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

T_1	:	Dikdörtgenler prizmasının ilk sıcaklığı
T_2	:	Dikdörtgenler prizmasının son sıcaklığı
Δx	:	Dikdörtgenler prizmasının kalınlığı
ΔT	:	Dikdörtgenler prizmasının sıcaklık farkı
Δt	:	Zaman aralığı
Q	:	Isı aktarımı
P	:	Isı aktarım hızı
k	:	Isıl iletkenliği
A	:	Dikdörtgenler prizmasının kesit alanı
dT/dx	:	Sıcaklığın konumla değişimi
L	:	Çubuğun boyu
R_i	:	Malzemenin değeri
σ	:	Sabit ($5,6696 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$)
e	:	Yayınlama katsayısı
T	:	Sıcaklık
ft	:	Fit
F^0	:	Fahrenayt
h	:	Saat
BTU	:	İngiliz termal birimi
U	:	Yapı bileşenlerinin ısı geçirgenlik katsayısı
W	:	Watt
SI	:	Uluslar arası birim sistemi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Kesiti A, kalınlığı Δx olan bir dilimden ısının geçişi karşılıklı yüzler, T_1 ve T_2 gibi farklı sıcaklıklardadır.....	7
Şekil 1.2. L uzunluklu, düzgün yalıtılmış bir çubuk boyunca ısı iletimi Çubuğun uçları, iki farklı sıcaklıktaki ısı kaynağı ile ısı temas halindedir.....	8
Şekil 1.3. Bu termogramdaki evler gemici fenerlerine çok benzerler. Evlerin içindeki ısı dışarı kaçmaktadır. Soğuk bir günde alınan bu görüntü, kızıl ötesi ışık kullanan bir tarayıcı ile oluşturulmuştur. (VANSCAN Thermogram Daedalus Enterprises Inc.).....	9
Şekil 1.4. Radyatör, odada konveksiyon akımlarının oluşumunu sağlar.....	11
Şekil 2.1. a) Dış duvarlarda dıştan yalıtım uygulamaları b) Dış duvarlarda dıştan yalıtım uygulama resmi çizimi	16
Şekil 2.2. (a,b) Dış duvarlarda içten yalıtım detayı.....	18
Şekil 2.3. İçten ve dıştan yalıtımın gösterimi.....	19
Şekil 2.4. Türkiye (a,d) ve yurtdışında (b), (c) uygulanan çift duvar arası ısı yalıtım detayları.....	21
Şekil 2.5. (a,b) Giydirme cephe sistemlerde dıştan havalandırılmalı yalıtım detayı.....	22-23
Şekil 2.6. Yapı bileşenlerinin tasarım ve yerleşimi [8].....	24
Şekil 2.7. Isı yalıtımsız duvarlarda sıcaklık grafiği.....	25
Şekil 2.8. Isı yalıtımsız duvarlarda yoğuşma.....	26
Şekil 2.9. Isı yalıtımlı duvar detayı.....	26

Şekil 3.1 Mantolama uygulaması.....	29
Şekil 3.2 Dış duvarlarda mantolama uygulaması.....	35
Şekil 3.3 EPS yalıtım levhası.....	38
Şekil 3.4 XPS yalıtım levhası.....	39
Şekil 3.5 Taşyünü yalıtım levhası.....	40
Şekil 3.6 Yapıştırma harcı.....	45
Şekil 3.7 Dübel çeşitleri.....	46
Şekil 3.8 Sıva filesi.....	47
Şekil 3.9 Levha sıvası.....	47
Şekil 3.10 Köşe profili.....	48
Şekil 3.11 Su basman profili.....	49
Şekil 3.12 Son kat dekoratif kaplama(silikonlu, hazır renkli sıva).....	49
Şekil 3.13 Yüzeyin uygulamaya hazırlanması.....	51
Şekil 3.14 Su basman profilinin yerleştirilmesi.....	53
Şekil 3.15 Yalıtım levhasının yapıştırılması.....	54
Şekil 3.16 Yalıtım levhasının dübellenmesi.....	55
Şekil 3.17 Kenar ve köşelerin oluşturulması.....	56
Şekil 3.18 (a,b) Yalıtım levhası sıvası uygulaması.....	57-58
Şekil 3.19 Son kat dekoratif kaplama uygulanması.....	59
Şekil 3.20 Tuğla bitişli son kat dekoratif uygulama.....	60
Şekil 4.1. Isı kayıpları.....	64
Şekil 4.2. Isı köprüsü ve yoğuşma.....	65
Şekil 4.3. Cephede meydana gelen sıva üzeri çatlama ve bozulma.....	66
Şekil 4.4. Yoğuşmanın grafiksel gösterimi.....	68
Şekil 4.5. (a,b) Isı köprüleri yalıtımında kullanılan Wallmate TB duvar	69

Yalıtım.....	
Şekil 4.6. (a) WALLMATE TB Easy-cut (Kolay kırılma) özelliği,	70
(b)WALLMATE TB levha kesiti.....	
Şekil 4.7. Yapılardaki çeşitli detayların ısı akış grafikleri.....	70-72
Şekil 5.1 İletim ve Taşınım Yoluyla Isı Geçişi.....	78
Şekil 6.1. Duvarın kesit görünüşü.....	97
Şekil 6.2 Duvarın kesit görünüşü.....	99
Şekil 6.3 Duvarın kesit görünüşü.....	101
Şekil 6.4 Duvarın kesit görünüşü.....	103

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Bazı temel inşaat malzemeleri için R değerleri.....	10
Tablo 2.1. İçten ve Dıştan Yalıtım Kıyaslaması.....	19
Tablo 3.1. EPS'nin karakteristik özellikleri.....	39
Tablo 3.2. XPS'nin karakteristik özellikleri.....	40
Tablo 3.3. Taşyünü'nün karakteristik özellikleri.....	41
Tablo 3.4. Yalıtım malzemelerin yoğunluk ve ısı iletim katsayıları.....	42
Tablo 3.5. Yalıtım malzemelerin metrekaresindeki dübel sayısı.....	55
Tablo 4.1. Bazı malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları.....	65
Tablo 5.1 Isı Kaybı Hesabı Çizelgesi.....	80
Tablo 5.2 Isı Kaybı Hesabında Yapı Bileşenleri İçin Kullanılan Semboller	81
Tablo 5.3 Yüzeysel Isı Taşınım Dirençleri.....	83
Tablo 5.4a Cam ve çerçevenin Tipine ve Isı Geçirgenlik Katsayılarına Göre Pencere Sistemlerinin Isı Geçirgenlik Katsayıları.....	84
Tablo 5.4b Ara Boşluk Dolgusuna Göre Çok Katlı Camın Isı Geçirgenlik Katsayıları.....	85
Tablo 5.4c Dış ve İç Kapılara Ait Isı Geçirgenlik Katsayıları.....	86
Tablo 5.5 Hava Tabakalarının Isı Geçirgenlik Dirençleri.....	86
Tablo 5.6 Tesisat Projelerinde Kullanılan İç Hava Sıcaklıkları.....	87-89
Tablo 5.7 Binalarda Isıtılmayan Bölgelerin Sıcaklıkları.....	89
Tablo 5.8 Birleştirilmiş Artırım Katsayısı (Z_D).....	90
Tablo 5.9 Kat Yükseklik Artırım Çizelgesi (Z_w).....	91
Tablo 5.10 Yön Artırım Çizelgesi (Z_H).....	92
Tablo 5.11 Kapı ve Pencere Sızdırganlık Katsayısı (a).....	93
Tablo 5.12 Yaklaşık Açılan Pencere Uzunluğunu Belirleyen Çizelge (t)....	93
Tablo 5.13 Oda Durum Katsayısı (R).....	94
Tablo 5.14 Bina Durum Katsayısı (H) ($\text{kJ/m}^3\text{K}$).....	95

Tablo 6.1. Malzemelerin kalınlık ve iletkenlik katsayı değerleri.....	97
Tablo 6.2. Yalıtımsız duvarda ısı kaybı hesap çizelgesi.....	98
Tablo 6.3. Malzemelerin kalınlık ve iletkenlik katsayı değerleri.....	99
Tablo 6.4. Yalıtımlı duvarda ısı kaybı hesap çizelgesi.....	100
Tablo 6.5. Malzemelerin kalınlık ve iletkenlik katsayı değerleri.....	101
Tablo 6.6. Yalıtımsız betonda ısı kaybı hesap çizelgesi.....	102
Tablo 6.7. Malzemelerin kalınlık ve iletkenlik katsayı değerleri.....	103
Tablo 6.8 Yalıtımlı betonda ısı kaybı hesap çizelgesi.....	104

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Isı köprüsü, ısı transferi, mantolama, ısı hesabı

Bu çalışmada, betonarme yapılarda kolon ve kiriş bölgelerinde meydana gelen ısı kayıplarına sebep olan ısı köprülerinin nasıl oluştuğunu, ısının nasıl iletildiğini ve hangi tedbirler alınarak bu kayıpların önlenebileceği üzerinde durulmuştur. Bu sayede binanın ısı kayıplarının azaltılması, enerji tasarrufunun sağlanması, ısıl konforun yakalanması, yapıda meydana gelen yoğuşmanın önlenmesi, binanın ömrünün uzatılması, hava kirliliğinin azaltılması gibi birçok kazanç sağlanır.

Ayrıca örnek bir bina projesi üzerinde dış duvarlarda ve kolon-kiriş (donatılı beton) bölgelerinde oluşan ısı kayıpları hesaplanmıştır.

HEAT LOSS PREVENTATION IN THE COLUMN AND RAFTERS OF REINFORCED CONCRETE BUILDINGS

SUMMARY

Key words: Heat bridge, heat transfer and coating, heat calculation.

In this work, how heat is conducted in the region of colon and chord, and the heat bridges, which are main reason for the heat loss, is investigated. Then the precautions against heat loss are examined. It is expected that at the end of this study heat loss could be lessen, energy saving and heat comfort will be increased. Additionally condensation in the walls will be prevented, the life of building will be elongated and air pollution will be reduced.

In addition, heat losses have been calculated at outside walls and colon-chord regions on an example of built project.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Isı yalıtımı, kapalı mekanların iç sıcaklıklarını istenilen düzeyde tutabilmek, 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 ömrünün uzamasını ve yapı fiziği şartlarını da sağladığı için işletme maliyetlerinin düşürülmesini sağlar .

Henüz alt yapısını tamamlayamamış, gelişmekte olan ülkemizde kalkınma hamlemizin başarıya ulaşabilmesi için özellikle “yapılarda ısı yalıtımı” konusu üzerinde önemle durulmalıdır. Isı yalıtımı malzemelerinin, seçiminde, projelerde gösterilmesinde ve uygulanmasında mimarlara büyük görevler düşmektedir. Isı yalıtım malzemeleri yapı kabuğu ve diğer malzemeler ile uyumlu, estetik istekleri bozmayan, yapı fiziği-çevre kurallarını yerine getiren, uygulanabilecek niteliklere sahip ve TS 825 şartlarını taşıyan malzemeler olmalıdırlar [1].

Tüm dünyanın içinde bulunduğu enerji dar boğazından geçiş, yeni enerji kaynaklarına yönelmenin yanında, konutlarda ısı kayıplarını gündeme getirmiştir. Özellikle gelişmiş ülkelerde yalıtım malzemelerinin kullanımı; artan enerji ücretleri, sağlanmasındaki güçlükler, enerji üretirken çevrenin kirlenmesi, konfor gereksinmesi, tüketici ve ülke ekonomisine tasarruf getirmesi nedeniyle ülkemize oranla çok artmıştır [2]. Ülkemizde ise; üretilen enerjinin %41’i konutlarda, %33’ü endüstride, %20’si ulaşımda, %5 ‘i tarımda, %1’i diğer işlerde kullanılmaktadır. Görülmektedir ki, konut ve endüstri sektöründe etkin bir ısı yalıtımı uygulaması ile büyük bir tasarruf sağlanabilecektir [3,4].

Bilindiği gibi binalar; pencereler, dış duvarlar, merdiven, ev duvarları, tavanlar, ısıtılmayan hacimler üzerindeki döşemeler, zemine oturan döşemeler ve açık geçitler

üzerindeki döşemelerden ısı kaybetmekte ve bu yüzden binaların yakıt tüketimi yükselmektedir.

Yapılarda ki ısı kayıpları; %10'u döşemelerde(temeller), %10-15'i pencerelerde, %25'i tavanlarda, %15-25'i dolgu duvarlarda, %20-50'si ısı köprülerinde oluşmaktadır. Yapılarda ki en fazla ısı kayıpları ısı köprülerinin oluşmasıyla meydana gelmektedir.

Neticede yapıların ısıtılması(soğutulması) konusunda gereğinden fazla enerji harcanmakta, yapı konforu azalmakta, çevre kirliliği ve işletme maliyeti artmakta bu da ülke ekonomisine büyük zararlar vererek gereksiz döviz kaybına neden olmaktadır. TS 825'e göre ısı yalıtım kurallarına uygun detayların yapılarda uygulanması konusunda başta eğitimcilere, yerel yönetimlere, mimar-mühendislere, yapı sahiplerine, basın yayın kuruluşlarına büyük görevler düşmektedir [1].

1.1. Isı Yalıtımı

Kış aylarında soğuk dış hava ile bina içerisindeki ısıtılmış havanın arasında oluşan büyük sıcaklık farkı sebebiyle, bina içerisindeki ısı süratle bina dışına doğru hareket eder, çatıdan, pencereden ve büyük miktarda duvardan kaçar.

Dışarı kaçan ısının yerini doldurmak için, daha çok enerji harcarız. Bina dış duvarlarında, dışarıdan bir ısı yalıtımı uygulaması var ise, dışarı doğru kaçmaya çalışan ısı, yalıtım levhalarından az geçer, dolayısıyla iç havayı sürekli ısıtmaktan kurtuluruz. Isıtmak için sarf edeceğimiz yakıt önemli ölçüde azalır. Bu durum hem bireysel ekonomiye, hem devlet ekonomisine hem de hava kirliliğinin azalmasına büyük katkı sağlanmış olur.

Bu arada bina dış duvarını dışarıdan yalıtırken, çatı ve pencereler için de gerekiyorsa bodrum tabanı içinde tedbir almalıyız.

Isı yalıtımının bir diğer faydası için şöyle bir örnek verebiliriz; Bir otomobilin arka camını düşünelim, kış günlerinde arabanın içi ısıtıldığı zaman içerideki su buharı dış havanın etkisiyle soğuk olan arka cam üzerinde terleme yapar ve bir süre sonra su

tanecikleri süzülür. Bunu önlemek için cam (içerisinden geçen elektrik telleri vasıtasıyla) ısıtılır, cam ısınınca terleme biter.

Özellikle kuzey cephelerinde oluşan rutubet ve nem zaman içerisinde betonda korozyona sebep olur. Deprem kuşağında olduğumuz düşünülürse ısı yalıtımı yaptırmak yararlı olacaktır.

Aynı olayı bir bina için düşünürsek, yalıtılmamış bir binada dış duvarlar kış aylarında (özellikle kuzey cephelerinde) soğuk olur. İç mekânda oluşan sıcak su buharı (insan nefesi, mutfak, banyo v.s) soğuk duvarlar üzerine yoğunlaşır ve duvar yüzeyinde rutubet ve küf oluşur, hatta duvardan sular akmaya başlar ve dışardan yağmur sularının içeri girdiği zannedilir. Bunu önlemek, dış duvarın sıcak olmasını temin etmekle mümkündür [4].

1.1.1. Isı yalıtımının amacı

Sıcaklık etkilerinden yeterli olarak korunma, sağlığa uygun bir iç iklimsel çevrenin oluşmasını sağlamak, ülkemizdeki binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarlarını sınırlamak, enerji tasarrufunu arttırmaktır. Sıcaklık etkilerinden yeterince korunma, hacmi çevreleyen yapı bileşenlerinin yüzeylerinde su buharı yoğunlaşmasını önler. Bileşenlerde sıcaklık değişimlerinin oluşturduğu hareketleri küçültür ve böylece yapıda bu olaydan ileri gelebilecek zararları önleyerek yakıt giderlerini azaltmakla birlikte, binanın bakım ve onarım giderlerini de azaltır. Duvarın iç ve dış yüzeylerindeki ısı farklılıklarını en aza indirerek, terleme sonucu oluşan küflenme ve siyah lekelerin oluşmasını mani olur, sıva, boya ve duvar kaplamalarını korumak demektir.

1.1.2. Isı yalıtımının gerekçeleri

- Yazın aşırı sıcaktan, kışın soğuktan korumak.
- Bina içinde ve duvar yüzeyinde soğuk noktaları önlemek, homojen bir sıcaklık ve konfor elde etmek.

- Binaların dış kabuğunu ve yapı elemanlarını büyük ısısal gerilimlerin ve rutubetin tahribinden korumak. (Dış kabukta oluşan ısısal farklılıklar tonlarca yüke eşdeğer gerilimler ve çatlamlar yapabilmektedir.)
- Yoğuşmayı önlemek ve terasta su yalıtımını ısısal tahribattan korumak.
- Hava kirliliğini azaltmak
- Gerek ısıtmada gerek soğutmada (klimada) yakıt ve enerji masraflarından ve işletme giderlerinden tasarruf sağlamak.
- Isı yalıtımı ile ısı kaybı ve kazancı azalacağından ve dolayısı ile daha küçük ısıtma soğutma cihazı ve armatürleri kullanacağından ilk yatırım maliyetini azaltmak.
- Doğal kaynakların tüketimini azaltarak gelecek nesillere de bırakabilmek için gereklidir [6].

1.2. Isı Kavramı

Yapılarda, su buharı yoğunlaşmasını, nemlenmeyi daha iyi anlayabilmek için, ısının ne olduğunun ve nasıl yayıldığının bilinmesi gerekir. Isı, kısaca bir enerji şeklidir ve malzemeyi teşkil eden en küçük parçacıkların (atom ve moleküller) titreşimiyle meydana gelir. Eğer bir malzeme ısıtılırsa içindeki malzeme parçalarının titreşimi hızlanır, tersine soğutulursa titreşim azalır. Isı muhtelif yollardan elde edilebilir.

1.2.1. Isının elde edilme yolları

1.2.1.1. Mekanik enerjiden elde edilen ısı

Bir dübel deliği matkap ile delindiğinde, matkap ile delinen yer ısınır. İşte buradaki ısı itelik ile yani mekanik olarak elde edilmiştir.

1.2.1.2. Kimyasal reaksiyondan elde edilen ısı

Bir malzeme yandığında(petrol, odun, kömür vs.) ısı elde edilir.

1.2.1.3. Elektrik enerjisinden elde edilen ısı

Elektrik akımı bir dirençten geçerken geçtiği yeri ısıtır. Evlerdeki elektrik ocakları gibi.

1.2.1.4. Işınım yoluyla elde edilen ısı

Güneş ışıkları yer kabuğu tarafından tutulur ve ısınmaya başlar.

1.2.1.5. Atom enerjisinden elde edilen ısı

Malzemenin en küçük parçası (atom) herhangi bir usul ile parçalanırsa, bu parçalar çok büyük bir hızla etrafa yayılırlar ve mesela suya ısılarını bırakarak bu suyu ısıtırlar. (mesela Uranyum 235, nötronlarla parçalanır) Isının bir yerden diğerine nakli, ancak farklı sıcaklığa sahip yerler arasında oluşur ve daima yüksek sıcaklığa sahip taraftan düşük sıcaklığa sahip tarafa doğru olur. Kısacası kışın, dışa bakan bir duvardan içerdeki ısı dışarıya, yazın ise dışarıdaki ısı içeriğe doğru hareket eder ve bu denge sağlanana kadar devam eder [7].

1.3. Isı Transferi

Pratikte, sistem ile çevresi arasındaki ısı aktarma(transfer) hızını ve ısı aktarımını sağlayan işleyişleri bilmek önemlidir. Sıcak kahveyi uzun süre korumak için termos, veya ısıl olarak yalıtılmış başka bir kapalı kap kullanılır. Kapalı kap dışarıdaki hava ile, sıcak kahve arasındaki ısı aktarımını (transfer) azaltır. Pek tabii ki, kapalı kap tam yalıtkan değilse sıvı, hava sıcaklığına ulaşacaktır. Sistem ile çevresi, aynı sıcaklıkta iseler aralarında ısı aktarımı olmayacaktır.

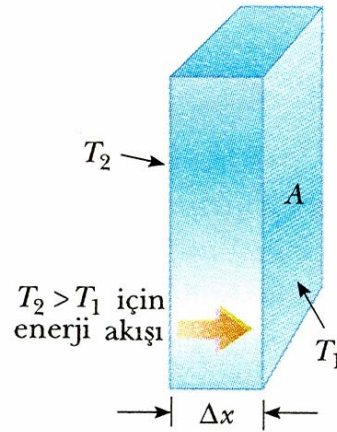
1.3.1. Isı iletimi

Nicel olarak tanımlanan en basit ısı transferi işlemine ısı iletimi denir. Bu işlemde, ısı transferine, atomik ölçekteki moleküller arasındaki kinetik enerji değiş-tokuşu olarak bakılabilir. Burada, düşük enerjili parçacıklar, daha yüksek enerjili parçacıklarla

çarpışarak enerji kazanırlar. Örneğin, bir ucundan tutulan metal bir çubuk ateşe sokulursa, elinizdeki metalin sıcaklığının arttığını göreceksiniz. Isı, iletim yoluyla elinize ulaşır. Metalin atomları ve elektronlarına neler olduğunun incelenmesiyle ateşten elinize çubuk aracılığı ile ulaşan ısı iletimi konusu anlaşılabilir. Metal çubuk ateşe sokulmadan önce, atomlar ve elektronlar kendi denge konumlarında titreşmektedirler. Alev metal çubuğunu ısıtırken, metalin ateşe yakın olan atom ve elektronları gittikçe büyüyen genlikte titreşmeye başlar. Bu şekilde hareket ederken, komşularıyla çarpışırlar ve enerjilerinin bir kısmını aktarırlar. Büyük genlikli titreşim elin tuttuğu uca ulaşınca kadar, metalin daha uzaktaki atom ve elektronlarının titreşim genliği yavaş yavaş artar. Bu artan titreşimin etkisi metalin sıcaklığının artmasını sağlar ve belki de eliniz yanar.

Bir metalin içine doğru olan ısı transferi atomik titreşmeler ve elektron hareketi ile kısmen açıklanabilmesine rağmen, ısı iletim hızı, ısıtılan maddenin özelliklerine de bağlıdır. Örneğin, bir parça asbesti, sonsuza dek alevin içinde tutmak mümkündür. Bu, asbestin içinde ısı iletiminin çok az olduğunu gösterir. Genelde, metaller çok iyi ısı iletkenidir ve asbest, mantar, kağıt ve fiber gibi malzemeler ise zayıf iletkenlerdir. Gazlar da seyreltik yapılarından dolayı zayıf iletkenlerdir. Metaller, içinde hareket eden ve enerjiyi bir bölgeden diğerine taşıyabilen serbest elektronlardan çok sayıda içerdikleri için, iyi ısı iletkenlerdir. O halde, bakır gibi iyi bir iletkende ısı iletimi, atomların titreşmesi ve serbest elektronların hareketi ile oluşur.

Isı iletimi, sadece, iletim ortamının iki noktası arasında sıcaklık farkı varsa oluşur. A kesitinde, sıcaklıkları farklı ($T_2 > T_1$) iki yüzeye ve Δx kalınlığına sahip dikdörtgenler prizması şeklindeki bir dilimi göz önüne alalım (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Kesiti A, kalınlığı Δx olan bir dilimden ısının geçişi karşılıklı yüzler, T_1 ve T_2 gibi farklı sıcaklıklardadır.

Isının sıcak uçtan soğuk uca doğru aktığı deneylerle bulunmuştur. Buna göre, M süresince sıcak yüzden soğuk yüzeye ΔQ kadar ısı aktarılır. Isının akış hızı olan $\Delta Q/\Delta t$; kesit alanı ve sıcaklık farkı ile doğru, kalınlık ile ters orantılıdır. Yani,

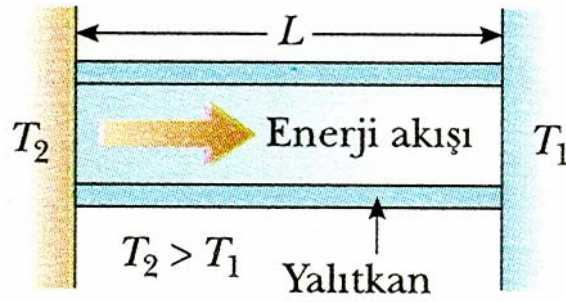
$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} \propto A \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (1.1)$$

Isı aktarma hızını H sembolü ile göstermek uygun olur. Yani $H = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ olarak alınır.

(Not: ΔQ Joule ve Δt saniye cinsinden ise H ' nin birimi wattır. ($1W = 1 J/s$). dx gibi sonsuz küçük bir kalınlığa ve dT sıcaklık farkına sahip bir dilim için, Isı iletimi kanunu

$$H = -kA \frac{dT}{dx} \quad (1.2)$$

şeklinde yazılabilir. Buradaki, k sabitine malzemenin ısı iletkenliği dT/dx ya da sıcaklık gradyenti denir (Sıcaklığı konumla değişimi). Eşitlikteki eksi işareti, ısı akışının, azalan sıcaklık yönünde olduğu gerçeğini gösterir.



Şekil 1.2 L uzunluklu, düzgün yalıtılmış bir çubuk boyunca ısı iletimi. Çubuğun uçları, iki farklı sıcaklıktaki ısı kaynağı ile ısı temas halindedir.

Şekil 1.2' deki çubuğun iki ucu, T_1 ve T_2 sıcaklıklarındaki ısı kaynaklarıyla ısı temasdadır. Malzemenin, L uzunluğunda bir çubuk olduğunu ve uçları haricinde yüzeylerinden sıcaklık kaçışını önlemek için yalıtıldığını varsayalım. Kararlı duruma ulaşıldığında çubuk boyunca her noktadaki sıcaklık sabit olacaktır. Bu durumda, çubuk boyunca sıcaklık gradyenti aynı olur ve $dT/dx = (T_1 - T_2)/L$ ile verilir. Böylece ısı aktarım hızı

$$H = kA \frac{(T_1 - T_2)}{L} \quad (1.3)$$

Malzemeler büyük ısıl iletkenlik değerlerine sahipse, iyi ısıl iletkenlerdir. Halbuki, küçük iletkenlik değerine sahipse iyi bir ısıl yalıtıkandırlar. Değişik malzemelerin ısıl iletkenlikleri Tablo 1.1 de listelenmiştir. Metallerin, genellikle metal olmayanlara göre daha iyi ısıl iletken olduklarını görebiliyoruz.

Kalınlıkları L_1, L_2, \dots ve ısıl iletkenlikleri k_1, k_2, \dots olan birkaç malzemedan oluşan birleşik bir dilimden, kararlı durumda iken ısı transferi hızı:

$$H = \frac{A(T_2 - T_1)}{\sum_i (L_i / k_i)} \quad (1.4)$$

ile verilir. Buradaki T_1 ve T_2 tüm dilimin uçlarındaki sabit sıcaklıklardır. Toplam ise tüm malzemeler üzerindedir.

1.3.1.1. Ev yalıtımı

Binanın tavanına veya diğer bölmelerine, daha fazla yalıtımın eklenip eklenmeyeceğini belirlemek için bazı hesaplamalar yapılacaksa, kullanılacak malzemelerin et kalınlıkları iki nedenle bir miktar değiştirilebilir: (1) Binalarda kullanılan malzemelerin yalıtkanlık özellikleri, ifade edilirken çoğunlukla SI birim sistemi kullanılır. Örneğin, fiber cam plakası paketinin üzerine konulan etiketler İngiliz ısı birimleri, fit ve fahrenheit derecesi gibi birimlerle verilir. (2) Bina yalıtımının hesabında, her parçası farklı kalınlığa ve ısıl iletkenliklere sahip birleştirilmiş dilimler üzerinden ısı iletimini düşünmek gerekir. Örneğin tipik bir ev duvarı ince sıva, kalın sıva, yalıtım malzemesi, duvar malzemesi ve iç sıva gibi bir sıra malzemedan oluşur.



Şekil 1.3 Bu termogramdaki evler gemici fenerlerine çok benzerler. Evlerin içindeki ısı dışarı kaçmaktadır. Soğuk bir günde alınan bu görüntü, kızıl ötesi ışık kullanan bir tarayıcı ile oluşturulmuştur. (VANSCAN*Thermogram Daedalus Enterprises Inc.)

Örneğin, üç farklı parçadan oluşan malzeme için 1.5 Eşitliğinin paydası üç terimin toplamı şeklindedir. Mühendislik uygulamalarında belirli bir maddenin L/k terimi malzemenin R değeri olarak verilir. O halde, $R_i = L_i/k_i$ olarak alınırsa denklem 1.5

$$H = \frac{A(T_2 - T_1)}{\sum_i R_i} \quad (1.5)$$

şekline dönüşür. Tablo 1.1’de bazı temel inşaat malzemelerinin R değerleri verilmiştir.

Tablo 1.1 Bazı temel inşaat malzemeleri için R değerleri

Malzeme	R değeri (ft ² . F ^o . h/BTU)
Sert kereste (1 inch kalınlığında)	0,91
Tahta kereste	0,87
Tuğla (4 inch kalınlığında)	4,00
Beton blok	1,93
Cam elyafı (3.5 inch kalınlığında)	10,90
Cam elyafı (6 inch kalınlığında)	18,80
Cam elyaf tahta (1 inch kalınlığında)	4,35
Selülozik elyaf (1 inch kalınlığında)	3,70
Düz cam (0,125 inch kalınlığında)	0,89
Yalıtım camı (0,25 inch kalınlığında)	1,54
Düşey hava boşluğu (3.5 inch kalınlığında)	1,01
İnce hava tabakası	0,17
Kuru duvar (0.5 inch kalınlığında)	0,45
Sıva malzemesi (0.5 inch kalınlığında)	1,32

(1Btu=252 cal=1,054.10³ joule, h (saat), 1 inch=2,54 cm=1/12 ft(foot), ft.²:Alan, 1 Btu/h=0,293 Watt)

Ayrıca, bir duvarın toplam R değeri bulunurken, her düşey yüzeye yakın çok ince hava yalıtım tabakaları göz önüne almak gerekir. Dış cephelerdeki bu hava yalıtım tabakasının kalınlığı rüzgarın hızına göre değişir. Sonuç olarak, bir evin rüzgar çok estiği zamanki ısı kaybı rüzgar hızı sıfır olduğu zamanki ısı kaybından daha fazladır. Bu hava yalıtım tabakasının bazı malzemeler için R değerleri Tablo 1 de verilmiştir.

1.3.2. Konveksiyon

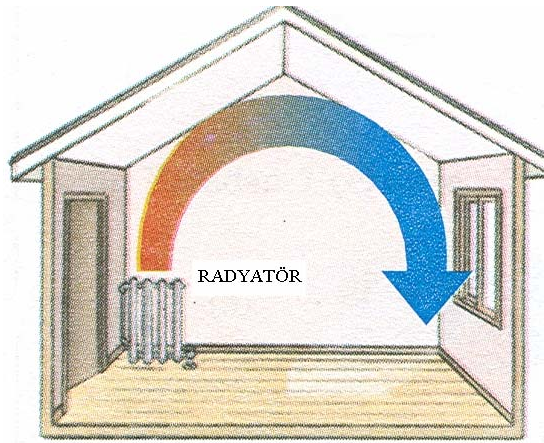
Herhangi bir zamanda ellerinizi ateşin üzerine tutarak ellerinizi ısıtmışsınızdır. Bu durumda, ateşin üstündeki hava hemen ısınır ve genişler. Bundan sonra, havanın yoğunluğu azalır ve hava yükselir. Bu ısınmış hava kütlesi hareketiyle eliniz ısınır. Isıtılan maddenin hareketiyle aktarılan ısıya konveksiyon ile aktarıldı denir.

Ateşin çevresindeki hava örneğindeki gibi yoğunluk farkıyla hareket olduğu zaman, buna doğal konveksiyon denir. Bazı ısıtma sistemlerindeki sıcak hava veya sıcak su gibi ısıtılan madde, bir pervane veya pompa aracılığı ile hareket etmeye zorlanırsa, bu işleme de zorlanmış konveksiyon denilir.

Sahilde hava akımının oluşturacağı durum konveksiyona bir örnektir. Benzer şekilde, sulu bir karışımın soğutulması sonucunda yüzenin donması da doğal konveksiyona bir örnektir. Karışımdan çıkan konveksiyon akımları suyun sıcaklığı 4 °C ye ulaştınca durur, Göl, suyu 4 °C nin altında konveksiyon yolu ile soğuyamadığı ve su ısıyı gerçekten az iletmediği için tabandaki su uzun süre 4 °C civarında kalacaktır. Sonuç olarak, uzun süren soğuk havalarda bile balıklar, yaşayabilmek için uygun olan bir sıcaklıkta olacaklardır.

Eğer konveksiyon akımları olmasaydı, suyu kaynatmak çok zor olurdu. Bir çaydanlıkta su ısıtıldığında, önce alt tabaka ısınır sonra ısıtılan bölgeler genişler ve yoğunlukları azaldığı için yukarıya doğru yükselir. Aynı anda, daha yoğun olan soğuk su, ısıtılmak için çaydanlığın dibindeki ılık suyun yerini alır.

Bir odanın radyatör ile ısıtılmasında da aynı olay görünür. Sıcak radyatör, odanın alt seviyelerindeki havayı ısıtır. Isınan hava genişler ve düşük yoğunluğundan dolayı tavana doğru yükselir. Daha yüksek yoğunluğa sahip olan üstteki tabaka ise, ısıtılmış havanın yerini alır ve Şekil 1.4’de görünen sürekli hava akımı düzeni kurulur.



Şekil 1.4 Radyatör, odada konveksiyon akımlarının oluşumunu sağlar

1.3.3. Işınım

Isıyı iletmenin üçüncü yolu ise ışıdır (radyasyon). Bilindiği gibi bütün cisimler sürekli olarak elektromanyetik dalgalar şeklinde enerji yayarlar. Bir konumdan diğerine ısı enerjisi aktarımı ile ilgili ışıdır, kızılötesi ışıdır olarak bilinir.

Elektromanyetik ışıdır aracılığı ile güneşten, yer atmosferinin bir metrekaresine yaklaşık olarak her saniye 1340 Joule ısı enerjisi ulaşmaktadır. Bu enerjinin bir kısmı uzaya geri yansır, bir kısmı da atmosfer tarafından soğurulur. Fakat, yüzlerce yıldan fazla zamandır, bu gezegende ihtiyaç duyduğumuz enerjinin tamamını sağlayacak kadarı, her gün yeryüzüne ulaşmaktadır. Güneş enerjisi depolanıp verimli şekilde kullanılabilirdiği takdirde Güneş evlerinin sayısındaki artış ile bu bedava enerjiden tam yararlanmak mümkün olur.

Güneşten yayılan enerji, herhangi bir yolla yaşantımızı her gün etkiliyor. Dünyanın ortalama sıcaklığını, okyanus akıntılarını, tarımı, yağış durumlarını ve bunun gibi pek çok şeyi etkiliyor. Örneğin, geceleyin hava sıcaklığına neler olduğunu düşünelim. Gökyüzünde bulutlar kaplıysa bulutlardaki su buharı, yeryüzünün yaydığı kızıl ötesi ışıdırın bir kısmını geri yansıtır ve bu nedenle sıcaklık orta seviyede kalır. Bu bulut tabakası kalktığında ise, uzaya kaçan ışıdırı engelleyecek bir şey olmaz ve böylece, bulutsuz gecelerdeki sıcaklık, bulutlu gecelerdekinden daha düşük olur.

Bir cismin çevreye verdiği ışıdır enerjisi, kendi sıcaklığının dördüncü kuvveti ile doğru orantılıdır. Bu Stefan Kanunu olarak bilinir ve şu şekilde ifade edilir:

$$P = \sigma A e T^4 \quad (1.6)$$

Burada; P , watt olarak (veya J/s) cisimden yayılan güç; σ sabit ($5,6696 \times 10^{-8} W/m^2.K^4$), A yüzey alanı (m^2), e yayınlama katsayısı diye bilinen bir sabit ve T ise ($^{\circ}K$) cinsinden sıcaklığı gösteriyor. e 'nin değeri yüzeyin özelliklerine bağlı olarak 0 ile 1 arasında değişir.

Bir cisim, (1.6) eşitliğinde verilen şekilde enerji yayar. Aynı zamanda elektromanyetik ışınım da soğurur. Eğer bu son işlem yani soğurma olmasaydı, cisim tüm enerjisini yayacaktı ve sıcaklığı da mutlak sifira ulaşacaktı. Bir cismin soğurduğu enerji, enerji yayan çevredeki öteki cisimlerden gelir. Eğer, bir cismin sıcaklığı T ve çevresinin sıcaklığı T_0 ise her saniyede cisim tarafından ışınım yolu ile kazanılan veya kaybedilen net enerji şu formül ile verilir:

$$P_{\text{net}} = \sigma A e (T^4 - T_0^4) \quad (1.7)$$

Bir cisim çevresi ile ısı dengede olduğu zaman, cismin enerji soğurması ve yayması aynı hızda olur ve sıcaklığı da sabit kalır. Cisim çevresinden daha sıcak olduğunda, soğurduğundan fazla enerji yayar ve soğur. İdeal bir soğurucu, üzerine düşen tüm enerjii soğuran bir cisim olarak tanımlanır. İdeal soğurucunun yayınlama katsayısı 1'e eşittir. Böyle bir cisim çoğu kez siyah cisim olarak bilinir. İdeal bir soğurucu aynı zamanda ideal enerji yayıcıdır. Bunun tam tersi olan bir durumda, yayınlama katsayısı sıfır olan bir cisim, üzerine düşen enerjii hiç soğurmaz. Böyle bir cisim, üzerine düşen tüm enerjii yansıtır ve kusursuz bir yansıtıcı olmuş olur [8].

BÖLÜM 2. KONUTLARDA UYGULANAN DIŞ DUVAR ISI YALITIM SİSTEMLERİ

Konutlardaki en büyük ısı kayıpları duvar, döşeme, çatı, pencere ve ısı köprüleri gibi yapı elemanlarından gerçekleşmektedir. Bu bölgelerden oluşan ısı kayıpları oranları yapının mimarisine, konumuna, ısı yalıtım durumuna ve kullanılan yapı malzemelerinin özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Ancak genel olarak, bina yüksekliği arttıkça dış duvarlardan gerçekleşen ısı kayıp oranlarının da arttığı görülmektedir. Son yıllarda diğer binalarda olduğu gibi konutların da bina yükseklikleri göz önüne alındığında, dış duvarlara ısı yalıtımı uygulanması gerektiği bir defa daha anlaşılmaktadır.

Gelişen teknoloji ile birlikte günümüzde duvarlar; tek bir katmandan oluşabildiği gibi, bünyesinde yalıtım malzemesi barındıran, birden fazla katmandan oluşan bir yapı elemanı olarak da ele alınabilmektedirler. Yalıtım malzemeleri; su, ısı ve yangına karşı korunum sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Her yerde kullanılacak tek bir ısı yalıtım malzemesi yoktur. Kullanım yerinin özelliklerine göre seçim yapmak gerekir.

Ülkemizde sıklıkla kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin lifli malzemeler ve köpük malzemeler olduğu görülmektedir. Lifli malzemeler; taş yünü ve cam yünü gibi mineral yünler ve ahşap yünü, köpük malzemeler ise; genleştirilmiş polistren köpük (EPS) ve haddeden çekilmiş polistren köpük (XPS) gibi polistren köpükler ve poliüretan köpükler olmaktadır. Dış duvarlarda kullanılacak yalıtım malzemelerini; nemle ilişkiye geçtiklerinde mekânın yapısını olumsuz yönde etkilemeyen ve yalıtım özelliğinde bir değişiklik olmayan malzemelerden seçmek gerekmektedir

Günümüzde Türkiye’de dış duvarlardaki yalıtım, ısı yalıtım malzemesinin konumuna göre 4 farklı sistemde uygulanmaktadır [9]:

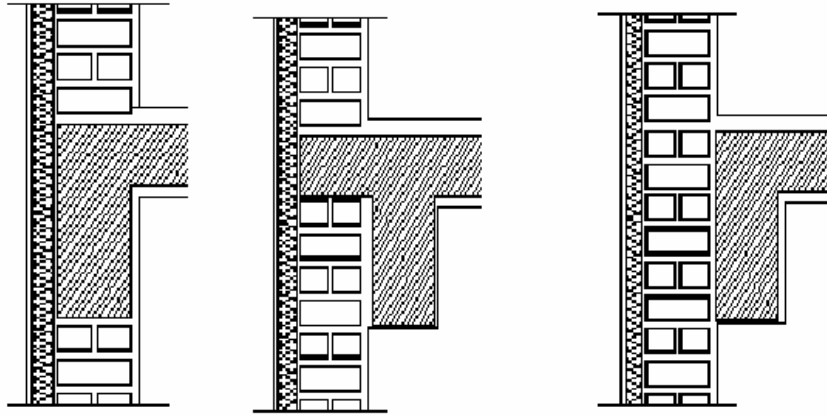
- Duvarların Dış Yüzeyine Yapılan Isı Yalıtım Uygulamaları (Mantolama)
- Duvarların İç Yüzeyine Yapılan Isı Yalıtım Uygulamaları
- Çift Duvar Arası Isı Yalıtım Uygulamaları (Sandviç Duvar)
- Havalandırılmalı Dış Duvar Yalıtım Uygulamaları (Giydirme Cephe Sistemi)

2.1. Duvarların Dış Yüzeyine Yapılan Isı Yalıtım Uygulamaları

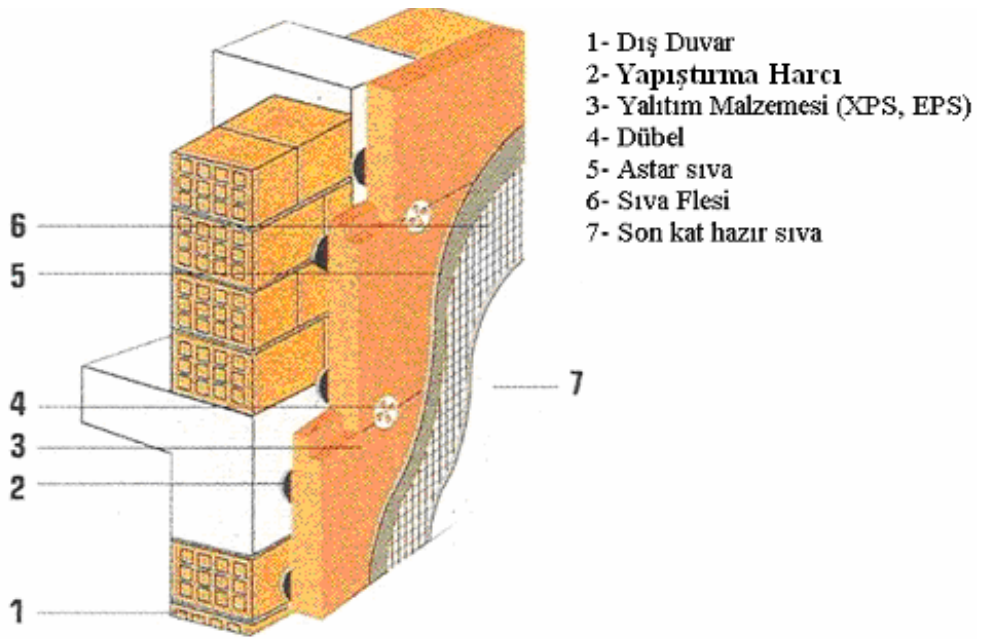
Avrupa ve Amerika'da yaygın bir şekilde kullanılmakta olan dışarıdan yalıtım sistemi; Türkiye'de son birkaç yıldır daha sık uygulanmaya başlanmıştır. Dışarıdan yapılan yalıtım, yapı fiziği yönünden en uygun sistem olarak kabul edilmektedir. Bu sistemde yalıtım binayı bir manto gibi sarmakta, ısı köprüsü oluşturmamaktadır. Böylece sıcaklık değişimlerinden meydana gelecek gerilme ve çatlaklar önlenmekte, havalandırma sayesinde konstrüksiyonun sürekli kuru kalması sağlanmaktadır (Şekil 2.1).

Dışarıdan yalıtım sistemi, yeni yapılara uygulanabileceği gibi, mevcut binalara da kolayca uygulanabilmektedir. Kullanılmakta olan binalarda, uygulama sırasında tüm işlemler bina dışında gerçekleşmekte; bunun için de tüm cepheye bir iskele kurulması gerekmektedir. Dışarıdan yalıtım sisteminin maliyeti diğer sistemlere göre daha yüksek olmasına rağmen konut gibi uzun süreli kullanılan mekânlar için en uygun sistemdir.

Yeni yapılara uygulanabileceği gibi, mevcut binalara da kolayca uygulanabilmektedir. Duvarlara dıştan ısı yalıtım uygulanması ile binanın bakım ve onarım masrafları azalmakta, bina ömrü uzamaktadır. Bu avantajlarına karşılık sistemin diğer yalıtım sistemlerine oranla daha yüksek maliyetli olması, yağmur, rüzgâr ve dış atmosferik olaylara karşı koruyuculuk gerektirmesi ve iskele kurulması ihtiyacı dış yüzeyden yalıtım uygulamasının dezavantajları olarak gösterilebilmektedir.



(a)



(b)

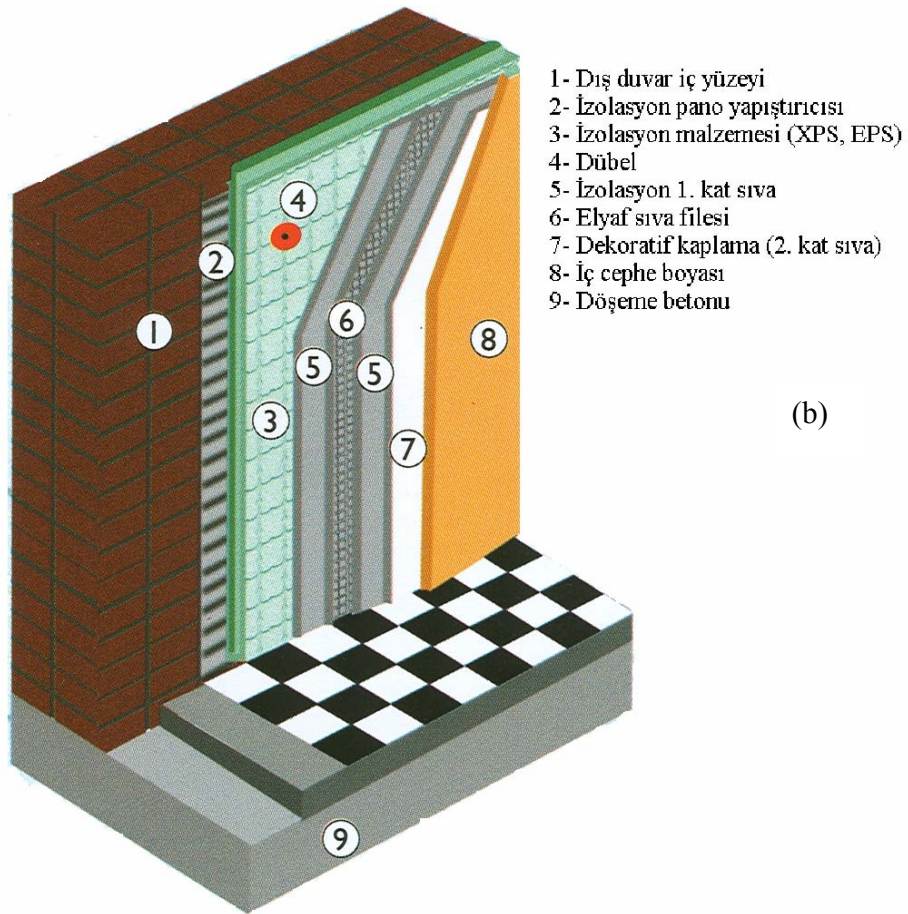
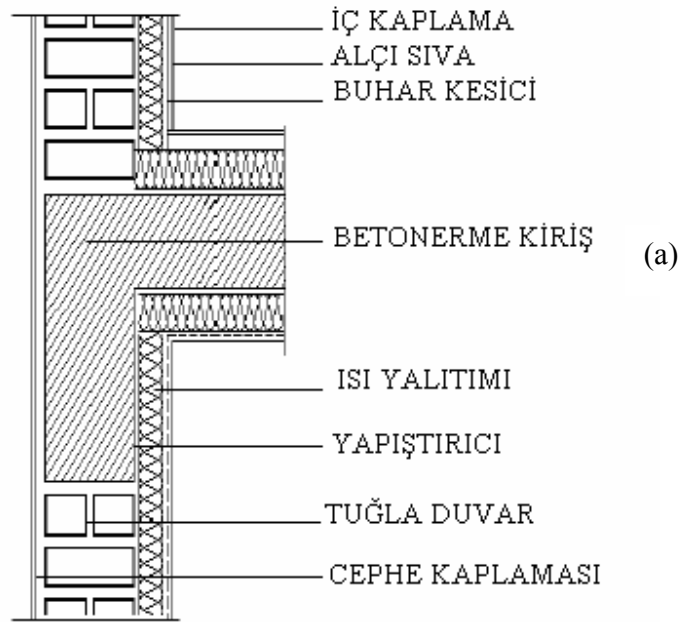
Şekil 2.1a) Dış duvarlarda dıştan yalıtım uygulamaları

b) Dış duvarlarda dıştan yalıtım uygulama resmi çizimi [10]

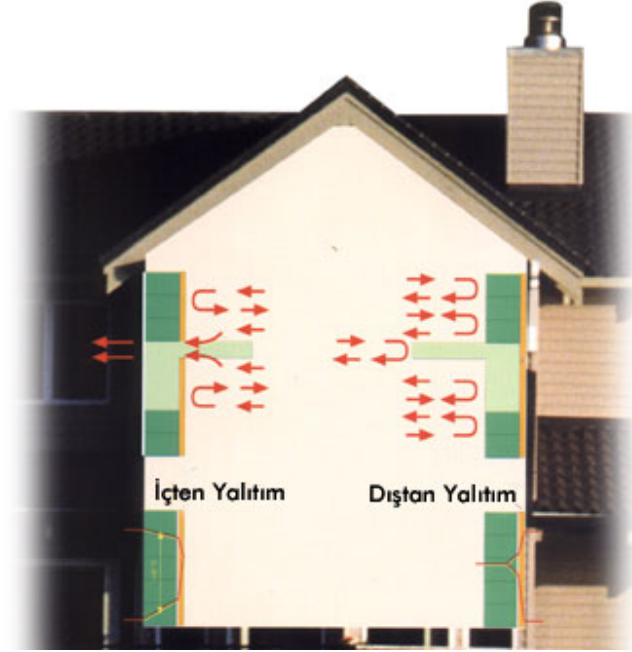
2.2. Duvarların İç Yüzeyine Yapılan Isı Yalıtım Uygulamaları

Günümüzde konutlarda da sıklıkla uygulanan bu sistem; büro binaları, konser ve sinema salonları gibi kısa süreli kullanılan, sürekli bir ısıtma gerektirmeyen mekânlarda uygulandığında daha olumlu sonuçlar vermektedir. Bu sistemde duvarların ısı depolama yeteneği az, ancak ön ısınma süreleri kısadır. İç yüzeyden ısı yalıtımı yapılması durumunda, buhar difüzyonu sonucunda ısı izolasyon malzemesi içerisinde yoğuşma olasılığı oldukça yüksektir. Bu sebeple, yalıtım levhalarının sıcak tarafında mutlaka bir buhar kesici malzeme kullanılmalıdır (Şekil 2.2). İçeriden yapılan yalıtım, özellikle mevcut binaların ısı yalıtımında ve dıştan ısı yalıtımı tercih edilmeyen durumlarda uygulanmaktadır. Ancak bu uygulamalarda, döşemelerin, kolon, giriş ve perdelerin dış duvara bağlandığı kısımlarda meydana gelen ısı köprülerini ortadan kaldıracak önlemlerin alınması gerekmektedir. Dıştan yalıtımlı duvarlarda görülen uygulama tekniğinin güçlüğü ve maliyet artışı gibi olumsuz özelliklere karşın, iç yüzeyden yalıtımlı duvarlarda uygulama kolaylığı ve maliyetin düşmesi olumlu özellikler arasında sayılmaktadır.

İçeriden yapılan yalıtımın avantajları arasında, bina dış görünüşüne etki etmemesi, iskele gerektirmemesi, uygulama sırasında dış hava durumundan etkilenmemesi, uygulama kolaylığı, istenilen mekân ya da duvar için uygulama olanağı vermesi, daha ekonomik olması sayılmaktadır. Ancak içeriden yalıtımda sıcaklık farkları sebebiyle oluşan ısı gerilmeler sonucu içyapıda bozulmalar ve çatlaklar oluşabilmekte, yazın iklimlendirme cihazı kullanılmaması durumunda iç ortam sıcaklığında yüksek artışlar olabilmekte ve iç hacimde alan kayıpları oluşmaktadır.



Şekil 2.2 (a,b) Dış duvarlarda içten yalıtım detayı [11]



Şekil 2.3 İçten ve dıştan yalıtımın gösterimi [12]

Tablo 2.1 İçten ve Dıştan Yalıtım Kıyaslaması

İçten yalıtım	Dıştan yalıtım
- Isı köprüsü oluşmakta	- Isı köprüsü oluşmamakta
- Taşıyıcı sistemde ısı gerilmeler oluşmakta	- Taşıyıcı sistemde ısı gerilmeler oluşmamakta
- Mekan içerisinde ısı depolanmaz	- Mekan içerisinde ısı depolanır

2.3. Çift Duvar Arası Isı Yalıtım Uygulamaları

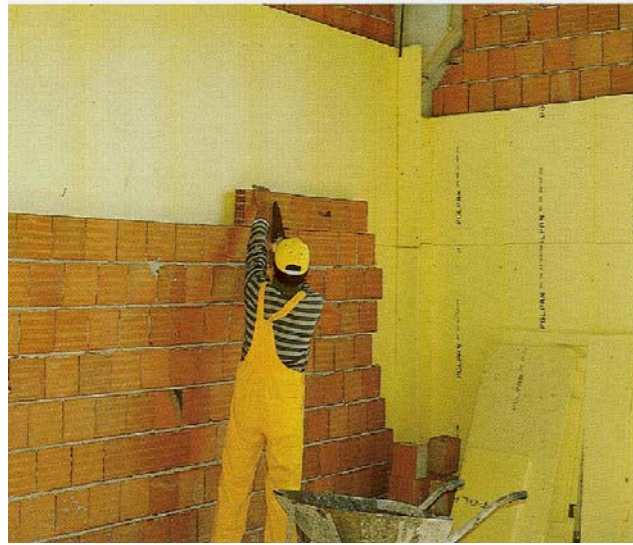
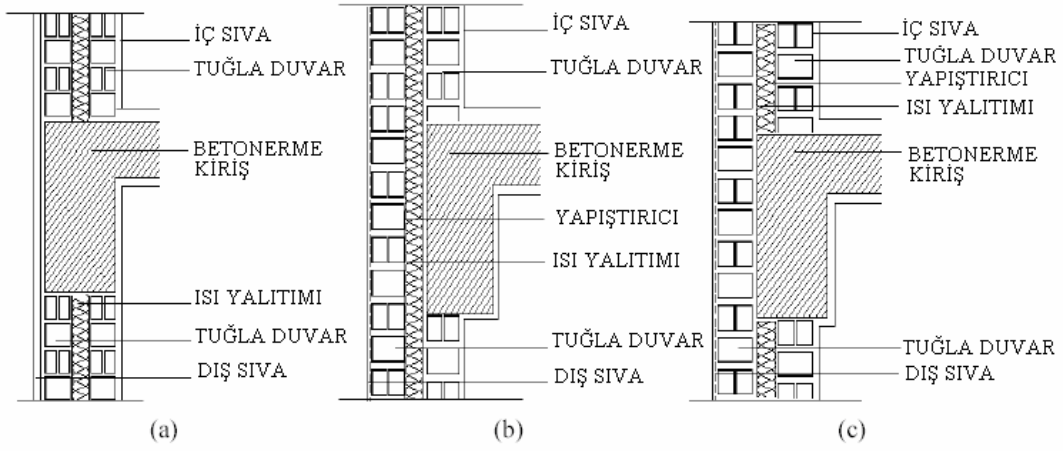
Çift duvar arası ısı yalıtım uygulamaları sandviç duvar, sandviç yalıtım veya sandviç sistem yalıtımı gibi tanımlarla ifade edilmektedir. Aslında sandviç ifadesinin, tabakaları fabrikasyon olarak birleştirilmiş hazır elemanlar için kullanılması daha uygun ise de masif duvar yalıtım tekniği olan bu sistemi tanımlamak için de ülkemizde sandviç duvar

ifadesi sıkça kullanılmaktadır [13]. İki duvar arasına sert köpük levhaların yerleştirilmesiyle oluşturulan, uygulaması en kolay yöntemdir. Duvar konstrüksiyonu farklı kalınlıkta ve taşıyıcılıkta olabilmektedir. Türkiye'deki çift duvar arası ısı yalıtım uygulamalarında, çoğunlukla betonarme yüzeyler yalıtılmamaktadır. Betonarme yüzeylerdeki ısı köprülerinin oluşumunu engellemek, yapının dıştan yalıtılmasıyla (mantolama) mümkün olmaktadır. Yurtdışında yapılan uygulamalarda ısı köprülerini önlemek amacıyla betonarme yüzeyler de yalıtılmaktadır (Şekil 2.4).

Sandviç duvar olarak bilinen çift tabakalı duvarlar boşluksuz veya boşluklu olarak uygulanabilmektedir. Avrupa ülkelerindeki çift duvar arası yalıtım uygulamalarında duvar detayları şu şekildedir [14]:

- Beton bloklar arasına ısı yalıtımı
- İç duvar beton blok, dış duvar cephe tuğlası, aralarında ısı yalıtımı
- İç duvar orta yoğunlukta beton blok, dış duvar cephe tuğlası, aralarında ısı yalıtımı
- İç duvar gazbeton, dış duvar cephe tuğlası, aralarında ısı yalıtımı

Sandviç duvar uygulamalarında, iki farklı duvar katmanının deprem anında açılıp birbirlerinden ayrılmaması için sık aralıklarla tel veya metal kenetlerle birbirine bağlanması gerekmektedir. Ancak ülkemizde bu önlemin pek uygulanmadığı görülmüştür. Ülkemizde yapılan uygulamalarda, her iki duvar arasında bu duvarların birlikte çalışmalarını sağlayacak bağlantı elemanları kullanılmamakta, bu nedenle duvar katmanları birbirinden ayrılmakta hatta yıkılmaktadır [13]. Uygulamalarda bu durumu engelleyici önlemler alınması zorunludur. Duvar kesitinde, dış duvar ile ısı yalıtım tabakası arasında yoğuşma olabilmektedir. Bu durum hem ısı yalıtım malzemesinin verimini düşürmekte hem de iç yüzeyde istenmeyen görüntülere sebep olabilmektedir. Detaylandırmada duvar kesitinden içeri sızabilecek yağmur suyunun ve oluşabilecek yoğuşma suyunun dışarı atılmasına imkân veren drenajlar oluşturulmalıdır.



(d)

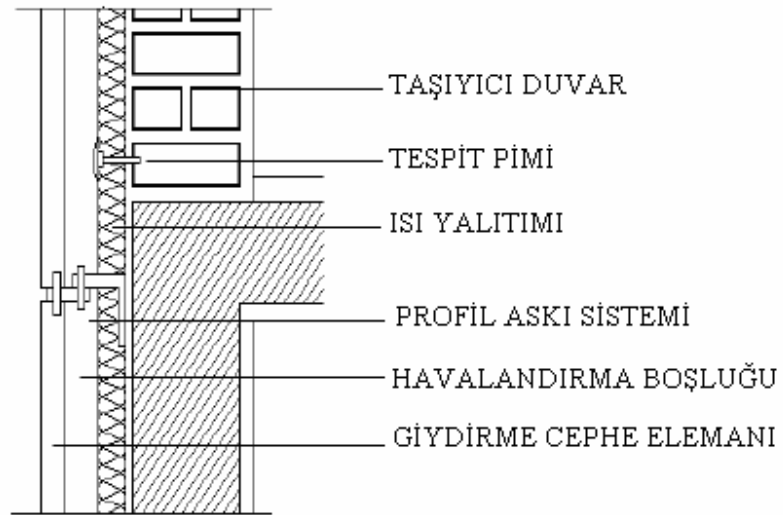
Şekil 2.4 Türkiye (a,d) ve yurtdışında (b), (c) uygulanan çift duvar arası ısı yalıtım detayları [5,6]

2.4. Havalandırılmalı Dış Duvar Yalıtım Uygulamaları

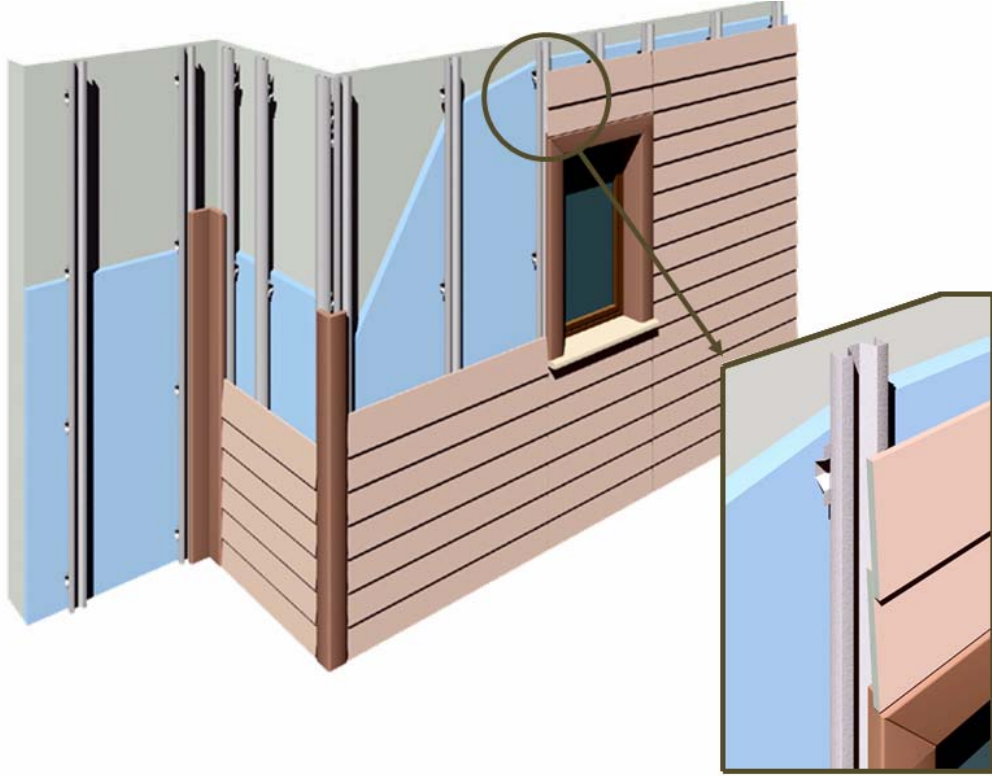
Yapının mevcut duvarına uygulanan ısı yalıtım malzemesi ile kaplama malzeme arasında hava boşluğu bulunan sistemlerdir. Türkiye’de, özellikle büyük şehirlerimizde sayısı giderek artan ve büro yapısı dışında günümüzde konut olarak da tercih edilen yüksek yapılarda uygulanan bu sistemde, yapı elemanlarından kaynaklanan ısı kaybı;

pencereler ile parapet bölgesini oluşturan duvar elemanlarında meydana gelmektedir. Tuğla ya da betonarme parapetli sistemlerde kullanılacak yalıtım malzemesi; parapetin iç yüzünde ve parapetin dış yüzünde olmak üzere 2 farklı konumda uygulanabilmektedir. Parapetsiz sistemde ısı yalıtımı uygulaması, parapet bölgesinde kullanılan panelin bünyesinde veya panelin iç kısmında olmaktadır. Doğru bir detaylandırmanın sağlanması halinde bu tür bir kesitte yoğuşma olmayacaktır (Şekil 2.5).

Yoğuşmanın engellenmesi için yalıtım tabakası ile cephe kaplaması arasında mutlaka havalandırma boşluğu bırakılmalıdır. Ülkemizde yalıtım tabakası ile cephe kaplaması arasında havalandırma boşluğu bırakılmayan uygulamalar da mevcuttur. Havalandırma yapılmayan cephelerde yalıtım tabakası dış yüzeyde olsa dahi yoğuşma olayı gerçekleşmektedir.



(a)



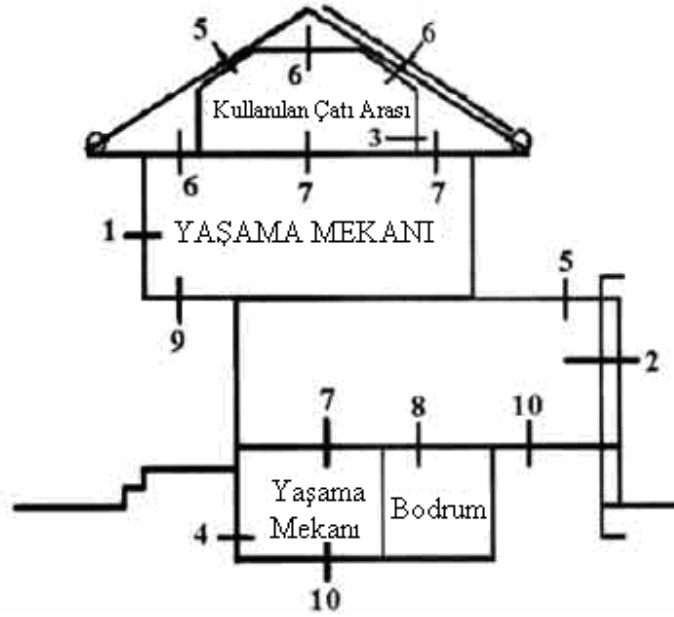
(b)

Şekil 2.5 (a,b) Giydirme cephe sistemlerde dıştan havalandırılmalı yalıtım detayı [15]

2.5. Isı Yalıtımı Konusunda Yapının Projelendirilmesinde Mimarların ve Mühendislerin Dikkat Edeceği Hususlar

Yapının projelendirilmesi aşamasında; yapı 1. İklim Bölgesinde ise (sıcak) parçalı ve avlulu kütlelere, genelde havalandırmayı sağlayacak, planlamada orta hollü (sofalı) ve çatılarda soğuk çatı sistemleri içinde, geniş saçaklı sistemlere gidilebilir. Ayrıca pencere yüzeylerini azaltmak ve tesisat çözümlerine özen göstermek gerekir.

Yapı 4. İklim Bölgesinde ise (soğuk), yapıların projesini masif kütleler şeklinde çözmek, soğuk yöne koridorları veya cephenin dar kesimini vermek şeklinde düşünülmelidir. Yapının mimari ve statik konstrüksiyonuna göre yapıyı meydana getiren elemanların ısı geçirgenlik dirençlerinin yeterli olmaması halinde ısı yalıtımı yapmak gerekir [16].

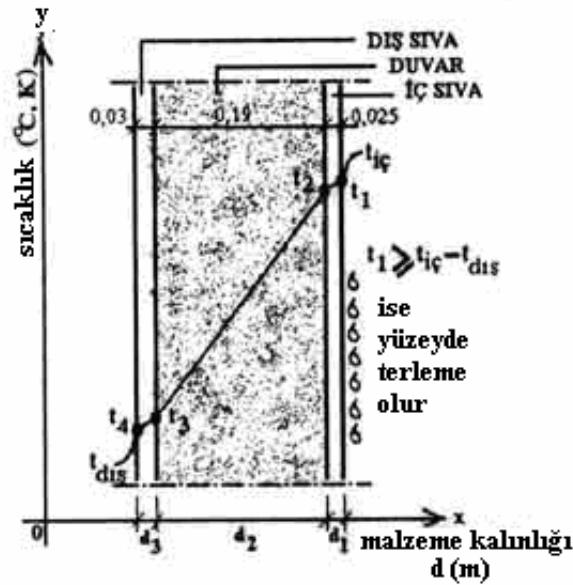


Şekil 2.6. Yapı bileşenlerinin tasarım ve yerleşimi

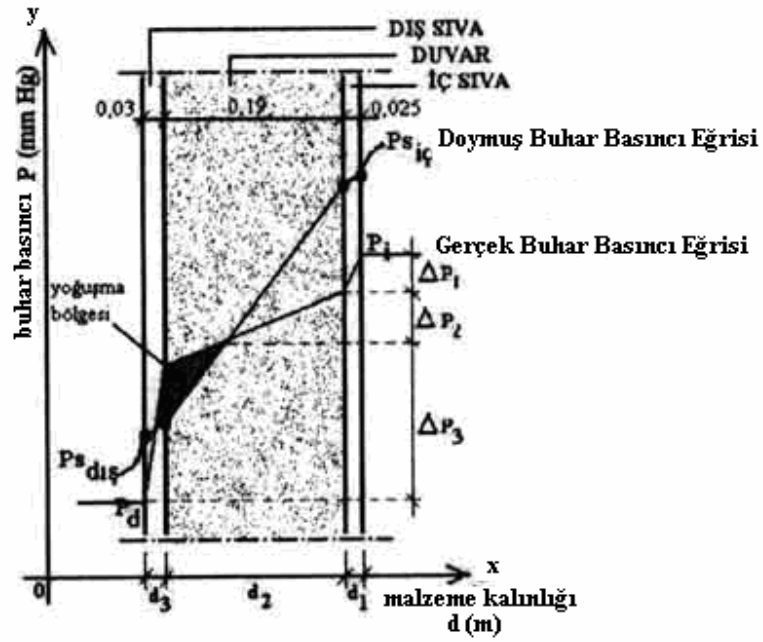
Genellikle yalıtılması gereken yapı elemanları;

- 1) Dış duvar
- 2) Arkadan havalandırılan giydirme cepheci dış duvarlar, ısı yalıtımı yapılmayan tavan arasını ayıran alçak duvarlar
- 3) Daireler arasındaki ayırıcı duvarlar, merdiven duvarı, farklı kullanma amaçlı çalışma odalarını ayıran, sürekli olarak ısıtılmayan mekânlara bitişik bölme duvarı, ısı yalıtımlı tavan arasına bitişik alçak duvar
- 4) Tabana bitişik duvar
- 5) Bir yaşama mekânının dış hava ile sınırını oluşturan yatay veya eğimli, yukarıda yer alan (havalandırılmayan çatı) tavan veya çatı
- 6) Kullanılan bir tavan arası veya havalandırılan bir mekan altındaki tavan (havalandırılan çatı kabuğu)
- 7) Daireler arası ayırıcı taban veya farklı kullanım amaçlı çalışma odalarını ayıran taban
- 8) Bodrum tavanı
- 9) Bir yaşama mekânının dış hava ile ısısını oluşturan çıkma tabanları
- 10) Altında bodrum olmayan bir yaşama mekânının zemine oturan tabanı şeklinde sınıflandırılabilir [17].

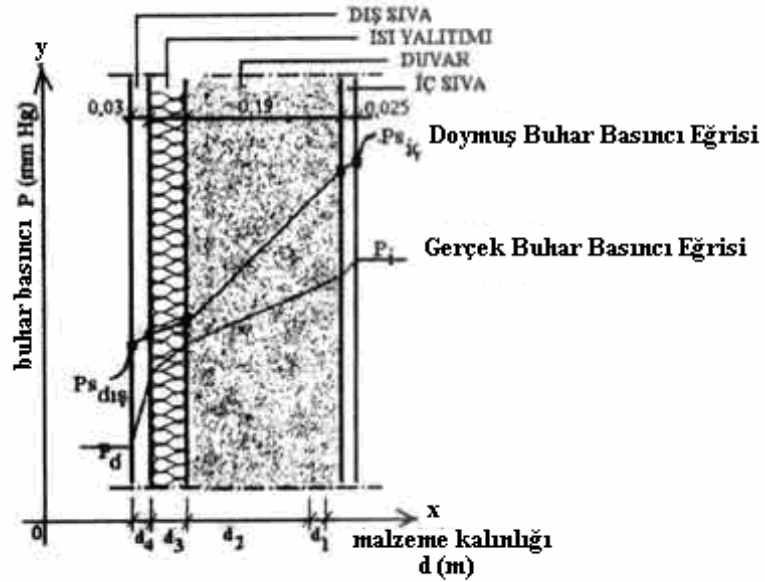
Çeşitli tabakalardan yapılmış yapı bileşenlerinde (duvarlar ve döşemeler) tabakaların hatalı tertiplenmesi, bileşenin ısı yalıtımı yeteneğini azaltır ve yoğuşma olayının meydana gelmesine yol açabilir. Isı yalıtımı kullanılmamış ince kesitli duvarlarda iç duvar yüzü sıcaklığı (t_1), iç ortam sıcaklığı ve dış ortam sıcaklığı farkından büyük veya eşit ise iç duvar yüzeyinde terleme meydana gelir (Şekil 2.6). İç duvar yüzeyinde terlemenin oluşmaması için kullanılacak ısı yalıtımının yeri, malzeme özellikleri ve kalınlığı önemlidir. Yapı bileşenleri bünyesinde meydana gelecek yoğuşma olayı, bileşenin ısı geçirgenlik direncini azaltacağı gibi yapısal hasarlara da yol açabilir. Yapı duvar ve döşemelerinde yoğuşmaları önlemek için mekan içinde iyi bir havalandırma sağlamak gerekir. Isı yalıtımsız duvarlarda doymuş buhar basıncı ve gerçek buhar basıncı grafikleri çizilerek yoğuşma bölgeleri hesaplanabilir (Şekil 2.7). Buna uygun ısı yalıtım malzemesi seçilerek önlemler alınabilir (Şekil 2.8). Duvar ve döşemelerin sıcak tarafındaki buhar geçirim direnci, soğuk tarafındakilerden daha yüksek olan malzemelere yer vermek gereklidir.



Şekil 2.7 Isı yalıtımsız duvarlarda sıcaklık grafiği



Şekil 2.8 Isı yalıtımsız duvarlarda yoğuşma



Şekil 2.9 Isı yalıtımlı duvar detayı

Üzeri sıvalı duvar ve döşeme yüzeylerinde hava akımı dolayısıyla ısı kaybı olmayacağı genellikle kabul edilmekle beraber, kapı ve pencerelerin aralıklarından büyük ısı kayıpları meydana gelmektedir. Bu açıdan bütün derzlerin hava geçirgenliği en iyi şekilde önlenmelidir.

Teras çatılarda (sıcak çatılar) ise özellikle su ve ısı çözümlerinin beraberce dikkate alınması gerekir. Isı genişleme katsayıları farklı olan malzemeler yan yana getirilmemeli, döşeme ile kaplama malzemelerinin farklı ısıl genişlemelere uğrayacağı düşünülerek derzli çözümlere gidilmelidir.

İlke olarak, malzeme seçiminde boşluklu veya aralarında hava boşluğu bulunduracak malzemeleri yan yana getirmek ve ısı yalıtım malzemesini genelde soğuk yüzeye yakın olarak yerleştirmek gerekir. Yalıtım malzemesinin ortak olması halinde ise yoğunlaşma kontrollerinin yapılarak kalınlığın saptanması gerekir. Ayrıca, ısı yalıtım malzemesi, yalıtım değerini kaybetmemesi için özellikle sudan korunmalıdır [16].

Yapılarda kullanılan ısı yalıtım malzemeleri ve yapı malzemelerinin ısıl işlemler karşısındaki davranışları araştırılmalı bu konuda hafif betonlar geliştirilerek özelliklerinden yararlanılmalıdır [17].

BÖLÜM 3. CEPHE YALITIM VE MANTOLAMA SİSTEMLERİ

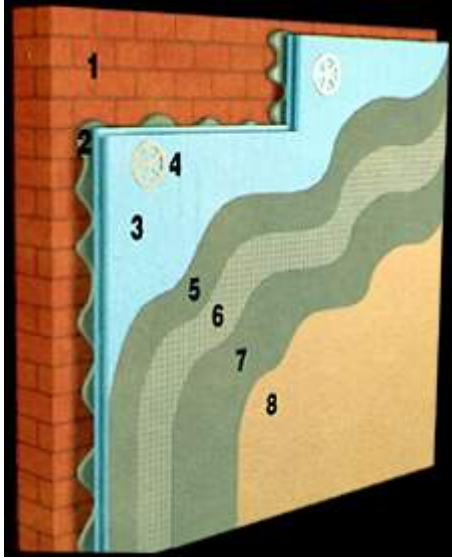
Mantolama sistemlerinde, yapılacak teknik ısı izolasyon uygulamasını, hiçbir teknik kelime kullanmadan nihai kullanıcıya betimleyip anlatmamızı mümkün kılmaktadır. Bir insan vücudunda el, kol, ayak, gövde, baş vs... nasıl bir bütünü oluşturarak üşümek, ısınmak, terlemek gibi rahatsızlıkları bir bütüne yansıtıyorsa ve sorun bir bütünün sorunu şeklinde değerlendiriliyorsa, binaları da bir insan gibi bütün olarak değerlendirmemiz gerekmektedir.

Mantolama, soğuk ortama karşı bir insanın iyi bir manto (palto) giyerek bütüne yakın korunmasına benzer şekilde binaların da hem duvar elemanlarının oluşturdukları yüzeylerin, hem de kolon, kiriş, lento, perde duvar gibi betonarme yüzeylerin yalıtılarak ısı köprülerinin ortadan kaldırıldığı ve yalıtımdan en etkin neticenin alındığı bir uygulamadır.

Diğer alternatifler olan iç kısım yalıtımı veya sandviç duvar yalıtımı uygulamalarında ısı köprülerini tamamen ortadan kaldırılması ve yoğuşma riskini sıfırlanması mümkün değildir.

Mantolama uygulaması, aynı zamanda binalarımızı atmosferik şartlara karşı koruyarak, farklı iklim koşullarında, gece ve gündüz ısı farklarında oluşabilecek genleşme ve büzülme gibi yapı bileşenlerinde meydana gelen fiziksel değişimleri önlemektedir. Kolon, kiriş, perde gibi taşıyıcı sistem elemanlarında oluşması muhtemel yoğuşmayı engellemesi ile bu birimlerdeki olası korozyonu da azaltmakta, duvar iç gerilmeleri, çatlaklar ve yapı hasarlarını önlemesiyle daha güvenli ve uzun ömürlü binalara kavuşulmaktadır. Mühendislik açısından mükemmel bir ısı izolasyon imkanı veren, aynı zamanda bina konforu ve ömrü için artı katma değerler yaratan bu uygulama alternatifini olmayan en doğru çözümdür.

Her türlü yapılarda ilave bir önlem almadan rahatlıkla kullanılabilir. Bina dış kabuğu sıcak tarafta kalacağından bakım ve onarım masraflar azalır ve binanın ömrü uzar. Eski binaların yüzeylerinde kullanılarak binaya yeni bir görünüm kazandırır. Binayı dışarıdan tamamen sardığı için ısı kaçaklarını önler, rutubetsiz, homojen ısı dağılımına sahip konforlu yaşam koşulları sağlar.



- 1) Duvar dış yüzeyi
- 2) Yapıştırma harcı
- 3) Isı yalıtım levhası(XPS, EPS, Taş Yünü)
- 4) Dübel
- 5) Sıva (min. 2 mm.)
- 6) Sıva donatısı file
- 7) Sıva (min. 2 mm.)
- 8) Dış cephe boyası

Şekil 3.1 Mantolama uygulaması

Mantolama, yapılarda en çok ısı kaybedilen yerler olan cephelerin extruded polistren, expanded polistren, taşyünü, ahşapyünü veya cork giydirilerek ve üzerine file uygulaması ile sıvanarak boyanması işlemlerinin tümüne denir.

- Yazın aşırı sıcaktan, kışın soğuktan korunmayı sağlar.
- Bina dış kabuğunu ısıl gerilimlerden koruduğu için binanın ömrü uzar, bakım, onarım ve ısınma masraflarını azaltılır.
- Yoğuşmayı ve nemlenmeyi önlediğinden, iç duvarlarda küflenme ve kabarmalar ortadan kalkar.
- Fileli sıva uygulaması ile cephe yüzeylerinde çatlama ve kabarma riski ortadan kalkar.
- EPS ve XPS ile kat silmesi ve söve uygulamaları cepheye estetik zenginlik katar.

3.1. Isı Yalıtım Malzemelerinin Genel Özellikleri

3.1.1 Yapılarda kullanılan yalıtım ve bağlantı malzemeleri

Yapı fiziği bağlamında yalıtım, arzu edilmeyen fiziksel etkilerin ya da olayların bir taraftan diğer tarafa geçmesini engelleyen işlem ve sistemlerdir. 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 gerçekleştirilmesi için özel yalıtkan malzemelere ihtiyaç vardır. Bu özel malzemeler arasında su yalıtımında bitüm emdirilmiş veya plastik kökenli malzemeler olabileceği gibi, ısı yalıtımını sağlamak için gözenekli hafif malzemeler, ortam sesi yalıtımı için de birim-hacim ağırlığı yüksek malzemeler olmalıdır. Bazı hallerde ise, malzeme çok iyi bir yalıtkan olmakla birlikte (örneğin hava), hareket halinde olduğu takdirde taşıma yoluyla ısı enerjisinin kolayca iletileceğinden, taşınım engel olmak üzere, yani sistem düzeneyinde alınacak önlemlerle (örneğin, ısıcam) yeterli düzeyde yalıtım sağlanabilir.

3.1.2. Isı tutucu malzemeler

Isı tutucu malzemelerin yapıda kullanılmaya başlanması 1950'li yıllardan sonra, birkaç nedene bağlı olarak gündeme gelmiştir. Bu nedenlerin belki de en önemlisi, yaşadığımız dünyada yeniden elde edilemeyen ve bilinen enerji kaynaklarının giderek azalması ve hatta 21. yüzyılın ortalarına doğru tükeneceğinin ortaya çıkmasıdır. Diğer bir neden ise, şehirleşmenin artmasına bağlı olarak arsaların azalması, arsa maliyetlerinin artması ve binalarda faydalı alanların büyütülme gereğidir.

Böylece yapı duvarlarının teknolojik ve yapısal gelişmeler sonucunda incilmesiyle, eski yapıların kalın duvarlarının kendi bünyesiyle karşıladığı fiziksel sorunlar, ısı yalıtımı gündeme gelmiştir. Bu nedenlerle ülkemizde de binalarda ısı yalıtımını zorunlu hale getirmiştir. Yapıda kullanılan her malzeme, belli bir düzeyde ısı yalıtımı yapsa da, özellikle ısı yalıtımı amacıyla kullanılacak olan malzemelerde,

kalınlığın azaltılabilmesi için ısı iletkenlik katsayısının belli bir değerden daha aşağı olması zorunludur. Yapı fiziği açısından, ısı iletkenlik katsayısının $0.1 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ 'den küçük olması yaygın kabul olarak görmüş bir ilkedir.

Yapılarda malzemelerin maruz kaldıkları sıcaklıkların alt ve üst sınırları yaygın bir alanda -20°C ile $+60^\circ\text{C}$ arasındadır. Soğuk bölgelerde alt sınır -50°C ye kadar, sıcak bölgelerde üst sınır $50-60^\circ\text{C}$ 'ye kadar çıkabilir.

3.1.3. Isı tutucu malzemelerde aranan özellikler

Isı tutucu malzemeler, genellikle heterojen yapılı malzemelerin bir karışımı olarak ele alınabilir ve genellikle havayla dolu hücreleri saran katı bir çeperden oluşan bir iskelet şeklindedir. Bu bünye yapısının doğal bir sonucu olarak ısı tutucu malzemeler hafiftir.

Isı tutucu malzemeler, gerek üretim sürecinin gerekse bu malzemeyi oluşturan ana maddelerin kimyasal bileşiminin ve yapısının bir sonucu olarak, kapalı ya da açık boşluklu hava/gaz içeren maddelerdir. Bu özellik, buhar akımı yönünden malzemenin kullanımını etkileyen çok önemli yapısal bir özelliktir. Bilindiği gibi, kapalı gözenekli yalıtkanlar bünyeleri bir süreklilik gösterdiği için hiçbir tür gaz ve buharı geçirmez. Buna karşılık açık gözenekliler, bir süreklilik söz konusu olmadığından her türlü gaz ve buharın geçişine açıktır.

Isı tutucu yalıtkan malzemelerde, katı elemanlar arasındaki hava hücrelerinin çokluğu, yalıtkanlık değerini artırsa dahi diğer özelliklerini farklı yönlerde etkileyebilir. Örneğin gözeneklerin çok artması ile ısı tutuculuk değerini artırmakta, ancak basınç dayanımını azaltmaktadır. Bu nedenle, ısı yalıtkanlarından beklenen en önemli özellik, ısı iletkenlik değerinin küçük olmasının yanı sıra, yapıda kullanmak için gerekli ve aşağıda açıklanacak olan niteliklere de sahip olmasıdır. Bu özellikler, kullanım yerinin koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterir. Ancak ısı tutucu bir malzemenin seçiminde ve malzemede aranacak özelliklerin belirlenmesinde, kullanma yerindeki geçerli koşulların ana rolü oynadığı söylenebilir. Zaman zaman bu istekler birbiriyle çelişse de optimum bir çözüm her zaman bulunabilir.

Isı tutucu malzemede aranan genel özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Yeterli basınç dayanımı
- Yeterli çekme dayanımı
- Buhar difüzyon direnci
- Düşük birim ağırlık
- Yüksek ısı tutuculuk
- Boyutsal kararlılık
- İşlenebilirlik
- Kimyasal etmenlere dayanıklılık
- Yanmazlık ve alev geçirmezlik
- Parazitleri barındırmama ve parazitlere dayanıklılık
- Su ve nemden etkilenmezlik
- Sıva tutuculuk
- Çürümezlik
- Kokusuzluk
- Ucuzluk

3.1.4. Isı tutucu malzemeler ve türleri

Isı tutucu malzemeler çok değişik türlerden oluşmaktadır. Bunların sınıflandırılmaları değişik şekillerde yapılmakla birlikte, bu konuyla uğraşanlardan genel kabul görmüş bir sınıflandırma kuralı vardır. Ancak, bu sınıflandırmalarda alt açılımlara geçildiğinde bazı karmaşıklıklar ortaya çıkmaktadır. Araştırmaların gelişmesi ve gereksinimlerin de artmasıyla ortaya çıkan kompozit ısı tutucu malzemelerin sınıflandırmalara pek sokulmadığı ya da ayrı bir sınıf olarak ele alındığı görülmektedir. Bu bakımdan, aşağıda verilen sınıflandırmada, yukarıda sözü edilen sınıflandırmaya uyulmakla birlikte, yeni bazı alt grupların oluşturulması yoluna gidilmiştir. Isı tutucu malzemeler doğada varoluşlarına ve kökenlerine (ana maddelerine) göre ve bünye yapılarına (nature) göre sınıflandırılabilir.

Doğada varoluşuna ve kökenine göre ısı tutucu malzemeler:

a) Doğada varolan malzemelerden üretilen ısı tutucu malzemeler

- Bitkisel ve hayvansal kökenli ısı tutucu malzemeler
- Mineral kökenli ısı tutucu malzemeler

b) Doğada varolmayan ve sentetik olarak üretilen ısı tutucu malzemeler

- Bünye yapısına göre ısı tutucu malzemeler
- Lifsel yapıda olan ısı tutucu malzemeler
- Daneli yapıda olan ısı tutucu malzemeler
- Köpük ya da sünger yapıda olan ısı tutucu malzemeler
- Kompozit yapıda olan ısı tutucu malzemeler

3.1.5. Isı tutucu malzemelerin uygulanması

Isı tutucu malzemelerin genelde her türlü özelliği ve davranışı iyi bilinmekle birlikte, bu malzemelerin çeşitli yapı elemanlarıyla birlikte kullanılmasına ilişkin uygulama şekilleri üzerinde yeterince durulmamaktadır. Bu nedenle, ısı tutucu malzemelerin bu yönleri incelenmiş ve ısı tutucuların malzeme ve sistem olarak uygulamaları şu şekilde gruplandırılmıştır:

- Levha malzemelerin uygulanması
- Şiltelerin uygulanması
- Yerinde köpük oluşturanların uygulanması
- Harca katılarak kullanılanların uygulanması
- Dolgu (dökme) olarak kullanılanların uygulanması
- Blok halinde örülerek kullanılanların uygulanması
- Gazların ısı taşınımına engel olacak şekilde hapsedilmesiyle oluşturulan ısı tutucuların uygulanması

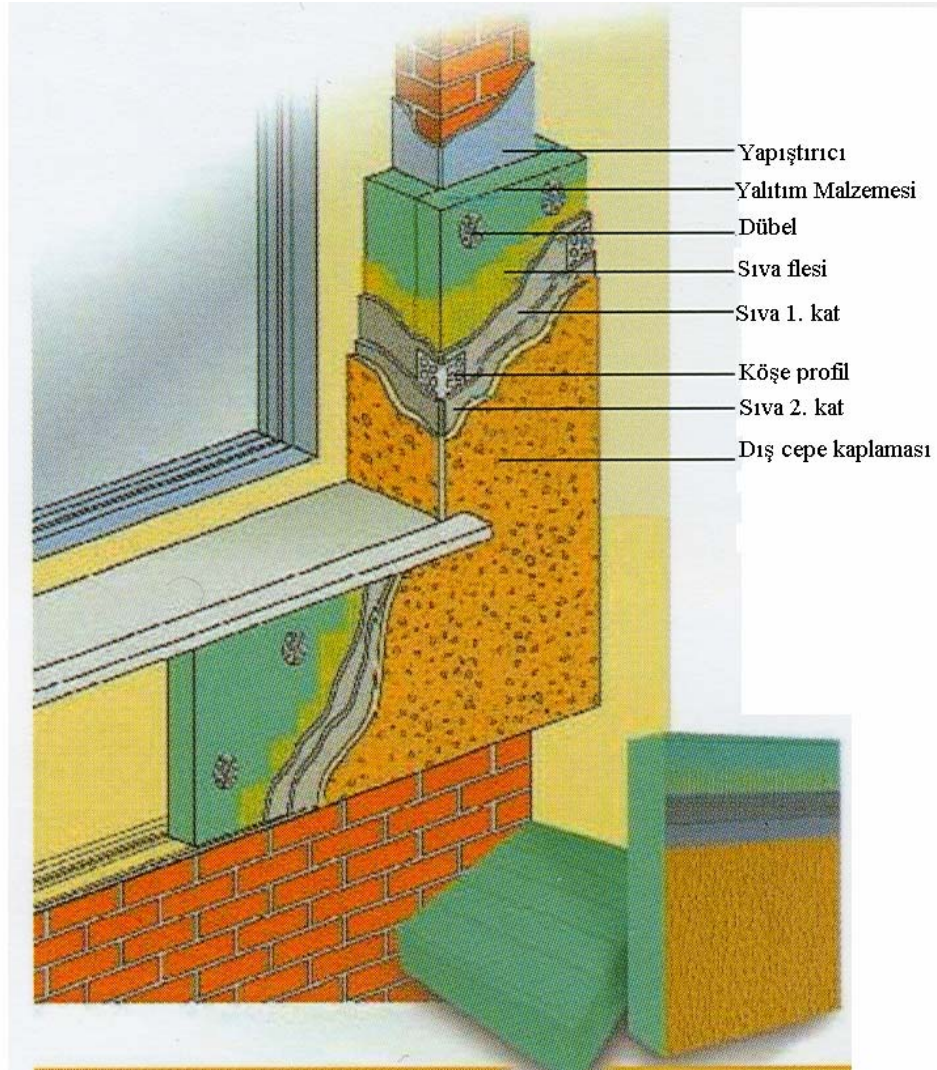
3.2. Duvarlarda Dışarıdan Isı Yalıtım-Mantolama

Günümüzde binaların enerji kullanımının istenilen düzeyde tutularak, kullanıcıların enerji için yaptıkları harcamaların düşürülmesi, ülke ekonomisine katkı ve çevre kirliliğinin azaltılması açılarından önem taşımaktadır.

Binaların enerji etkinliğinin sağlanması ise enerji kazançlarının, enerji kayıplarının ve enerji kullanımının denetlenmesi yöntemleriyle gerçekleştirilmektedir. Binalarda tüketilen enerjinin yaklaşık %85'inin ağırlıklı olarak, ısınma için harcadığı söylenebilir. Tüketilen elektrik enerjisinin bir bölümü de ısı ve serinlik veren aygıtlar için harcanmaktadır.

Harcanan bunca enerjiye ve denetime karşılık, halen binalarımızda ısıtma veya soğutma tam olarak gerçekleştirilememektedir. Kullanılan enerji kaynaklarının büyük bir kısmının yurt dışından alındığı düşünüldüğünde, sarf edilen milyarlarca doların karşılığını alamamak tüyler ürpertici bir ekonomik savurganlığı ortaya koymaktadır.

Ayrıca ısınmada kullanılan bir takım enerji maddelerinin hava ve çevrede yarattığı kirlilik de sağlığımız ve yaşam ortamlarımızın bozulmasına neden olmaktadır. Binanın dış kabuğunda olan ısı kayıplarının azaltılması ve dolayısıyla binadaki ısı tesisatının ve ısı verimliliğinin yükseltilmesi ile ülkemizde enerji dengesine önemli katkı sağlanabileceği açıktır.



Şekil 3.2 Dış duvarlarda mantolama uygulaması

Binalarda enerji etkinliğinin sağlanmasında alınacak önlemlerden en önemlisi, bina dış kabuğunun ısı geçirme katsayısının istenilen düzeye getirilmesidir. Bina dış kabuğunun önemli bir parçası olan dış duvar bileşeninde bu amaca yönelik olarak dışarıdan ısı yalıtım sistemlerinin uygulanmasıdır. Daha açık bir deyişle binayı bir manto içine alıp dış ısyı içeriye sokmadan içerideki ısyı muhafaza etmektir.

Mantolama sistemi binalarda dışarıdan uygulanabileceği gibi içeriden de uygulanabilir. Ancak içeriden yapılan uygulamalarda kolon, giriş ve tavan betonlarının birleşim yerleri tam olarak kapatılmadığından söz konusu kısımlarda oluşacak olan ısı köprüleri sebebi ile yalıtım verimi düşecektir. İçeriden yapılacak

mantolama sisteminin daha çok kesikli ısıtma sisteminin uygulandığı işyerleri, okullar vb. yerlerde uygulanması önerilmektedir.

Dışarıdan yapılacak mantolama sistemi ise eski, yeni tüm binalarda her türlü yapı elemanı ve malzemeleri üzerine uygulanabilir. Eğer bina cephelerinde ısı izolasyonu eksik yada hiç yapılmamış ise ısı akımı sıcaktan soğuğa doğru olduğundan bina içerisindeki ısı kışın duvarlardan dışarıya intikal edecek ve bina içerisini ısıtmak için sürekli fazla enerji kullanılacaktır.

Mantolama sisteminin ısıtma sisteminde sağladığı enerji tasarrufu % 45-50 seviyesindedir. Bu sayede hem enerji tasarrufu sağlanmış olacak hem de kış boyunca ısınma tam olacaktır. Yaz boyunca da iç mekân dış ısıdan korunacağı için, pencere, kapı, çatı ve zeminin ısı yalıtımlarının da yapılmış olması gerekir. Bunlardan birinin eksikliğinde yalıtım tam olarak sağlanamaz.

3.2.1. Mantolamanın avantajları

- Isı kaybını önemli ölçüde azaltarak %50'ye varan enerji tasarrufu sağlar.
- Bina cephesinde hem ısı, hem de su yalıtımı sağlar.
- Dıştan uygulanan bir yalıtım yöntemi olduğu için; ısı köprüleri oluşmasını engeller, binanın dış kabuğunu yıpranmalardan korur. Betonarme elemanların korozyona maruz kalmasını önler.
- Kışın soğuktan, yazın aşırı sıcaktan korur.
- Bina iç kısımlarındaki yoğuşmayı ve rutubeti önleyerek iç yüzey boyasını korur, konforlu bir iç ortam sağlar.
- Isıtma ve soğutmanın daha az enerji harcayan, daha ekonomik cihazlarla yapılmasını sağlar.
- Bünyesine su almaz, buhar geçirgenliği yüksektir.
- Binanıza yeni bir görünüm kazandırır.
- Kullanım ömrü bina ömrüyle eşittir.
- Hızlı uygulanır ve çevreye zarar vermez.

3.2.2. Mantolama elemanları nasıl olmalı ve nasıl uygulanmalı

Mantolama sisteminde kullanılacak elemanlar ve malzemeler dikkatle seçilmelidir. Kullanılacak tüm malzemeler birbiri ile uyum sağlayabilmeli, yapıda istenilen yalıtımı ısı köprüsü oluşturmadan gerçekleştirmelidir. Yapıya sağlamlık ve dış etkilerden koruyucu bir zırh oluşturmalı, ayrıca binanın nefes almasına engel olmamalıdır. Kullanılan malzemeler uzun ömürlü olmalı, yıllar geçtikçe performans kaybetmemelidir. Özellikle ısı yalıtım panosunun eskimesi gerekmektedir.

Mantolama sisteminde yapıştırma, sıvama, ve kaplamada kullanılan malzemelerin çimento esaslı malzemelerden seçilmesi daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Çimento esaslı malzemelerin nefes alma özellikleri ve mukavemetleri daha üstündür. Çimento esaslı malzemeler daha uzun ömürlü, suya, neme, güneş ışınlarına ve alkaliye dayanıklıdır. Uygulandıkları yüzeyler genelde çimento esaslı yüzeyler olduğundan uygulama yüzeyi ile uyumları daha üst seviyededir.

İlgili taslak standartlarda yoğunluk sorgulanan bir parametre olmadığı gibi, dıştan ısı yalıtım uygulamalarında en az 4 cm kadar ısı yalıtım kalınlığı istenmektedir. İstanbul'da TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kurallarına uygun olarak projelendirilen duvarların dıştan yalıtımında yaklaşık 6 cm kadar yalıtım kalınlığı gerekirken, çoğu mevcut bina uygulamalarında hiçbir ısı kaybı ve yoğuşma hesabı yapılmadan, 2-3 cm yalıtım kalınlıklarının uygulanması düşündürücüdür. Yapılan uygulamanın etkisi açısından yalıtım kalınlıklarının TS 825'e uygun belirlenmesi ve uygulamanın konusunda uzman kişilerce yapılmasına dikkat edilmesi son derece önemlidir.

3.2.3. Mantolamada kullanılan yalıtım malzemeleri ve karşılaştırılması

Kısaca, ısı yalıtım malzemelerinin yapı kabuğuna dıştan uygulanması olarak tariflenebilen mantolama sistemi ülkemizde yaygın olarak üç farklı yalıtım malzemesi kullanılarak yapılmaktadır. Taşyünü, EPS ve XPS kullanılarak gerçekleştirilen uygulamalar, yalıtım malzemesinin teknik özelliklerine göre değişen sistem performansları sergilemektedirler.

Duvarlarda ısı yalıtımı; dıştan veya içten uygulanır. Dış cephe ısı yalıtım sistemleri yoğuşma ve ısı köprülerinin oluşmasını önleyen bir çözümdür. İçten ısı yalıtımı uygulamaları ise dış cepheden ısı yalıtımının mümkün olmadığı ve kısa süreli kullanılan yapılarda tercih edilir.

Dış cephe ısı yalıtım sistemleri, yeni veya mevcut duvarların dış yüzeylerine ve çıkma tabanlarına ısı yalıtım etkisini arttırmak için uygulanmaktadır. Dış cephe ısı yalıtım sistemleri ayrıca, binanın dış görünüşünü iyileştirirken, binanın dış iklim koşullarına karşı da korunmasını sağlamaktadır. Uygulandıkları duvar veya çıkma tabanlarının stabilitesini arttırmazlar. Dıştan cephe ısı yalıtım sistemleri (ETICS), uygulanacakları yüzeye tespit edilmeleri için su basman profili, köşe profili gibi çeşitli özel elemanlar içermektedir

3.2.4. Kullanılan malzemeler

3.2.4.1. EPS Isı yalıtım levhaları

TS 7316 EN 13163 standardına göre TSE belgeli ve TS 825'e uygun kalınlıkta, minimum yoğunluğu 15 kg/m^3 , kapalı ortamda boyutsal kararlılığı oluşuncaya kadar blok halinde dinlendirilmiş, yangına karşı dayanımı B1 olan genişletilmiş (ekspande) polistren köpük levhalardır.



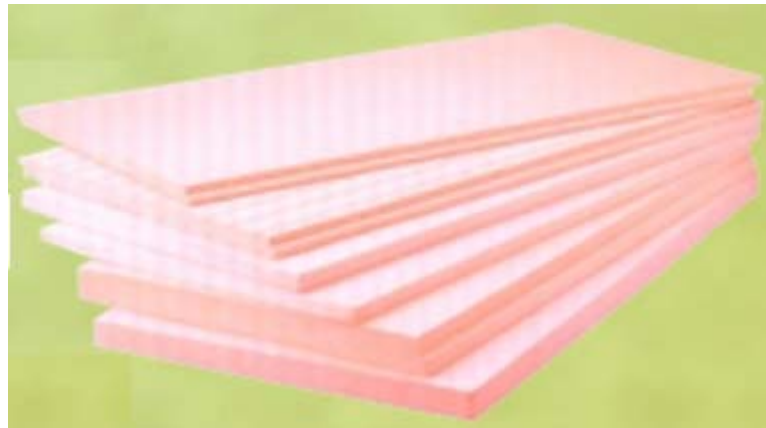
Şekil 3.3 EPS yalıtım levhası

Tablo 3.1 EPS'nin karakteristik özellikleri

Karakteristik Özellikler	Değer	Sınıf/Seviye Sınır Değer
Beyan Edilen Isıl Direnç	$R_D \geq m^2 K/W$	Sınır Değer
Yüzeye Dik Çekme Mukavemeti - Yapıştırıcı veya dübeller ile tespit edilen EPS levhalar - Raylar ile tespit edilen EPS levhalar	$\geq 100kPa$ $\geq 150kPa$	TR100 TR150
Boyutsal Kararlılık	$\pm 0,2 \%$	DS (N) 2
Gönyeden Sapma Toleransı	$\pm 2 \text{ mm/m}$	S2
Düzlük Toleransı	$\pm 5 \text{ mm}$	P4
Uzunluk Toleransı	$\pm 2 \text{ mm}$	L2
Genişlik Toleransı	$\pm 2 \text{ mm}$	W2
Kalınlık Toleransı	$\pm 1 \text{ mm}$	T2
Uzun Süreli Kısmi Daldırma İle Su Emme	$\leq 0,5 \text{ kg/m}^2$	Sınır Değer

3.2.4.2. XPS Isı Yalıtım Levhaları

TS 11989 EN 13164 standardına göre TSE belgeli ve TS 825'e uygun kalınlıkta, yanmazlık sınıfı B1 olan, pürüzlü veya pürüzlü ve kanallı yüzeye sahip Ekstrüde Polistren Köpük levhalardır.



Şekil 3.4 XPS yalıtım levhası

Tablo 3.2 XPS'nin karakteristik özellikleri

Karakteristik Özellikler	Sağlanması Gereken Şartlar	TS 11989 EN 13164'deki sınıfı
Yüzeye dik çekme dayanımı -Yapıştırıcı ve mekanik sistemle tespit edilmiş	≥ 200 kPa	TR 200
EN 1604-Boyut kararlılığı (23±2) °ve %(90±5) 48 saat beklemeden sonra	$\leq \%2$	
Düzlük Toleransı	± 5 mm	
Uzunluk Toleransı	± 2 mm	
Genişlik Toleransı	± 2 mm	
Uzunluk ve Genişliğin Gönyeden Sapma Toleransı	± 5 mm/m	S _b
Kalınlık Toleransı	± 1 mm	
Tam Daldırmayla Uzun Süreli Su Emme (Hacimce)	$\leq 1,5$	WL(T)1,5

3.2.4.3. Taşyünü Isı Yalıtım Levhaları

TS 825'e uygun kalınlıkta ve TS 901 EN 13162 standardına göre TSE belgeli, yoğunluğu 150 kg/m^3 ve üzerinde olan, üretici tarafından sıva altı uygulamaları için özel olarak üretilen taşyünü levhalar veya minimum 90 kg/m^3 yoğunluklu ve üretici tarafından özel üretilen lamel taşyünüdür.



Şekil 3.5 Taşyünü yalıtım levhası

Tablo 3.3 Taşyünü'nün karakteristik özellikleri

Karakteristik Özellikleri	Değer	Sınıf/Seviye Sınır Değer
Beyan Edilen Isıl Direnç	$R_D \geq m^2 K/W$	Sınır Değer
Yüze Dik Çekme Mukavemeti		
Sadece Yapıştırıcı İle Tespit	$\geq 80kPa$	TR80
Raylar İle Tespit	$\geq 15kPa$	TR15
Dübellerle tespit	$\geq 7,5kPa$	TR7,5
Taşıyıcı Üzerine Dübellerle Tespit	$> 5kPa$	TR5
Boyutsal Kararlılık	$\leq 1 \%$	Sınır Değer
Gönyeden Sapma Toleransı	$\leq 5 \text{ mm/m}$	Sınır Değer
Düzlük Toleransı	$< 6 \text{ mm}$	Sınır Değer
Uzunluk Toleransı	$\pm 2 \%$	Sınır Değer
Genişlik Toleransı	$\pm 1,5\%$	Sınır Değer
Kalınlık Toleransı	$+3/-1\text{mm}$	T 5
Uzun Süreli Kısmi Daldırma İle Su Emme	$< 3 \text{ kg/m}^2$	Sınır Değer
Basma Dayanımı	$\geq 10kPa$	CS (10/Y)10

3.2.5. Kullanılan malzemelerin karşılaştırılması

Söz konusu üç malzeme de ısı yalıtım malzemesi olmasına rağmen sahip oldukları yoğunluk, ısı iletim katsayısı, yanıcılık sınıfı, boyut stabilitesi, buhar difüzyonu, ses yalıtım değerleri gibi temel teknik özellikleri ile farklılık göstermektedirler. Şimdi bu farklılıkları sırasıyla inceleyelim.

a) Yoğunluk: Mantolamada kullanılan EPS malzemelerinin yoğunluğunun minimum 15 kg/m^3 olması gerekmektedir. Zaten, TS 825 standardına göre de mantolama uygulamasında kullanılsa bile, yapılarda ısı yalıtımı amaçlı kullanılan tüm EPS malzemelerinin en az bu yoğunluğa sahip olmaları ya da daha yoğun olmaları zorunludur.

Yüzeyi sıva tutucu hale getirmek amacı ile sıva altı uygulamalarında kullanılan XPS malzemeler pürüzlü veya pürüzlü-kanallı yüzey şekillerinde imal edilmektedir. Yine TS 825 standardına göre pürüzlü veya pürüzlü-kanallı XPS ürünlerinin yoğunluğu 20 kg/m^3 ve üzeri olacak şekilde belirlenmiştir.

Taşıyünü ürünlerde ise standardın öngördüğü herhangi bir yoğunluk kriteri bulunmamakla birlikte, uygulamanın sağlıklı olabilmesi için taşıyünü mantolama levhalarının en az 150 kg/m^3 , tercihen 170 kg/m^3 yoğunlukta olması uygundur. Taşıyününde yoğunluk azalması malzemenin ısı iletim katsayısında herhangi bir değişiklik oluşturmamakla birlikte uygulama için gerekli yüzeysel mukavemeti azaltacağı için istenmemektedir.

b) Isı İletim Katsayısı: Isı yalıtım malzemesi olarak kullanılan ve üç malzeme için yoğunluk ve ısı iletim katsayıları tablo 3.4. görülmektedir.

Tablo 3.4 Yalıtım malzemelerin yoğunluk ve ısı iletim katsayıları

Malzeme	Yoğunluk	Isı iletim katsayısı
Taşıyünü	150-170	0,040
XPS (pürüzlü)	> 20	0,031
EPS	≥ 15	0,040

Bu değerler TS 825 standardının öngördüğü hesap değerleri olup, ürünlerin gerçek değerleri (bu değerlerden daha düşük olması kaydı ile) dikkate alınmadan bu değerler kullanılmalıdır. Isı yalıtım değerinin gerçek göstergesi yalıtım malzemesinin kalınlığının, malzemenin ısı iletim katsayısına bölünmesiyle bulunan ısı geçirgenlik direncidir.

c) Yanıcılık Sınıfı: EPS ve XPS, petrol türevi polistren hammaddesi kullanılarak imal edilen yalıtım malzemeleri olup maksimum kullanım sıcaklıkları 75°C 'dir. Bu dezavantajları nedeni ile, yurtdışında yangın riskinin yüksek olduğu bitişik nizam veya çok katlı binalarda bu ürünler belirli sınırlar dahilinde kullanılmaktadır.

Ülkemizde de 2002 yılı sonunda Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Yangında Korunma Yönetmeliği gereğince söz konusu malzemelerin kullanım alanları sınırlandırılmıştır. Bu malzemeler DIN 4102 standardına göre yanıcı malzemeler olup B1 sınıfı malzemelerdir. İmalatları sırasında kullanılan yanma geciktirici maddeler, bu malzemelerin yanıcılık sınıflarını bir miktar iyileştirmekle birlikte yanmaz malzemeler haline getirememektedir. Taşyünü ise DIN 4102 standardına göre A sınıfı yanmaz malzeme olup 750 °C maksimum kullanım sıcaklığı ile yangına karşı üstün bir performans göstermektedir. Mantolamada EPS ve XPS kullanılsa bile, alev yalması ile yangının diğer hacimlere sıçramasını engellemek ve yangının yayılma hızını azaltmak için, pencere ve kapı kasalarının etrafının taşyünü ile yalıtılması gerekmektedir.

d) Boyutsal Kararlılık: Sıva ve şap altı uygulamalarında kullanılan yalıtım malzemelerinin boyutsal kararlılığı büyük önem taşımaktadır. Özellikle, üretim teknolojisinden kaynaklanan sebeplerden dolayı, EPS yalıtım plakalarının boyutsal kararlılığa ulaşması yaklaşık 6-7 haftalık bir dinlendirme süresinin sonunda oluşmaktadır. Malzeme, bu sürenin bir kısmını blok, bir kısmını da levha formunda iken tamamlamalıdır.

Gerek EPS, gerekse XPS ısı yalıtım levhaları gözenekli hücre yapısına sahip olmaları nedeni ile ısı değişimleri karşısında boyutsal değişim göstermektedir. Her iki ürünün de lineer uzama katsayıları ve sıcaklık farklarındaki boyutsal değişimleri taşyünü mantolama levhalarına oranla çok daha yüksektir.

e) Buhar Difüzyonu: TS 825 standardında EPS ve XPS yalıtım malzemelerinin buhar difüzyon dirençleri $\mu=80-250$, taşyününün buhar difüzyon direnci ise $\mu=1$ olarak verilmektedir. Yapı fiziğinin büyük önem kazandığı günümüzde, bu çalışmaların önemli bir bölümünü yapı kesitlerinin nefes alabilir şekilde dizaynı oluşturmaktadır. Buhar difüzyon direnci düşük malzemelerin kullanılması, arzu edilen bu özelliği yapı kabuğuna kazandırmaktadır. Bu nedenle taşyünü levhalar ile yapılan mantolama uygulamaları ile diğer ürünlere oranla daha düşük buhar difüzyon direncine sahip kesitler elde edilebilir.

f) Ses Yalıtımı: Ses yalıtımında temel prensip, dinamik sertliği düşük yani yumuşak malzemelerin sesin geçişinin engelleneceği yapı kesitine yerleştirilmesi ve hava ile yayılan sesin hareket enerjisinin, yalıtım malzemesi bünyesinde absorbe edilmesidir. EPS ve XPS kapalı gözenekli yapıları nedeni ile ses yalıtımı yapmazlar. Taşyünü ise açık gözenekli ve lifli yapısı ile iyi bir ses yalıtım malzemesidir. Bu nedenle ses yalıtımının önemli olduğu mantolama uygulamalarına en uygun ürün taşyünü mantolama levhalarıdır.

Özellikle okul, hastane, alışveriş merkezi, çok katlı konutlar vb. insan yoğunluğunun fazla olduğu binaların yalıtımında kullanılacak malzeme seçiminde malzemenin ısı yalıtım özelliklerinin yanı sıra yanıcılık sınıfı, boyutsal kararlılık, buhar difüzyonu ve ses yalıtım özelliği gibi kriterlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

3.2.6. Malzemenin nakliyesi ve depolanması

İşlenecek olan malzemeler, hasarlardan ve kirlere kaçınılacak şekilde taşınmalı ve depolanmalıdır.

Sıva veya macunsu malların donmadan, kuru çalışma harçlarının ve mineral yün yalıtım malzemelerinin nemden korunacak şekilde ve polistrol sert köpük yalıtım malzemelerinin UV'den korunacak şekilde taşınması ve depolanması gerekmektedir.

Teslim edilen malzemeler, işlenmeden önce sipariş verilerine uygunluk açısından ve karşılaştırılan özelliklerine göre göze çarpan farklılıklar açısından kontrol edilmelidir. Karşılaştırılan özelliklere göre göze çarpan farklılıkları bulunan malzemeler, işlenemez.

3.3. Sistemde Tanımlanan Elemanlar

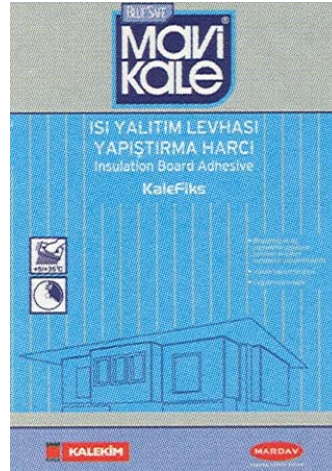
Dış cephe ısı yalıtım sistemleri;

- Yapıştırıcılar
- Mekanik tespit elemanları
- Isı yalıtım malzemesi

- En az bir katmanı donatı filesi içeren, bir veya daha fazla katmandan oluşan, yalıtım sıvası
- Donatı filesi
- Son kat dekoratif sıva bileşenlerinden oluşur.

3.3.1. Yapıştırıcılar

Isı yalıtım levhalarının düşey veya yatay yüzeylere yapıştırılması amacı ile kullanılan organik polimer katkılı, mala ile uygulanan çimento (mineral) esaslı ısı yalıtım levhası yapıştırma harcıdır. Mineral esaslı yapıştırıcının uygun olmadığı durumlarda uygulama yüzeyleri üzerine sistem üreticisinin tavsiyesine bağlı olarak akrilik esaslı veya çimento-akrilik esaslı yapıştırıcı kullanılmalıdır. Yapıştırıcı olarak geleneksel harç veya fayans yapıştırıcısı kullanılmamalıdır. Yapıştırıcının ısı yalıtım levhalarına ve uygulama yüzeyine yapışma dayanımı minimum 80 kPa olmalıdır.

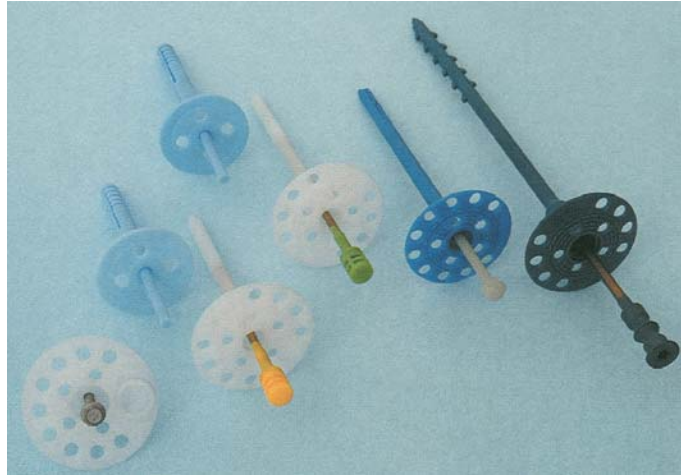


Şekil 3.6 Yapıştırma harcı

3.3.2. Dübel

Isı yalıtım plakalarının gazbeton, beton, tuğla gibi yüzeylere montajında kullanılır. Kaliteli dübel seçimi sistem açısından çok önemlidir. Yalıtım levhalarını uygulama yüzeyine mekanik olarak tespit etmek için kullanılan geri dönüşüme uğramamış

plastikten mamül veya tercihen polyamit esaslı, geniş başlıklı, minimum 0,20kN çekme dayanımına sahip mekanik tespit elemanıdır. Dübellerin tutunacağı arka yüzeyin beton, gazbeton, tuğla, bims gibi malzemelere göre gerekli tutunmayı sağlamak için mutlaka sistem üreticisi firmaların görüşüne başvurulmalı, yüzeye göre plastik veya çelik çivili dübellere tercih edilmeli ve çelik çivilerin başlıkları ısı köprüsü oluşumunu önleyecek biçimde yalıtılmış olmalıdır.



Şekil 3.7 Dübel çeşitleri

3.3.3. Sıva Donatı Filesi

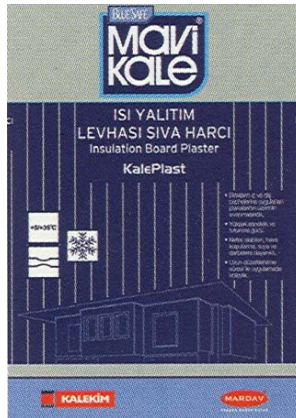
Sıva filesi, ısı yalıtım levhalarının üzerine kaplanan sıvada oluşacak çekme gerilmelerini karşılamak ve çatlamasını önlemek amacı ile kullanılır. Örgü gözü, yani diğer adıyla mesh aralığı boyutları 3,5x3,5, 4x4 veya 5x5 olan, alkali ortama dayanıklı, 145-160 gr/m² ağırlıkta cam elyafı tekstil malzemedir. Sıva donatı filesinin çekme mukavemeti en az 1500 N / 5 cm olmalı, yaşlandırma prosesinde agresif ortamdaki çekme gerilmesi, ilk çekme gerilmesi değerinin % 50'sinden büyük olmalıdır. Yüksek darbe dayanımı gereken yüzeylerde en az 340 gr/m² ağırlığındaki donatı fileleri kullanımı tavsiye edilir.



Şekil 3.8 Sıva filesi

3.3.4. Yalıtım Levhası Sıvası

Isı yalıtım levhaları üzerine uygulanan ve ilk kat uygulamadan sonra içine sıva donatı filesi yerleştirilerek tekrar bir kat sıva ile sıvanarak tamamlanan organik polimer katkılı sıva malzemesidir. Yapıştırma harcı eğer üretici tarafından önerilmişse bu amaçla kullanılabilir. Sıva, sentetik katkılarla kalitesi artırılmış, ıslak halde uzun işlenebilme süresi olan, priz aldıktan sonra yağmur darbelerine, donma çözünme döngülerine dayanıklı, su ile karıştırılarak hazırlanan çimento bazlı olmalıdır. Çatlama riskinin yüksek olduğu yüzeylerde, üreticinin tavsiyesine göre, akrilik esaslı veya çimento-akrilik yapıştırıcı kullanılmalıdır. Yalıtım levhası sıvasının yapışma dayanımı en az 80 kPa olmalıdır.



Şekil 3.9 Levha sıvası

3.3.5. Köşe Profili

Bina köşeleri ve pencere kenarlarındaki dış köşeleri mekanik etkilerden korumak ve düzgün köşeler elde etmek için plastik veya alüminyumdan imal edilmiş, cam elyafı donatı fileli takviyeli veya takviyesiz, alkali ortama dayanıklı köşe profilleridir.

Balkon, çıkma gibi bölümlerde yağmur ve benzer su akıntılarının yapı yüzeyine zarar vermeden uzaklaştırılmasında, plastik veya alüminyumdan imal edilmiş, cam elyafı donatı fileli takviyeli veya takviyesiz damlalıklı köşe profilleri kullanılır.

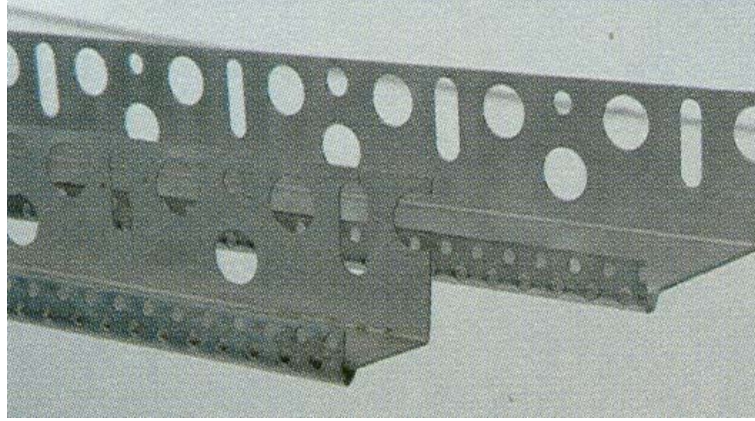


Şekil 3.10 Köşe profili

3.3.6. Su Basman Profili

Isı yalıtım levhaların başladığı seviyede sistemi yağmur ve rüzgar gibi mekanik ve dış etkilerden korumak, sıva uygulamasında master görevi görmek amacıyla kullanılan ve başlangıç seviyesinde mekanik olarak tespit edilen alüminyum veya galvanize saçtan yapılmış referans profilidir.

Su basman profili kullanılarak ısı yalıtım malzemesinin profil içine düzgün olarak oturtulması ve düzgün hat oluşturulması sağlanır.



Şekil 3.11 Su basman profili

3.3.7. Son Kat Dekoratif Kaplama

Yalıtım levhası sıvasının üzerine dekoratif ve dış etkenlere karşı sistemi koruma amaçlı uygulanan TSE veya TSEK belgeli; çimento, akrilik veya silikon esaslı cephe kaplama malzemeleridir. Solvent bazlı cephe kaplama malzemeleri kullanılmamalıdır. Dekoratif kaplamaların renklendirme veya yenileme amacı ile boyanması durumunda TS 5808'e uygun, solvent içermeyen dış cephe boyası kullanılmalıdır.



Şekil 3.12. Son kat dekoratif kaplama(silikonlu, hazır renkli sıva)

3.4. Uygulama

Dış cephe ısı yalıtım sistemlerinden beklenen sürekli, kararlı ve yüksek performans kalitesini ve sistem üreticisi firmaların ürün garantisini elde etmek için paket olarak piyasaya sunulan dış cephe ısı yalıtım sistemleri tercih edilmelidir.

3.4.1. Uygulamada dikkat edilecek hususlar

- Dışarıdan yapılacak ısı yalıtım uygulamalarında, ısı yalıtım levhalarının yapıştırılacağı yüzeyler kir, toz, yağ, kabarmış boya, kalkmış sıva gibi tutunmada ve yapışmada uygunsuzluk yaratacak zararlı etkenlerden arındırılmış ve yapıştırıcı ile yapışmayı sağlayacak pürüzlülüğe sahip olmalıdır. Eski akrilik esaslı malzeme ile kaplı yüzeylerde çimento esaslı yapıştırıcı ile iyi bir yapışma sağlamak için eski yüzey kazınmalı veya yeni akrilik yüzeylere tutunma sağlayabilecek akrilik esaslı ısı yalıtım plakası yapıştırıcısı kullanılmalıdır
- Binalarda enerji tasarrufu elde etmek ve binanın özellikle duvar, çatı, zemin ve taşıyıcı sisteminde yoğuşmanın kontrol altına alınması için A1, A2 veya B1 yanıcılık sınıfına uygun ısı yalıtım levhalarının bir sistem bileşenleri olarak sisteme tariflenmiş uygun malzemeler ile yani ısı yalıtım levhası, alkali dayanımlı donatı filesi, çeşitli profiller, gerekli ise uygun mekanik sabitleştiriciler ve boya, kaplama malzemeleri ile birlikte binaların dış cephelerinde gerçekleştirilen yalıtım uygulamalarıdır.
- Yüksek yapılarda; sistem üreticisinin tavsiyeleri doğrultusunda genişleme derzleri oluşturulabilir. Polimer katkılı elastik özellikli veya fiber katkılı sıva kullanılmalıdır. Dış cephede tekstür oluşturacak ve solvent içermeyen dekoratif son kat kaplama ile bitirilir.
- Yalıtım levhaları binili veya düz kenarlı olabilir. Her iki durumda da uygulama esnasında ısı yalıtım levhalarının arasında boşluk kalmamasına, oluşacak boşlukların yalıtım levhasına uygun dolgu köpükleri veya aynı yalıtım levhasından kesilerek elde edilecek uygun kalınlıktaki kamalarla doldurulması gereklidir. Bu şekilde olası kılcal çatlakların ve ısı köprüsü oluşumunun önlenmesi mümkündür.
- İklim şartları göz önüne alınarak, gerekirse dış cephe muhafaza edilerek uygulama yapılmalıdır. Isı yalıtımı yapılması sonrasında sağlıklı sonuçlar alınması için, yapı kabuğunun tamamen kurumuş olmasına dikkat edilmesi gerekir.

- Sıcaklığın yüksek olduğu bölgelerde son kat kaplamanın rengi, duvar kesitindeki sıcaklık dağılımını etkiler. Son kat dekoratif kaplamanın rengi, ısı yalıtım malzemesinin bozulmasına müsaade etmeyecek şekilde, üreticilere danışarak tespit edilmeli, açık renkler tercih edilmelidir.
- Mineral Esaslı malzemeler kuru ve rutubetsiz bir ortamda 0 °C'nin üzerinde, kapalı alanda depolanmalı, uygulamalar +5 °altında ve 30 °C'nin üzerinde yapılmamalıdır. Özellikle sıcak havalarda, doğrudan güneş ve rüzgar alan cephelerde uygulama yapılmamalıdır.

3.4.2. Uygulamanın yapılması

3.4.2.1. Yüzeyin uygulamaya hazırlanması

Isı yalıtım levhalarının yapıştırılacağı yüzey sıva, ahşap, tuğla, beton, gazbeton gibi malzemeler olabilir. Duvar dolgu elemanlarının yapıştırılmasının eksiksiz olması gereklidir. Sıva ve benzer mineral esaslı yüzeylerin temiz, sağlam olması ve tozuma yapmaması gereklidir. Uygulama yapılacak yüzey kuru ve aderansı azaltacak yağ, kir ve pas gibi etkenlerden arındırılmış olmalıdır. Yüzeye yapışmış kalın harç artıkları temizlenmeli ve sağlam olmayan sıva kazınarak tamir edilmelidir. Cephede oluşmuş yosun, bakteri ve kirliliklerin uygun temizleyiciler ile temizlenmesi gereklidir.



Şekil 3.13 Yüzeyin uygulamaya hazırlanması

Uygulama yapılacak yüzey eski boyalı ise, boya kazınmalı veya akrilik esaslı özel yapıştırıcı kullanılmalıdır.

Merkeze göre duvar yüzeyinde fazla kaçıklık veya beton hataları olması durumunda sıva ile düzeltilmesi gereklidir. Bina cephelerinde yüzey kaçıklıklarının olduğu durumlarda; döşenen ısı yalıtımı plakalarının arkasındaki yapıştırıcı kalınlığı maksimum 10 mm'yi geçmemelidir. Cephelerdeki yüzey kaçıklıklarının 10 mm' geçtiği durumlarda yüzeyin sıva ile düzeltilmesi gerekir.

Su yalıtım eksikliğinden kapiler etki ile duvarın zemin ile birleştiği alanda oluşan nemin, su yalıtım malzemeleri ile giderilmesi gereklidir.

Balkon ve çatı parapetleri mevcut ise, bir damlalıklı harpuşta ile suya karşı sistemin yatayda korunması sağlanmalıdır. Yüzeyden su ile birlikte tuz çıkışı söz konusu ise, sorun kaynağı tespit edilerek çıkış önlenmeli ve tel fırça ile tuz yüzeyden uzaklaştırılmalıdır.

Sistem yağmura karşı korunmalı ve mevcut yağmur suyu indirme boruları ve paratoner hatları sistemin üzerine monte edilmelidir.

Cephede açık kalan bölgeler, pencere, kapı, denizlikler, çatı kenarları ve balkonlar sağlıklı bir şekilde yalıtılarak ısı yalıtım malzemesine herhangi bir yerden su sızarak ıslanması önlenmelidir. Bunu önlemek için esnek UV dayanımlı poliüretan mastiklerle ve su sızdırmazlık bantlarıyla sistem dış etkilere kapatılmalıdır.

3.4.2.2. Su basman profilinin yerleştirilmesi

Kullanılacak bodrum katı olan binalarda toprak altı seviyeden gelen ısı ve su yalıtım sistemi damlalıksız başlangıç profili ile birleştirilir. Eğer bodrum katı yok ise veya kullanılmayacak ise başlangıç profili su basman seviyesinin 20 cm alt kısmına tespit edilir. Yatayda ve düşeyde profilin düzgün tespit edilmesi, tüm sistemin sağlıklı uygulanması için büyük önem taşır. Başlangıç profilinin ölçüsü, tercih edilen yalıtım levhasının kalınlığına ve uygulanacak olan sisteme göre belirlenir. Profiller duvara

özel dübelleri ile 50 cm aralıklarla tespit edilir. Ayrıca duvar ile başlangıç profili arasındaki girinti ve çıkıntıları gidermek amacı ile farklı kalınlıktaki gönne elemanları kullanılabilir. Köşe bağlantıları ise, başlangıç profili köşe elemanları ile veya profilin köşeye uygun olarak kesilmesi ile oluşturulur.



Şekil 3.14 Su basman profilinin yerleştirilmesi

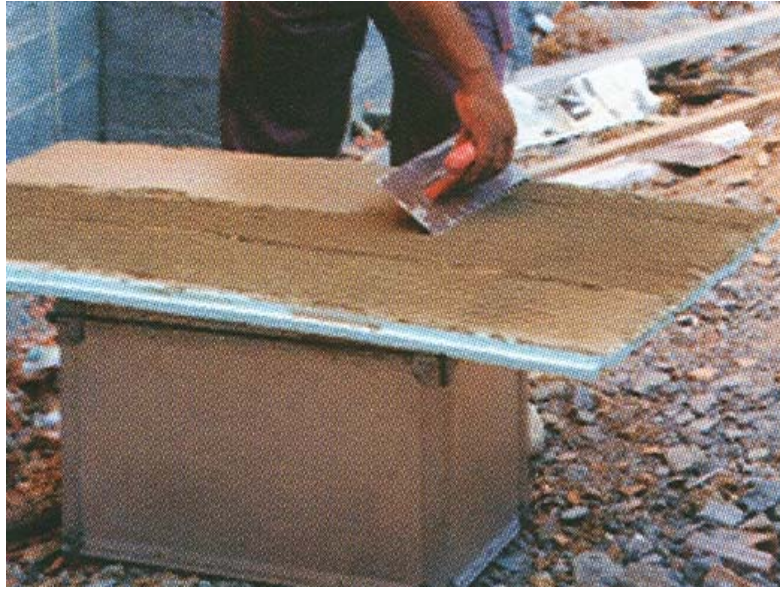
3.4.2.3. Yalıtım levhalarının yapıştırılması

Yapıştırma harcı, üretici tavsiyesi doğrultusunda hazırlanır. Yapıştırma yüzeyinin düzgünlüğüne bağlı olarak levha yapıştırmada iki yöntemden biri seçilir:

- Yalıtım levhalarının yapıştırılacak yüzeyinin kenarları boyunca bir çerçeve oluşturacak şekilde yapıştırıcı sürülür. Orta kısımlara da noktasal olarak yapıştırıcı sürülür. Noktasal yapıştırıcı, dübel uygulanacak yüzeye denk gelecek şekilde ve minimum 5 kg/m^2 olacak şekilde uygulanmalıdır. Yalıtım levhalarının birleşim derzlerine yapıştırıcı bulaştırılarak ısı köprüleri ve düzensizlikler oluşturulmamalıdır. Levha yüzeyinin en az % 40'ı yalıtılacak yüzeye yapışmış olmalıdır.

- Eğer uygulama yüzeyi çok düzgün ise yalıtım levhalarının yapıştırılacak yüzünü tamamen kaplayacak şekilde yapıştırıcı sürülür. Daha sonra bu yüzey dişli mala ile taranır. Yalıtım levhalarını yan kenarlarına yapıştırıcı bulaştırılmamalıdır.

Yapıştırıcı sürülmesi işleminden sonra; ısı yalıtım levhaları su basman profiline oturtularak, hafifçe kaydırılıp duvara yapıştırılır. Levhaların duvara bastırılıp sıkıştırılması esnasında yanlardan taşan harç bir sonraki levha yerleştirilmeden önce mutlaka temizlenmeli ve levha aralarında ısı köprüsüne neden olacak derz oluşmamasıdır. Cephelerde ve köşelerde levhalar şaşırtmalı olarak yerleştirilmelidir. Levhaların birleşim yerlerinde yüzeyin düzgün olması için törpüleme işlemi gerekebilir. Pencere gibi cephede açık kısımlarda; levhalar bu kısımlara uygun olarak kesilerek uygulanır.



Şekil 3.15 Yalıtım levhasının yapıştırılması

3.4.2.4. Yalıtım levhalarının dübellenmesi

Dübellenmeye başlamadan önce, yapıştırıcının tamamen kuruması beklenmelidir. Bu nedenle dübelleme işlemine yalıtım plakaların yüzeye yapıştırılmasından en az 24 saat sonra uygulamaya başlanmalıdır. Dübellerin tespiti için duvar ve levha matkapla delinir. Dübelller tüm levha köşelerine ve iki adet levha ortasına gelecek şekilde yerleştirilir ve çivileri çakılır. Düzgün bir dış cephe yüzeyi elde edebilmek için, dübel kafaları yalıtım levhası yüzeyi ile aynı seviyede olacak şekilde monte edilmelidir. Kullanılacak dübel ve açılacak deliğin derinlik seçimi, uygulanacak duvar özelliklerine uygun olarak yapılmalıdır. Dübel yüzeyde en az 3 cm genişlikte

bir tutunma yüzeyine sabitlenmeli, gazbeton duvarlara minimum 5 cm ve beton duvarlara minimum 4 cm girmelidir. Delik boyu, dübel boyundan 1 cm büyük olacak şekilde açılmalıdır.

Tablo 3.5 Yalıtım malzemelerin metrekaresindeki dübel sayısı

Kullanım sınırı	Uygulama Yüksekliği H (m)					
	0<H≤8		8<H≤20		20<H	
	Kenar	Yüzey	Kenar	Yüzey	Kenar	Yüzey
Dübel / m ²	6	6	8	6	10	6



Şekil 3.16 Yalıtım levhasının dübellenmesi

3.4.2.5. Kenar ve köşelerin oluşturulması

Dış cephe ısı yalıtım sistemi uygulamalarında, pencere, kapı ve duvar yüzeylerinin oluşturduğu köşelerde düzgün bir kenar oluşturabilmek için köşe profilleri kullanılmalıdır. Köşe profilleri, sıva katmanının oluşturulmasından önce köşeye yerleştirilerek, üzeri sıva ile kapatılır. Köşe profillerinden başlamak üzere donatı sıvası tüm yüzeye mala ile uygulanmaya başlanır. Sıva içerisine gömülecek olan donatı filesi, ilave olarak, pencere ve kapı köşelerinde yaklaşık 30x40 cm ebatlarında, yatayla 45° lik açı yapacak şekilde uygulanmalıdır. Kenar ve köşelerin oluşturulmasında, köşe profilleri daha iyi yapışma için bir miktar sıva ile birlikte tatbik edilmelidir.



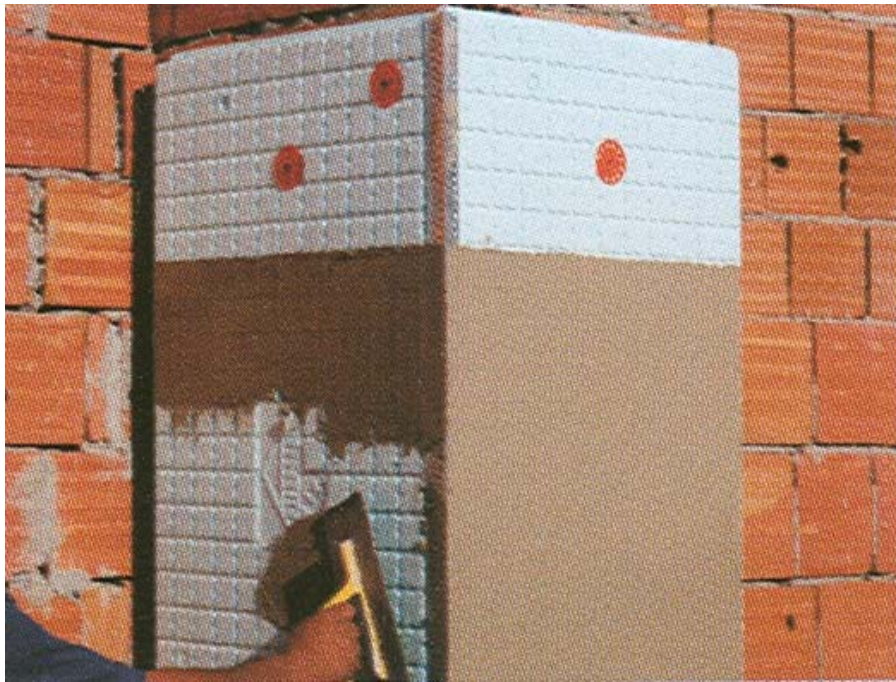
Şekil 3.17 Kenar ve köşelerin oluşturulması

Binalarda dilatasyon bölgelerinin oluşturulması da dikkat edilmesi gereken bir konudur. Yapıda açılması gereken dilatasyonun, dış cephe ısı yalıtım sistemi üzerinde de devam etmesi gerekir. Bunun için özel dilatasyon profilleri kullanılmalıdır. Ayrıca yalıtım levhasının kapı veya pencere doğramaları ile birleşim noktaları açık kalmayacak şekilde su sızdırmazlık bandı veya poliüretan esaslı dolgu mastiği ile kapatılmalıdır.

3.4.2.6. Son kat dekoratif kaplama

Yalıtım levhası sıvası uygulaması

Sıva harcı hazırlandıktan sonra levhaların üzerine iki kat sıva yapılır. Levhaların yüzeyine ilk kat sıva mala ile uygulanır. Birinci kat sıva sürüldükten sonra henüz kurumadan, üzerine sıva filesi çelik mala ile hafifçe bastırılarak tutturulur. Sıva filesinin tüm yüzeyi boyunca ilk kat sıvanın içine hafifçe gömülmesi gereklidir. Sıva filesi; 3-4 mm'lik toplam sıva kalınlığının 2/3'ü file altında, 1/3'ü file üstünde kalacak şekilde uygulanır. Filenin yalıtım levhası ile temas etmemesine dikkat edilmelidir.. Sıva filesi tabakalarının ek terleri birbiri üzerine yatayda ve düşeyde 10 cm bindirilmelidir. Alt kat sıvanın kuruması beklenmeden, ikinci kat sıva uygulanması yapılarak düzgün bir yüzey elde edilir. İkinci kat sıva uygulaması, geniş yüzeylerde ara vermeden sürdürülmelidir. Bu nedenle, son kat uygulanırken yeterli eleman bulundurulmasına dikkat edilmelidir.



(a)



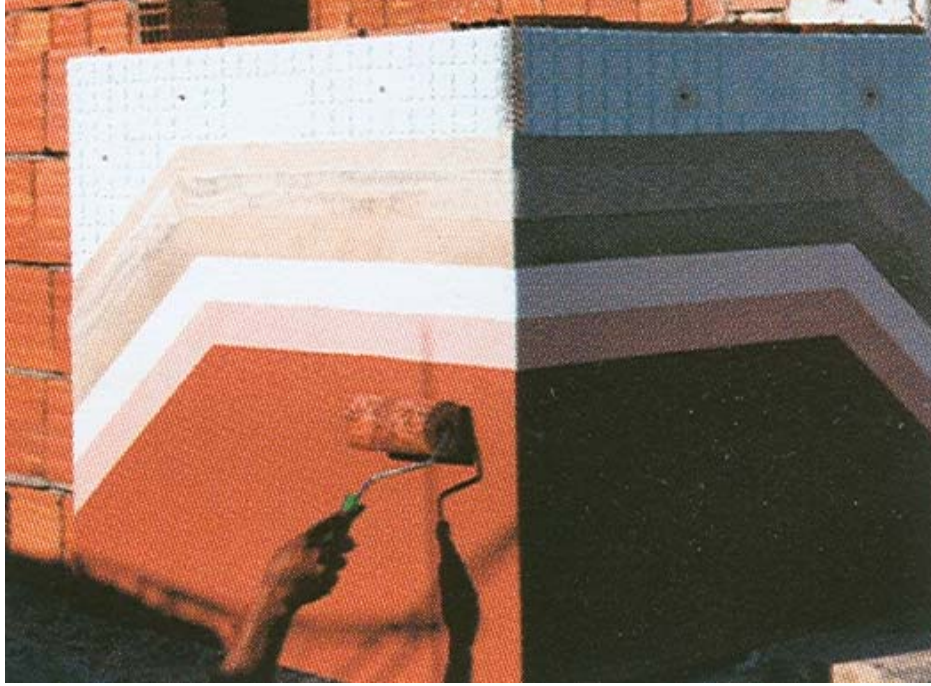
(b)

Şekil 3.18 (a,b) Yalıtım levhası sıvası uygulaması

Son kat dekoratif kaplama uygulaması

Yalıtım levhası sıvası kuruduktan sonra, sistem üreticisinin tavsiyesine ve kişinin tercihine bağlı olarak üzerine dekoratif kaplama uygulanır. Uygulanacak kalınlık ve miktar kaplama türlerine göre değişmektedir.

Çeşitli yüzey şekilleri, son kat sıva üzerinde çeşitli uygulama metotları ile oluşturulur. Uygulama +5 °C ile 30 °C sıcaklık aralığında yapılmalıdır. Güneşli, sıcak ve rüzgarlı ortamlarda gerekli koruma önlemleri alınmalıdır. Farklı kuruma sürelerine bağlı olarak oluşabilecek ton farklılaşmalarını önlemek için geniş cephelerde anolama yapılmalı veya iskelede yeterli eleman bulundurulmalıdır. Birbiri ile bağlantılı yüzeylerde uygulama, ara verilmeden bitirilmelidir. Uygulanmış yüzeyler, priz alma süresi içerisinde yağmur ve don gibi olumsuz hava koşullarına karşı korunmalıdır.



Şekil 3.19 Son kat dekoratif kaplama uygulanması

Tuğla bitişli uygulamalar

Kilden imal edilmiş 15 mm kalınlığındaki tuğlalarla yapılan tuğla bitişli uygulamalar, mevcut ve yeni binalara uygulanabilen bir dış cephe kaplama sistemidir. Bu tür uygulamalarda; sistem üreticisinin tavsiyesi ile pürüzlü ön ve arka yüzeylerinin yanı sıra, tuğla tespitini kolaylaştırmak ve işçiliği hızlandırmak amacıyla önceden hazırlanmış, tuğla genişliğinde yatay oluklar açılmış ısı yalıtım levhaları kullanılır. Bu oluklar, yatayda taşıyıcı destek dişleri oluşturur ve derzlerin yatayda ve düşeyde düzgün oluşmasını sağlar. Yapıştırma ve mekanik tespit işlemleri tamamlanmış ısı yalıtım levhalarının üzerindeki hazır oluklar arasına son kat kaplama tuğlalar, özel yapıştırıcısı ile yapıştırılır. Kuruma işleminin tamamlanmasından sonra, olukların oluşturduğu derzler, uygun bir derz dolgu malzemesi ile doldurulup, düzeltilerek uygulama tamamlanır.



Şekil 3.20 Tuğla bitişli son kat dekoratif uygulama

3.4.3. Binaların ısı yalıtım uygulamalarında yapılan hatalar

Mantolama sistemleri, son beş yıldır gittikçe artan bir ivme ile uygulanmaktadır. Bazı uygulamalarda bilgi ve tecrübe eksikliğinden kaynaklanan hatalar sonucunda, ısı yalıtım sistemlerinin uygulandığı binalarda, ısı yalıtımından beklenen performansın aksine, performans kayıpları ve bazı hasarlar oluşmaktadır. Bu problemin ana kaynağı, pazarda yeteri kadar tecrübeli uygulamacı firmanın olmamasıdır. Tecrübesiz ve bilgisiz uygulamacıların, haksız fiyat rekabeti ile proje sahiplerini etkileyerek uygulama işlerini almaları, problemlü uygulamalara yol açmaktadır. Diğer bir neden de, ısı yalıtım sistemi üreticisi firmaların yanı sıra, pazarda toplama malzemeler ile yapılan uygulamalarda oluşan problemlerdir.

3.4.3.1. Teknik olarak yanlış yapılan uygulamalar

İnşaat sektöründe "deneme yanılma yöntemi" veya "olsa olsa böyle olur metodu" kullanılarak çok sık hatalar yapılmaktadır. Bunlardan biri, boyut stabilitesi olmayan levhaların altına ısı yalıtım levhalarının montajı ile yapılan uygulamalardır. Su buharı geçirgenlikleri, su emme değerleri, yapışma ve kopma değerleri, genleşme ve shrink özellikleri, kısacası birbiri ile uyumlulukları test edilmemiş malzemeler arasındaki

ısı farklılıklar sonucu boyut değişimleri ve bu değişim sırasında malzemelerin birbirlerini itmesi nedeni ile hasarlar oluşmaktadır. İlk maliyeti ucuz gibi görünen bu uygulamada, hasar yıllar içinde devam edeceğinden yapılan tüm harcamalar boşunadır ve uygulama maliyetleri de yüksektir.

İç yüzeylerden yapılan yalıtımlarda, ısı köprüleri için önlem alınmadığında, özellikle ısı yalıtımı yapılan cephelere komşu kolon, kiriş ve döşemelerde yoğuşma oluşmakta, dolayısı ile ısı kayıpları kaçınılmaz hale gelmektedir.

3.4.3.2. Genel uygulama hataları

- Dübel montajlarının yanlış yapılması,
- Dübel deliğinin büyük açılması,
- Düşük sıcaklıklarda kırılğan, taşıma gücü zayıf kalitesiz dübellerin kullanılması,
- Bina rüzgar yüklerinin dikkate alınmaması sonucu eksik dübel kullanımı,
- Isı yalıtım levhası sıvasının ince yapılması sonucu sıvada dökülme problemleri,
- Isı yalıtım levhalarının şaşırtmalı olarak yerleştirilmemesi,
- Donatı filesinin kalitesiz olması, alkali dirençli olmaması,
- Donatı filesi uygulamasında file bindirmelerinin yapılmaması,
- Isı yalıtım levhalarının arasında 2-4 mm boşluk bulunması halinde bu boşluğun harç ve sıva ile doldurulması,
- Su yalıtımı ile ısı yalıtımının birleşim detaylarının iyi çözülmemesi,
- Binalardaki parapet üstlerinin bir harpuşa ile korunması,
- Ahşap, kiriş, sundurma direkleri gibi elemanlar ile ısı yalıtım sistemi birleşim detaylarının doğru çözülmemesi.

3.4.3.3. Detay eksiklikleri ve problemleri

- Yağmur borularının ve paratoner hatlarının sistemin içine gömülmesi,
- Balkon ve bina çıkmalarındaki detayların çözülememesi nedeni ile ısı köprülerinin oluşması,
- Dilatasyonlarda profil kullanılmaması veya yanlış ve uygun olmayan profillerin kullanılması,

- Yağmur ve kar sularının birikebileceği yanlış detayların sonucunda sistemin su emmesi, ısı yalıtım sisteminde hasarlar oluşturan problem kaynaklarıdır.

3.4.3.4. Uygun olmayan malzeme seçimi

- B1 yangın sınıfında olmayan EPS kullanılması,
- Isı yalıtım levhalarının mantolama sistemi için uygun olmaması;
- a) Standartlara uymayan, boyut stabilitesi kazanmamış yani dinlendirilmemiş EPS,
- b) Standartlara uymayan ve sıva tutucu bir emprenye sistemi olmayan taşıyıcı,
- c) Standartlara uymayan, düşük yoğunluklu, zırlı XPS,
- d) Ölçüleri uyumsuz profillerin kullanımı da ısı yalıtım sisteminin verimliliğini olumsuz etkileyen sorunlar arasındadır.

3.4.3.5. Zemin Problemleri

- Tozuyan, kirli, yağlı yüzeyler,
- Tuz kusması olan cepheler,
- Yosun ve bakteri üremiş cepheler,
- Düzgün olmayan, gevşek zeminler, ısı yalıtım uygulamalarından önce çözümlenmemeleri halinde sorun oluşturacak problem kaynaklarıdır.

3.4.3.6. Malzeme Stoklama Hataları

- Isı yalıtım levhaları, direkt güneş altında, yağmura karşı korunmasız halde stoklandığında,
- Isı yalıtım levhaları, gelişigüzel bir şekilde stoklandığında,
- Mineral lifli ısı yalıtım levhaları büküldüğünde hasar gördüklerinden, ısı yalıtım uygulamalarında kullanılmaları sakıncalıdır [18].

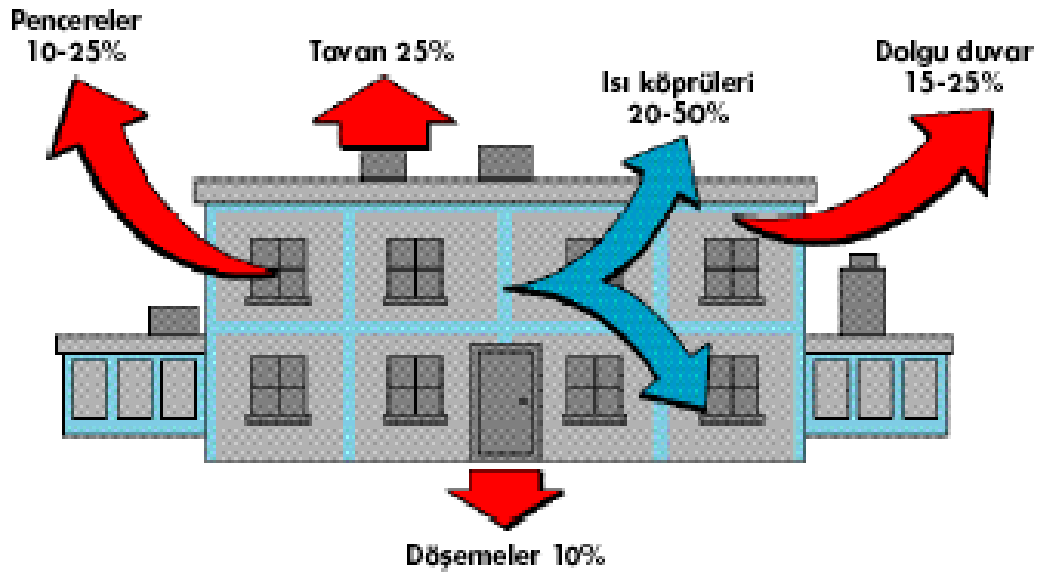
BÖLÜM 4. KOLON-KİRİŞ BÖLGESİNDEKİ ISI KÖPRÜSÜ

Türkiye’de ısı yalıtımına yeteri kadar önem verilmediği için büyük oranlarda enerji kaybı meydana gelmektedir. Ülkemizde her yıl artan enerji ihtiyacını karşılamak için mevcut enerji kapasitesinin artırılmasına çalışmak ne kadar önemli ise, diğer taraftan mevcut enerjiyi verimli ve tasarruflu kullanmak da en az o kadar önemlidir. Isı yalıtımı yoluyla enerji tasarrufu konusunda ülkemiz birçok Avrupa ülkesinin çok gerisindedir. İsveç gibi soğuk bir ülkede yaşayan biri Antalya’da yaşayan bir kişi kadar az yakıt harcayarak ısınma ihtiyacını mükemmel şekilde karşılamaktadır. Başka bir deyişle 2-3 misli enerji sarfiyatı olmaktadır.

Ülkemizde enerji tasarrufuna gereken önemin verilmemesi her yıl önemli ölçüde (2.5-3 milyar dolar kadar) döviz kaybına neden olduğu gibi, ayrıca odun, kömür gibi yerli kaynakların hızla tüketilmesine yol açmakta, petrol doğalgaz gibi ithal edilen maddelere ödenen dövizin artmasına neden olmakta, ayrıca gereğinden fazla tüketilen (kömür gibi) enerji maddeleri havanın kirlenmesine arttırmaktadır [19].

Ülkemizde ise; üretilen enerjinin %41’i konutlarda, %33’ü endüstride, %20’si ulaşımda, %5 ‘i tarımda, %1’i diğer işlerde kullanılmaktadır. Görülmektedir ki, konut ve endüstri sektöründe etkin bir ısı yalıtımı uygulaması ile büyük bir tasarruf sağlanabilecektir [3,4].

Yapılarda ki ısı kayıpları; %10’u döşemeler(temeller), %10-15’i pencereler, %25’i tavanlar, %15-25’i dolgu duvarlar, %20-50’si ısı köprüleri oluşturmaktadır. Yapılarda ki en fazla ısı kayıpları ısı köprülerinin oluşmasıyla meydana gelmektedir.(Şekil 4.1)



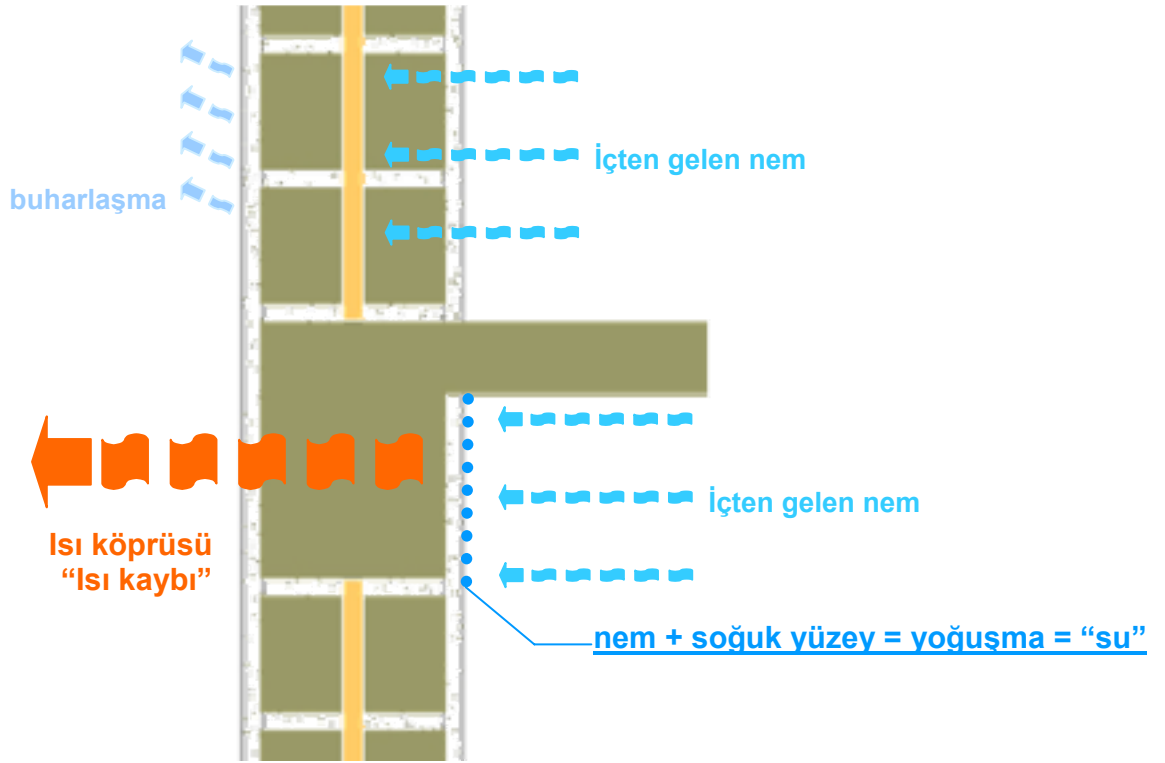
Şekil 4.1 Isı kayıpları [19]

4.1. Isı Köprüsü

Yapılarda iç yüzey sıcaklığı ile dış yüzey sıcaklığının farklı olmasından dolayı ısı az yoğun ortamdan çok yoğun ortama hareket eder. Bu ısı transferi olayı ısı köprüsü olarak tanımlanır.

Isı köprüleri diğer bir deyişle “ısı yalıtım zırhındaki delikler” farklı ısı iletkenliği olan yapı malzemelerinin birbirine bağlandığı, kesiştiği veya iç içe geçtiği yerlerde, genel yapıya göre ısı transferinin daha fazla olduğu yerlerdir. Özellikle yapıların betonarme bölümlerinde, kolon, kiriş, hatıl, lento, döşeme alını gibi yapı elemanlarının dıştan yalıtılmaması durumunda ısı köprüsü oluşmaktadır [20,21].

Yapılarda ısı köprüsü oluşturan kolon, kiriş, perde beton ve döşemeler yapı dış yüzeyinde %20 - 50 ısı kaybına sebep olur. Bu derece yüksek bir yüzdeye sahip olmasının sebebi; donatılı betonun ısı iletkenlik değerinin 2.04 W/mK gibi yüksek bir değere sahip olmasıdır. Dış duvarlar dış yüzeyin %20 -25 ısı kaybına sebep olur. Dış duvar olarak kullanılan tuğla, gazbeton, bims blok, ankastre prefabrik elemanların ısı iletkenlik değeri ise 0.45 - 0.25 W/mK arasında değişmekte ve ihtiyacınız olan ısı geçirgenlik kat sayısı (U) sağlanmamaktadır [22].



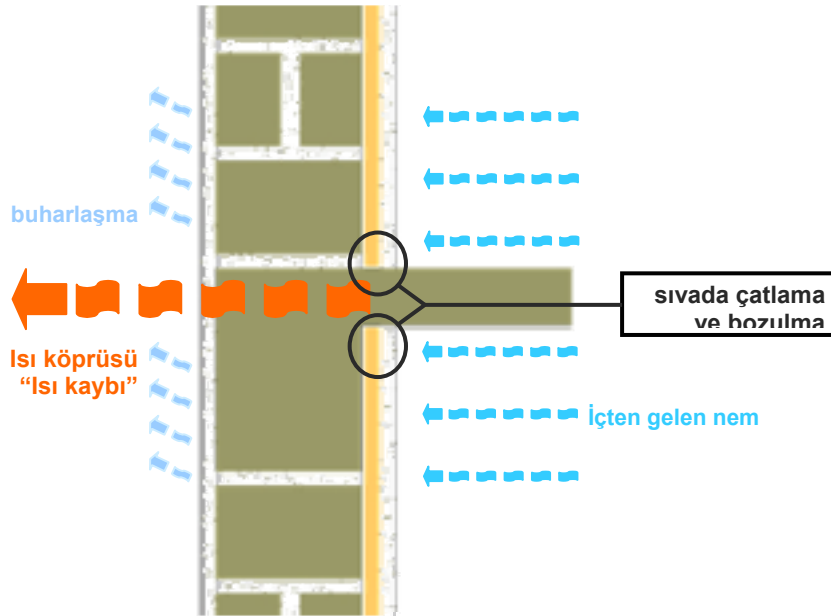
Şekil 4.2 Isı köprüsü ve yoğuşma [15]

Tablo 4.1 Bazı malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları [23]

Malzemenin İsmi	W/mk	Malzemenin İsmi	W/mk
Çam kerestesi	0,14	Gaz Beton	0,14–0,29
Meşe kerestesi	0,21	Hafif Beton	0,41
Preslenmiş ağaç yongası	0,14	Beton	2,04
Kontrplak	0,14	Dolu tuğla	0,70
Yumuşak sunta	0,17	Delikli tuğla	0,52
Sert sunta	0,05	Sıva	0,87
Poliüretan sert köpük	0,04	Demir	58
Mineral elyafli malzeme	0,04	Bakır	380
Sakin hava	0,03	Alüminyum	200
Alçı Plaka	0,21	Pencere camı	0,81

Yapılarda ısı yalıtımı enerjiden tasarruf sağlayarak gaz, kurum ve toz emisyonunu azaltıp çevre kirliliğini önler. Duvar, ısı köprüleri, zemin ve tavan yüzey sıcaklıklarının iç konfora olduğu kadar yapı kabuğu üzerinde de önemli etkileri vardır. Yeterli yalıtım yaşam kalitesine katkıda bulunur ve bina dokusunun korunmasına yardımcı olur. Sağlıklı ve rahat yaşam sadece uygun ısı ve nem şartlarına sahip olan mekanlarda mümkündür.

Isı köprülerinde yoğuşma, rutubetli alanlar, küf oluşması ve çatlamlar doğru yalıtım çözümünün uygulanması ile etkili bir şekilde önlenebilir. Bina yalıtımı yapılırken ısı kaybına müsait geniş yüzeylerin (duvarlar, çatı, zemin) yanı sıra muhtemel ısı köprülerine de (subasman, kirişler, lento, radyatör muhafazaları, parapetler, donatılı beton sütunlar, pencere denizlikleri, pencereler arasındaki taşıyıcılar, duvar dış köşeleri, duvar birleşim yerleri) gereken önem verilmelidir. Isı köprülerinin yalıtılmaması ciddi miktarda ısı kaybına neden olmanın yanısıra yoğuşma, küflenme, çatlak oluşmasına yol açar.



Şekil 4.3 Cephede meydana gelen sıva üzeri çatlama ve bozulma [15]

Eğer bir fayda-maliyet karşılaştırması yapılırsa, ısı yalıtımı hem ekolojik hem de ekonomik açıdan yararlı ve çok kısa sürede geri kazanılan bir yatırımdır. Bununla

birlikte inşaatın fiziksel ve teknik prensiplerinin incelenmesi ve yüksek kalitede uygun yalıtım malzemesinin kullanımı önemlidir [20].

Isı köprülerinin yalıtım zorunluluğu sadece enerji kaybı sebebiyle söz konusu değildir. Yalıtılmamış ısı köprülerinin azalan iç yüzey sıcaklığı ile oda içindeki konfor üzerinde olumsuz etkisi vardır ve bu durum yoğuşma, nem, küflenme, çatlama vs gibi başka problemlere de yol açabilir. Sonuç olarak ısı köprülerinin doğru olarak projelendirilmesi ve uygun bir şekilde yalıtımı önemli yararlar sağlar [21]:

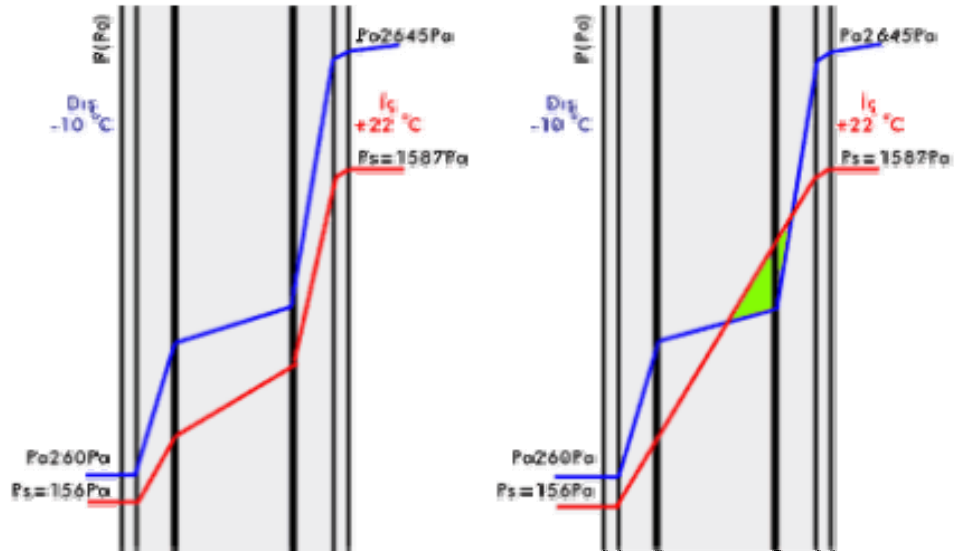
- a) Yüzeyde yoğuşma, estetik problemler, çatlama oluşması gibi yapısal problemleri önlenmesi,
- b) Kolon ve kirişlerdeki donatıda oluşabilecek muhtemel korozyonun önlenmesi,
- c) Küflenmenin önlenmesi,
- d) Isı kaybının azaltılması - enerji tasarrufu (Isı köprülerinin, ısı kaybeden yüz alanına oranı kadar azaltılabilir),
- e) Konfor artışı.

4.2. Yoğuşma

Isı köprülerinin diğer bir problemi de yoğuşmadır. Yoğuşma, duvarın iç ve dış yüzeyinde ise boyaların ve sıvaların dökülmesine, mantarlanma ve küflenmeye sebep olmaktadır. Her yıl boya ve tamir gerekmektedir. Yoğuşmanın sebebi; sıcaklığa bağlı kısmi basıncın iç ortam ile dış ortam arasındaki farklılıktan dolayı buhar geçişi oluşmaktadır. Duvarı oluşturan malzemelerin ısı iletkenlik ve buhar difüzyon direnç değeri arasındaki uyumsuzluğundan dolayı yoğuşma oluşmaktadır.(Şekil 4.2)

Bu oluşmayı bir örnekle açıklayacak olursak; iç ortamın +22 °C ve dış ortamın -10°C olduğunu varsayalım, bu durumda iç ortamdaki doymuş su buharı basıncı 2645 Pa, kısmi buhar basıncı 1587 Pa (%60 nem), dış ortamda ise doymuş su buharı basıncı

260 Pa, kısmi buhar basıncı 156 Pa (%60 nem)'dir. (TS 825) Yoğuşma taşıyıcı sistemdeki demir donatıda korozyona yol açmaktadır. H₂O dışardan kesit içerisine giren CO₂ ile birleşerek H₂CO₃ asidini oluşturmakta ve demir donatının kesidini azaltmaktadır. Özellikle donatılarda yapılan kanca, pilye ve gönye bölgelerinde malzeme üzerine biriken enerjiden dolayı Fe₂O₃ oluşumu hızlanmaktadır. Bunun sonucunda deprem gibi felaketlerde acı sonuçlar doğmaktadır. Isı köprüleriyle oluşan ani ısı değişimi iç mekanda konveksiyon akımı oluşturmaktadır. Havanın hareketi özellikle konutlar ve yatak odalarında insanlar üzerinde ciddi sağlık problemlerine sebep olmaktadır [24].



Şekil 4.4 Yoğuşmanın grafiksel gösterimi

4.3. Isı Köprüleri Yalıtımında Wallmate TB

Wallmate TB, Dow'un 50 yıllık deneyimlerinin sonucunda geliştirmiş olduğu rakipsiz bir ısı köprüsü yalıtımıdır. Wallmate TB duvar yalıtımı olarak ısı yalıtım levhalarının içten veya sandviç duvar olarak yapıldığı uygulamalarda ısı köprüsü olarak tanımladığımız kolon, kiriş, hatıl, lento vb. yapı elemanlarının dıştan yalıtılması amacıyla geliştirilmiş bir üründür. İçten veya sandviç duvar uygulaması yapıldığı uygulamalarda Wallmate TB levhaları ile ısı köprülerinin dıştan yalıtılması sonucunda ideale yakın sağlıklı bir ısı yalıtımı elde edilmiş olacaktır.



(a)



(b)

Şekil 4.5 (a,b) Isı köprüleri yalıtımında kullanılan Wallmate TB duvar yalıtımı

4.3.1. Projelendirmede dikkat edilecek hususlar

Isı köprüleri WALLMATE TB levhaları ile basit ve güvenilir bir şekilde yalıtılabilir. Levhalar kolay kırılma (Easy-cut) (Şekil 4.6(a)) özelliğinden dolayı istenen ölçülere kesme aleti gerektirmeden getirilir, özel hücre yapısı ve pürüzlü-oluklu yüzeyleri sayesinde beton, harç veya sıva tutuculuğu yüksektir. Isı köprülerinden kaçınmak için yapıya ait detayların doğru projelendirilmesi kesin önem taşır. Aşağıdaki şekiller yalıtımsız, yanlış yalıtılmış ve doğru yalıtılmış çözümler arasındaki farkları ortaya koymaya yardımcı olacaktır:



(a)

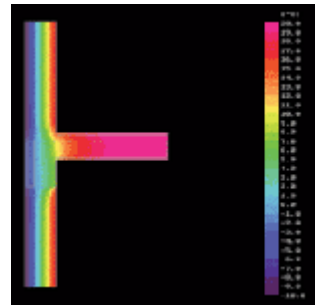


(b)

Şekil 4.6 (a) WALLMATE TB Easy-cut (Kolay kırılma) özelliği, (b)WALLMATE TB levha kesiti



25 cm Gazbeton + Isı köprüleri yalıtımsız duvar ve döşeme kesiti detayında;

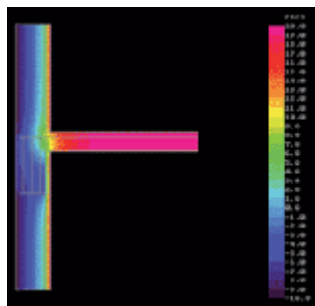
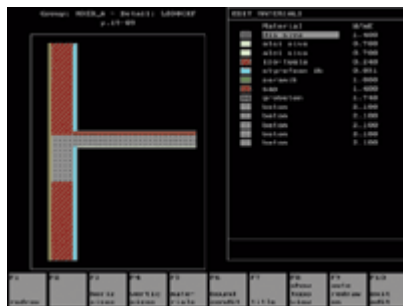


Duvar-kiriş-tavan birleşim bölgesi ısı köprüsü oluşturmaktadır,

Duvar-kiriş-tavan birleşim bölgesinde yoğuşma riski mevcuttur,

Duvar kesiti, kiriş ve kolonlar soğuk tarafta, betonarmede korozyon riski vardır,

Isıtma kaynağı kapandığında hızla soğuma gerçekleşir.



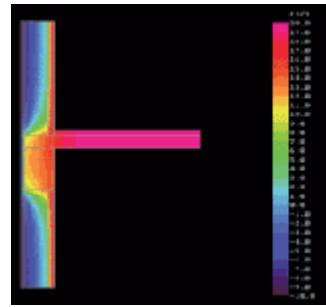
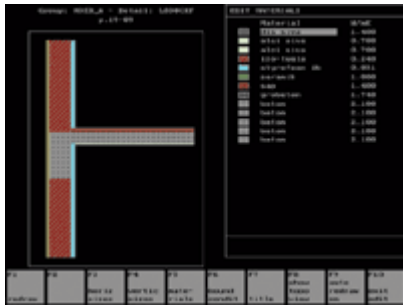
24 cm W Sınıfı Düşey Delikli Tuğla + İçten tavana kadar STYROFOAM IB ve Isı köprüleri yalıtımsız duvar ve döşeme kesiti detayında;

Duvar-döşeme birleşim bölgesi ısı köprüsü oluşturmaktadır,

Duvar-döşeme birleşim bölgesinde yoğuşma riski mevcuttur,

Duvar kesiti, kiriş ve kolonlar soğuk tarafta ve betonarmede korozyon riski vardır,

Isıtma kaynağı kapandığında hızla soğuma gerçekleşir.



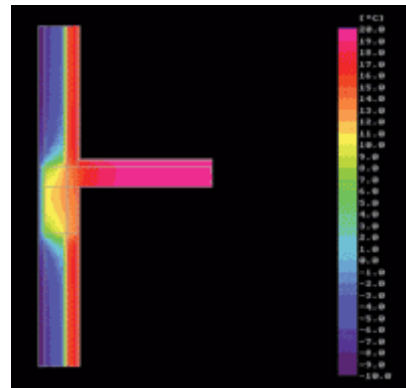
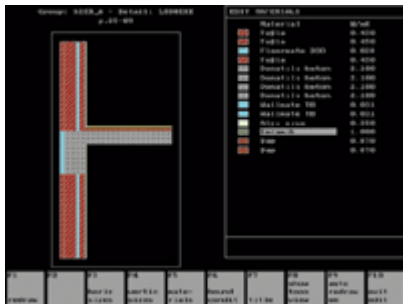
24 cm W Sınıfı Düşey Delikli Tuğla + İçten kirişe kadar STYROFOAM IB ve Isı köprüleri WALLMATE TB yalıtımlı duvar ve döşeme kesiti detayında;

Duvar-kiriş-döşeme birleşim bölgesinde ısı köprüsü ve yoğuşma yoktur,

Kiriş ve kolonlar WALLMATE TB ile yalıtıldığından dolayı, sıcak tarafta ve korozyon yoktur,

Kiriş ve kolonlarda ısı depolama özelliği vardır,

Konfor şartları mevcuttur.



19 + 8,5 cm Yatay Delikli

Duvar-kiriş-döşeme birleşim bölgesinde ısı

Sandviç Tuğla arası FLOORMATE 200 ve Isı köprüleri WALLMATE TB yalıtımlı duvar ve döşeme kesiti detayında;

köprüsü ve yoğuşma yoktur,

İç duvarın enerji depolama özelliğinden yararlanır. Dış duvar soğuk taraftadır,

Kiriş ve kolonlar WALLMATE TB ile yalıtıldığından dolayı, sıcak tarafta ve korozyon riski yoktur,

Konfor şartları mevcuttur.

Şekil 4.7 Yapılardaki çeşitli detayların ısı akış grafikleri [25]

4.3.2. Uygulama ve sıva/son kat kaplama

4.3.2.1. Kalıp içi uygulama

Beton dökme işleminden önce, kırılma olukları sayesinde uygun ölçüsüne getirilmiş WALLMATE TB levhaları birleşimlerinde boşluk kalmayacak şekilde kalıp içine yerleştirilir. Eğer kolon ve kiriş yüzeylerine oranla biraz daha geniş bir yüzey yalıtılacaksa, yalıtım levhaları istenen pozisyonda durması için geçici olarak tesbit edilmelidir.

Kalıp içindeki plastik ayırıcılar (seperator), basınca dayanıklı olan WALLMATE TB levhalarına zarar vermeyerek, donatının gerekli beton kalınlığıyla muhafaza edilmesini sağlar. Bünyesine su emmemesi sayesinde, WALLMATE TB'nin ısı iletkenlik değeri kötüleşmez, özellikle yaz aylarında betonun hızla su kaybetmesini önler ve sağlıklı priz almasına yardımcı olur. WALLMATE TB levhaların özel hücre yapısı ve pürüzlü ve oluklu yüzeyleri sayesinde, betonla mükemmel bir tutunma sağlanır.

Beton ve yalıtım levhaları arasındaki yüksek tutunma mukavemetine ilave bir mekanik bağlantı gerekmez de, betonun prizini alma süresinde levhaların yerinden çıkmasına yol açabilecek mekanik etkilere karşı ayrılma (delaminasyon) riskini asgariye indirmek için plastik çivi/dübel kullanılması tavsiye olunur. Tuğla, Bimsblok ve gazbeton gibi duvar malzemeleri, WALLMATE TB levhalarının dış

yüzeyleri ile hem yüz yapılarak bu kısımlara içten ısı yalıtım uygulaması veya sandviç duvar imalatı yapılabilir.

4.3.2.2. Sonradan kolon ve giriş alınlarına tespit

Kolon, giriş ve çıkımlar veya lento ölçülerine uyacak şekilde 'easy-cut (kolay kırılma)' özelliğinden yararlanılıp, WALLMATE TB levhaları uygun ölçülere getirilerek hazırlanır. WALLMATE TB levhaları beton yüzeylere (ısı köprüleri) dolgu duvarlar ile hem yüz olacak şekilde yapıştırılıp ve yapışma işleminden en az bir gün sonra yatay ve düşeyde 50 cm'lik aralıklarla plastik çivili yalıtım dübelleri ile mekanik olarak sabitlenir.

Bu işlemin uygulandığı beton yüzeylerde kalıp hatalarından dolayı süreksizlikler varsa ve bu hatalar levhaların yüzeye yapıştırılıp mekanik tespitini önlüyorsa, yüzeyin düzeltilmesi gereklidir. Tesbit işleminin duvar örme işleminden önce yapılması durumunda tuğla, bims veya gazbeton bloklarının dış yüzeyleri, WALLMATE TB levhalarının dış yüzeyleri ile hem yüz olacak şekilde örülmelidir. Duvar bloklarının önceden örülmeleri durumunda duvar, kolon-giriş yüzeyinden WALLMATE TB kalınlığı kadar (Yönetmeliklere göre hesaplanan WALLMATE TB kalınlığına göre) dışa taşacak şekilde örülmelidir.

4.3.2.3. Yalıtılmış yüzeylerin sıvanması / son kat bitişi

Sıva donatısının doğru uygulanması çatlak oluşma riskinin en aza indirilmesi açısından çok önemlidir. Her iki durumda da yalıtım levhalarının yüzeyi temiz olmalıdır, toz ve UV etkilerine uzun süreli maruz kalma sonucu, rengini kaybetmiş ve gevrekleşmiş/tozumuş olan tabaka bir fırça yardımıyla temizlenmelidir.

WALLMATE TB'nin oluklu ve pürüzlü yüzeyi sıva harçlarına güçlü tutunma/yapışma sağlar. UV etkilerine uzun süre maruz kalma durumunu önlemek için (beton dökme ve sıva atma işlemi arasında uzun zaman kalacaksa), WALLMATE TB levhaları açık renkte örtülerle UV ışınlarının etkilerinden korunmalıdır veya duvar örülmesinden hemen sonra, kolon ve girişlere tesbit edilip

sıvalanmalıdır. Levhaların ısı köprülerine, çıkma altlarına sabitlenmesi veya yapıştırılması dikkatle kontrol edilmeli ve gerekirse ek mekanik sabitleyici kullanılmalıdır. Levhalar arasındaki daha geniş derzler, ısı köprüsü oluşturmaması bakımından, STYROFOAM şeritleri ile doldurulmalı veya PU-köpük enjekte edilmelidir.

4.3.2.4. Cam tülü donatı filesi kullanılırsa

Geleneksel sıva içinde kullanılacak donatının/taşıyıcının seçimi uygulanacak sıva kalınlığına bağlıdır. Normal kalınlıkta geleneksel sıva uygulanması durumunda camtülü donatı filesi kullanılması önerilirken düşey yüzey kaçıklığının fazla olduğu ve sıva kalınlığının arttığı durumlarda galvaniz sıva teli kullanılması önerilir. Cam tülü donatı filesi uygulamasının yapılacağı WALLMATE TB yüzeyi üzerine önce tek bir sıva tabakası (serpme sıva) uygulanır. Sıva henüz kurumadan cam tülü donatı filesi çelik mala yardımıyla sıva yüzeyine tutturulur.

Ortam sıcaklığına bağlı olarak 2-24 saat arasında priz almasının beklenmesinden sonra bütün cephenin son kat sıvanmasına geçilir. Bina çalışması, sıcaklık değişiklikleri vs sonucu çatlakların oluşumunu önlemek için, cam tülü donatı filesi bütün ısı köprüsü üzerine ve dolgu duvar yüzeylerine 20 cm taşacak şekilde yerleştirilir. Cam tülü donatı filesi ek yerleri 10 cm birbiri üzerine bindirilmelidir.

Bu uygulama için kullanılacak cam tülü donatı filesi alkaliye dayanıklı, 130 gr/m² ağırlıkta, 12x12 mm ağ aralığında olmalı ve daha da önemlisi her iki yönde de en az 1500 N/5 cm kopma mukavemetine sahip olmalıdır. Yüksek kopma mukavemeti daha yüksek bir emniyet sağlar.

4.3.2.5. Galvanizli sıva teli kullanılırsa

Cephedeki yüzey hatalarından dolayı daha kalın bir geleneksel sıva sistemlerinde en az 0.8-1.0 mm çaplı spot-kaynaklı galvaniz çelik donatı teli tatbik edilmelidir. Galvaniz çelik donatı teli yalıtım levhası üzerinden alt yapıya mekanik olarak tespit edilmeli, kenarlardan bitişik duvara 20 cm taşırılmalı ve birleşim yerleri en az 10 cm

bindirmeli olmalıdır. Galvanizli sıva teli uygulamasından sonra, kaba ve ince sıva işlemi yapılır. Mevcut yapılarda sonradan WALLMATE TB uygulanması halinde öncelikle yüzeyin yapışma işlemi için uygun olup olmadığının kontrol edilmesi gereklidir.

Duvarların mantolanması (dıştan ısı yalıtım yapılması) ile binanın dış kabuğu sıcak tarafta kalacağından onarım ve bakım masrafları azalır, binanın ömrü uzar. Bu sistem eski binaların yüzeylerinde kullanılarak binaya daha yeni bir görünüm kazandırır, binayı dışardan komple sardığı için ısı kaçaklarını önler, rutubetsiz, homojen ısı dağılımına sahip konforlu yaşam koşulları sağlar [25].

BÖLÜM 5. ISI KAYBI HESABININ YAPILMASI

5.1.Giriş

Isı hesabındaki ilk adım, odaların ısı kaybı hesabının yapıldığı çizelgenin hazırlanmasıdır (Tablo 5.1).

Bu hesaplamada, odanın istenilen belli bir sıcaklık düzeyinde kalabilmesi için gerekli ısı ihtiyacı bulunur. Buradaki hareket noktası da, belirli iç ve dış sıcaklık şartlarında odadan dışarıya olan ısı kaybı miktarının hesaplanmasıdır. Hesaplanan saatlik ısı kaybı, odaya verilmesi gereken ısı miktarıdır.

Odadan dışarıya geçen ısı, taşınım, iletim ve sızıntı yoluyla olan kayıpların toplamıdır.

İletim ve taşınım yoluyla kaçan ısı için

$$Q_0 = A.U.\Delta T \quad (5.1)$$

ifadesi kullanılmaktadır. Bu ifadedeki sembollerin anlamları aşağıdaki gibidir.

Q_0 : Bir ortamdan diğer ortama geçen ısı miktarı (W),

U : Yapı bileşeninin toplam ısı geçirgenlik katsayısı (W/m^2K),

A : Yapı bileşeninin yüzey alanı (m^2)

ΔT : Yapı bileşeninin iki tarafındaki sıcaklık farkı (K).

Denklem 5.1'deki toplam ısı geçirgenlik katsayısı U , çeşitli kalınlıklardaki katmanlardan (iç sıva+delikli tuğla+dış sıva gibi) oluşan yapı bileşeninin $1 m^2$ 'sinden $1 ^\circ C$ 'lik sıcaklık farkı bulunması durumunda saatte kJ cinsinden geçen ısı miktarını

vermektedir. Her bir yapı bileşeninin ısı iletkenlik hesap değerleri, λ_h (W/mK), çizelgelerden bulunabilir. Çeşitli yapı bileşenlerinin ısı iletkenlik hesap değerleri, λ_h EK 1-D'deki TS 825'in içinde tablo halinde verilmiştir. U toplam ısı geçirgenlik katsayısı denklem 5.2 ve 5.3'de verilen ifadelerden hesaplanır.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_{iç}} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_{dış}} \quad (5.2)$$

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} \quad (5.3)$$

Denklem 5.2 ve 5.3'deki sembollerin anlamları aşağıdaki gibidir.

U : Yapı bileşeninin toplam ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K),

1/U: Yapı bileşeninin toplam ısı geçirgenlik direnci (m²K/W),

Λ : Toplam ısı iletkenlik katsayısı (W/m²K),

1/ Λ : Toplam ısı iletkenlik direnci (m²K/W),

d : Yapı bileşeninin kalınlığı (m),

λ_h : Yapı bileşeninin ısı iletkenlik hesap değeri (W/mK),

$\alpha_{iç}$: İç yüzeyin yüzeysel ısı taşınım katsayısı (W/m²K),

$\frac{1}{\alpha_{iç}}$: İç yüzeyin yüzeysel ısı taşınım direnci (m²K/W),

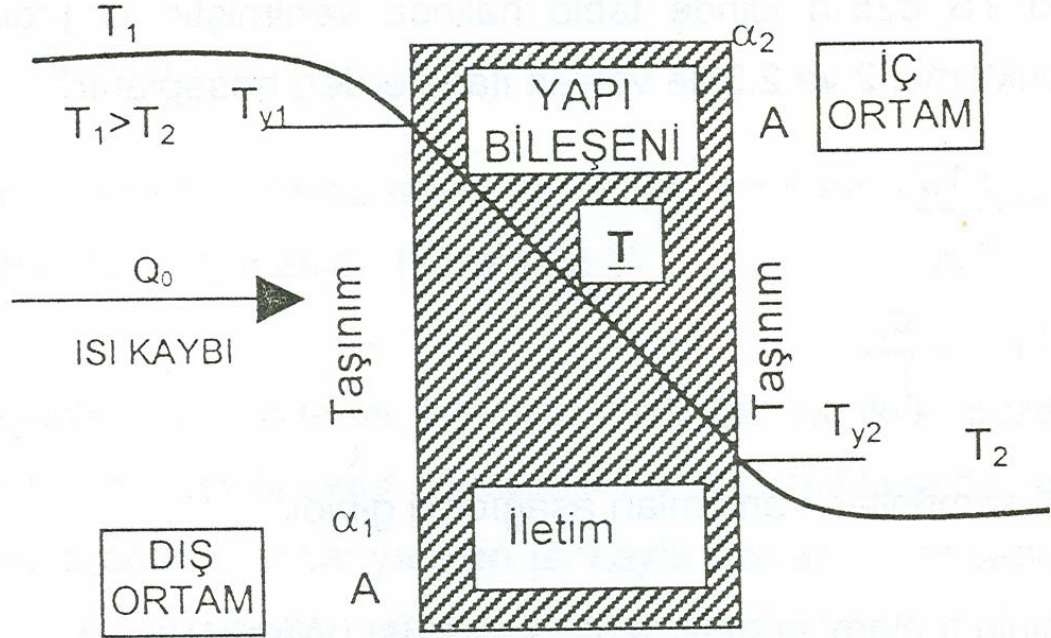
$\alpha_{dış}$: Dış yüzeyin yüzeysel ısı taşınım katsayısı (W/m²K),

$\frac{1}{\alpha_{dış}}$: Dış yüzeyin yüzeysel ısı taşınım direnci (m²K/W),

Denklem 5.2'den görüldüğü gibi buradaki ısı geçişi iletim ve taşınım-yoluyla olan ısı geçişlerini içermektedir. Şekil 5.1 'de şematik olarak taşınım ve iletimle ısı geçişi görülmektedir.

T₁ sıcaklığındaki iç ortamdan duvara doğru taşınım ile ısı geçişi olmaktadır. T_{Y1} sıcaklığındaki duvar iç yüzeyinden T_{Y2} sıcaklığındaki duvar dış yüzeyine doğru

iletimsel bir ısı geçişi söz konusudur. T_{y2} sıcaklığındaki dış yüzeyden, T_2 sıcaklığındaki dış ortama ise taşınım yoluyla bir ısı geçişi olmaktadır.



Şekil 5.1 İletim ve Taşınım Yoluyla Isı Geçişi

İletim ve taşınım yoluyla olan ısı kayıplarının yanı sıra sızıntı yoluyla da ısı kayıpları olmaktadır. Hava sızıntısı yoluyla olan ısı kaybı, odaya, pencere ve kapı aralıklarından dış hava ile hacmin iç havası arasındaki basınç farkı nedeniyle sızan soğuk havadan kaynaklanmaktadır.

Sızıntı (enfiltrasyon) yoluyla ısı kaybı,

$$Q_s = \frac{1}{3,6} \sum (a\ell) R.H.\Delta T.Z_e \quad (W) \quad (5.4)$$

ifadesinden hesaplanmaktadır. Bu ifadedeki sembollerin anlamları aşağıdaki gibidir.

Q_s : Sızıntı yoluyla ısı kaybı (W),

a : Sızdıranlık katsayısı (m^3/mh),

ℓ : Dış duvarlar üzerinde bulunan pencere veya kapıların açılan

kısımlarının çevre uzunluğu (m),

$\Sigma(a\ell)$:Dış duvarlar üzerinde bulunan bütün kapı ve pencerelerden iç hacme sızıntı yoluyla giren hava debisi (m^3/h),

R : Oda durum katsayısı (Yapı iç hacminin rüzgar geçirgenlik katsayısı) (boyutsuz),

H : Bina durum katsayısı (Rüzgar etkinliği katsayısı) (kJ/m^3K), L1 T: iç ve dış sıcaklıklar arasındaki fark (K)

Z_e : Köşe açıklıkları etki katsayısı (Her iki dış duvarında pencere olan odalar için 1.2, diğer odalar için 1 alınır),

Odanın ısı kaybı iletim ve taşınım yoluyla olan kayıplar ile sızıntı yoluyla olan kayıpların toplamına eşittir. Bu hesap adım adım ısı kaybı hesabı çizelgesi doldurularak gerçekleştirilir.

5.2. Isı Kaybı Hesabı Çizelgesinin Doldurulması

Tablo 5.1'de görüldüğü gibi, ısı kaybı hesabı çizelgesi 17 sütundan oluşmaktadır. Buradaki açıklamalar sütun numaraları verilerek yapılacaktır.

Tablo 5.2 Isı Kaybı Hesabında Yapı Bileşenleri İçin Kullanılan Semboller

Sembol	Anlam
TP	Tek Pencere
ÇP	Çift Pencere
ÇCP	Çift Camlı Pencere
DK	Dış Kapı
İK	İç Kapı
BK	Balkan Kapısı
BDD	Bitişik Dış Duvar
KD	Komşu Duvar
DD	Dış Duvar
Ko	Kolon
Ki	Kiriş
BP	Beton Perde
TBP	Toprak Teması Beton Perde
ID	İç Duvar
Ta	Tavan
Dö	Döşeme

İkinci sütunda yapı bileşeninin yönü kısaltılmış olarak girilir. Üçüncü sütunda yapı bileşeninin kalınlığı cm biriminde girilmektedir.

5.2.2. Alan Hesabı Sütunu

Alan hesabı 4. ve 8. sütunlar arasında beş sütunda yapılmaktadır.

4. sütuna₂ hesabı yapılan yöndeki yapı bileşeninin uzunluğu m olarak girilmektedir.

5. sütuna₂ yükseklik veya genişlik ölçüsü m olarak girilir.

6. sütunda₂ toplam alan hesabı yapılır. Bu sütuna 4. ve 5. sütunların çarpımı yazılır.

7. sütun, miktar olarak tanımlanır. Bu sütuna 6. sütunda hesabı yapılan alandan kaç adet olduğu yazılır. Pencere gibi aynı boyuta sahip alanlarda, pencerelerin sadece birinin alanı 6. sütuna yazılır, bu eşit alanlı pencereden kaç adet varsa değer 7. sütuna yazılır.

8. sütunda, çıkarılan alan hesabı yapılır. Duvar alanı hesaplanırken duvardaki pencere ve kapı gibi alanlar çıkarılarak net duvar alanının bulunması amaçlanmaktadır. Bir önceki satırlarda çıkarılacak alanlar yazılarak, duvar alanı hesabı yapılırken, bu alanların çıkarılması gerekmektedir. Çıkarılan alan olarak tanımlanan bu sütuna, bir önceki satırın (ya da satırların) 6. sütundaki değeri yazılır.

5.2.3. Isı Kaybı Hesabı Sütunu

Isı geçişi yoluyla olan ısı kaybı 9. ve 12. sütunlar arasındaki dört sütunda yapılır. Bu sütunda, Denklem 5.1 'de verilen

$$Q_0 = A.U.\Delta T$$

hesabı yapılacaktır.

ISI KAYBI HESABI ÇİZELGESİ																Sayfa
Tesisin Adı :																Kat
																Tarih
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Artırımsız Isı Kaybı	Birleşik	Kat Yüksekliği	Yön	Toplam	Toplam Isı İhtiyacı
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	K	W	%	%	%	1+ %	W

9. sütunda, hesaba giren alan A değeri hesaplanır. Bu sütuna, ya toplam alandan kaç tane olduğu (6x7) ya da toplam alandan çıkarılan alan çıkarıldıktan sonra kalan kısım (6-8) yazılır.

10. sütun, U toplam ısı geçirgenlik katsayısı hesabının yapıldığı sütundur. Farklı malzemelerden oluşabilen yapı bileşeninin toplam ısı geçirgenlik katsayısı.U, W/m²K birimindedir.

Yapı bileşenlerinin iç ve dış yüzeyleri için yüzeysel ısı taşınım dirençleri Tablo 5.3'de görülmektedir.

Tablo 5.3 Yüzeysel Isı Taşınım Dirençleri*

Durum	Yüzeysel Isı Taşınım Dirençleri m^2K/W
	İç yüzeyler ısı geçişi yatay veya yukarı. 0.13
	İç yüzeyler ısı geçişi aşağı. 0.17
	Bütün dış yüzeyler 0.04

* Yüzeysel ısı Taşınım Dirençleri ile ilgili daha geniş bilgi TS 825 9.2.2.5.2.2.4 de verilmiştir.

Pencere ve kapılar için toplam ısı geçirgenlik katsayıları Tablo 5.4a ve 5.4b'de verilmiştir. Pencere ve kapılar için doğrudan bu çizelgelerdeki değerler alınır. Hava tabakalarının ısı geçirgenlik dirençleri ise Tablo 5.5'de verilmiştir.

Tablo 5.4a Cam ve çerçevenin Tipine ve Isı Geçirgenlik Katsayılarına Göre Pencere Sistemlerinin Isı Geçirgenlik Katsayıları*

Cam Tipi	U_H ¹⁾ W/m^2K	U_f ²⁾ W/m^2K								
		1.0	1.4	1.8	2.2	2.6	3.0	3.4	3.8	7.0
Tek Cam	5.7	4.8	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2	5.2	5.3	5.9
Çift Cam	3.3	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	4.0
	3.1	2.8	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.9
	2.9	2.6	2.7	2.8	2.8	3.0	3.0J	3.1	3.2	3.7
	2.7	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0	3.6
	2.5	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.7	2.8	2.9	3.4
	2.3	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.7	3.3
	2.1	2.0	2.1	2.2	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.1
	1.9	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.3	2.4	3.0
	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.8
	1.5	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.9	2.0	2.1	2.6
	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.5
1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2.3	
Üçlü Cam	2.3	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.6	2.7	3.2
	2.1	2.0	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.1.
	1.9	1.8	1.9	2.0	2.0	2.2	2.2	2.3	2.4	2.9
	1.7	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.2	2.8
	1.5	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.9	2.0	2.1	2.6
	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.5
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2.3
	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	2.2
	0.7	0.9	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.0
	0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.3	1.8
1) U_H : Camın Isı Geçirgenlik Katsayısı (W/m^2K)										
2) U_f : çerçevenin Isı Geçirgenlik Katsayısı (W/m^2K)										

* TS 2164/Ekim 1983 standardında yapılan 11.05.2000 tarihindeki son düzenlemeye göre

Tablo 5.4b Ara Boşluk Dolgusuna Göre Çok Katlı Camın Isı Geçirgenlik Katsayıları

Cam				Ara boşluk dolgusu cinsi (Gaz Konsantrasyonu ≥ 90)			
Tip	Cam	Normal yayının derecesi	Ölçüler mm	Hava	Argon	Kripton	SF6
Çift cam	Kaplamasız cam (Normal cam)	0.89	4-6-4	3.3	3.0	2.8	3.0
			4-9-4	3.0	2.8	2.6	3.1
			4-12-4	2.9	2.7	2.6	3.1
			4-15-4	2.7	2.6	2.6	3.1
			4-20-4	2.7	2.6	2.6	3.1
	Tek kaplamalı cam	≤ 0.4	4-6-4	2.9	2.6	2.2	2.6
			4-9-4	2.6	2.3	2.0	2.7
			4-12-4	2.4	2.1	2.0	2.7
			4-15-4	2.2	2.0	2.0	2.7
			4-20-4	2.2	2.0	2.0	2.7
	Tek kaplamalı cam	≤ 0.2	4-6-4	2.7	2.3	1.9	2.3
			4-9-4	2.3	2.0	1.6	2.4
			4-12-4	1.9	1.7	1.5	2.4
			4-15-4	1.8	1.6	1.6	2.5
			4-20-4	1.8	1.7	1.6	2.5
	Tek kaplamalı cam	≤ 0.1	4-6-4	2.6	2.2	1.7	2.1
			4-9-4	2.1	1.7	1.3	2.2
			4-12-4	1.8	1.5	1.3	2.3
			4-15-4	1.6	1.4	1.3	2.3
			4-20-4	1.6	1.4	1.3	2.3
	Tek kaplamalı cam	≤ 0.05	4-6-4	2.5	2.1	1.5	2.0
			4-9-4	2.0	1.6	1.3	2.1
			4-12-4	1.7	1.3	1.1	2.2
			4-15-4	1.5	1.2	1.1	2.2
4-20-4			1.5	1.2	1.2	2.2	
Üçlü cam	Kaplamasız cam (Normal cam)	0.89	4-6-4-6-4	2.3	2.1	1.8	2.0
			4-9-4-9-4	2.0	1.9	1.7	2.0
			4-12-4-12-4	1.9	1.8	1.6	2.0
	İki kaplamalı cam	≤ 0.4	4-6-4-6-4	2.0	1.7	1.4	1.6
			4-9-4-9-4	1.7	1.5	1.2	1.6
			4-12-4-12-4	1.5	1.3	1.1	1.6
	İki kaplamalı cam	≤ 0.2	4-6-4-6-4	1.8	1.5	1.1	1.3
			4-9-4-9-4	1.4	1.2	0.9	1.3
			4-12-4-12-4	1.2	1.0	1/ 0.8	1.4
	İki kaplamalı cam	≤ 0.1	4-6-4-6-4	1.7	1.3	1.0	1.2
			4-9-4-9-4	1.3	1.0	0.8	1.2
			4-12-4-12-4	1.1	0.9	0.6	1.2
	İki kaplamalı cam	≤ 0.05	4-6-4-6-4	1.6	1.3	0.9	1.1
			4-9-4-9-4	1.2	0.9	0.7	1.1
			4-12-4-12-4	1.0	0.8	0.5	1.1

Tablo 5.4c Dış ve İç Kapılara Ait Isı Geçirgenlik Katsayıları

KAPILAR	U W/m ² K
DIŞ KAPILAR	
-Ağaç, plastik	3.5
-Metal (Isı yalıtımlı)	4.0
-Metal (Isı yalıtımsız)	5.5
İÇ KAPILAR	2.0

Tablo 5.5 Hava Tabakalarının Isı Geçirgenlik Dirençleri

Hava tabakasının Durumu	Değişik kalınlıklardaki hava tabakalarının 151 geçirgenlik dirençleri $\frac{1}{\Lambda} = \frac{m^2K}{W}$						
	Kalınlık (cm)						
	0.5	1	2	5	10	15	20
Düsey	0.11	0.14	0.16	0.18	0.17	0.16	0.16
Yatay (sıcak yüzey altta)	0.11	0.14	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16
Yatay (sıcak yüzey üstte)	0.11	0.14	0.18	0.21	0.21	0.21	0.21
1 boşluklu hafif tuğla ve beton briket dolgu asmolen döşemelerde döşemenin 151 geçirgenlik direnci kaplamasız olarak $\frac{1}{\Lambda} = 0.26 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ olarak kabul edilir.							

11. sütunda, Dış ortam ile iç ortam arasındaki sıcaklık farkı yazılır. Çeşitli sıcaklık bölgelerine göre her ilde hesaplarda kullanılacak dış hava sıcaklıkları EK 1-B'de ve Türkiye'nin ısı bölgeleri haritası literatürde verilmiştir.

12. sütunda, Denklem (2.1) kullanılarak, artırımsız 151 kaybı hesabı yapılır. Bu değer 9, 10 ve 11. sütunların çarpımından oluşmaktadır ($Q_0 = A.U.\Delta T$).

Isıtılacak ortamın durumuna göre, tesisat projelerinde kullanılan iç hava sıcaklıkları Tablo 2.6'da, binada ısıtılmayan bölgelerin sıcaklıkları ise Tablo 2.7'de verilmiştir.

Tablo 5.6 Tesisat Projelerinde Kullanılan İç Hava Sıcaklıkları *

Isıtılacak Mahallin Adı		Sıcaklığı (°C)
1	KONUTLAR	
1.1	Tam olarak ısıtılan konutlar	20 ²⁾
-	Oturma ve Yatak odaları	20
-	Mutfaklar	24
-	Banyo ve duşlar	20
-	Helalar	15
-	Yan mahaller, hol, sofa, antre, koridor 3) vb.	10
-	Merdiven. asansör vb. Mahaller	
1.2.	Sınırlı olarak kısmen ısıtılan konutlar ⁴⁾	
a)	Hesaplanması gereken mahallin sıcaklığı, gerektiğinde konutlar için verilen değerlerden alınmalıdır.	
b)	Komşu mahallerle çevrili ısıtılmayan mahallin sıcaklığı Çizelge 3'ten alınmalıdır.	
2	YÖNETİM BİNALARI	
-	Büro mahalleri, toplantı salonları, sergi mahalleri, giriş holleri vb. ile ana merdiven boşlukları	20
-	Helalar	15
-	Komşu mahaller ve komşu merdiven mahalleri konutlar için verilen değerlerden alınır.	
3	İŞ VE HİZMET BİNALARI	
-	Satış mahalleri ve dükkanlar, genel olarak	
-	Ana merdiven mahalleri	20
-	Besin maddesi satış mahalli	18
-	Depolar, genel olarak	18
-	Peynir depoları	12
-	Sucuk, salam depoları, et ürünleri hazırlama ve satış mahalleri vb.	15
-	Helalar, komşu mahaller ve komşu merdiven boşlukları, yönetim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	
4	OTEL MOTEL VE LOKANTALAR	
-	Otel ve motel odaları	20
-	Banyo ve duşlar	24
-	Otel holleri, toplantı mahalleri. sergi mahalleri, ana merdiven boşlukları vb.	20
-	Helalar, komşu mahaller ve komşu merdiven boşlukları vb. konutlar için verilen değerlerden alınmalıdır.	

Tablo 5.6 Tesisat Projelerinde Kullanılan İç Hava Sıcaklıkları (Devamı)

5	ÖĞRETİM BİNALARİ - Derslik, kütüphane, yönetim mahalleri, teneffüs holleri, çok amaçlı avlular gibi öğrenim mahalleri ve kapalı çocuk holleri - Öğretim mutfakları - Bedensel zorlamalara göre işlikler - Banyo ve duş mahalleri - Hekim ve muayene odaları - Jimnastik holleri - Beden eğitimi salonları - Helalar, komşu mahaller, merdiven boşlukları, yönetim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	20 18 15 - 20 24 24 20 20
6	TİYATRO VE KONSER SALONLARI Ön mahaller dahil, helalar, komşu mahaller ve merdiven boşlukları vb. yönetim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	20
7	CAMİVE KİLİSELER ⁵⁾ - Cami ve kilise mahalleri genel - Helalar, komşu mahaller ve merdiven boşlukları, yönetim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	15
8	HASTAHANELER ⁶⁾ - Ameliyathane, ön hazırlama ve anestezi mahalleri ile erken doğum odaları. - Geri kalan bütün mahaller	25 22
9	İMALAT VE ATÖLYE MAHALLERİ - Genel olarak en azından - Oturarak çalışmada	15 20
10	KIŞLALAR Derslikler - Geri kalan diğer mahaller, yönetim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	20
11	YÜZME HAVUZLARI - Holler (bununla birlikte su sıcaklığının üstünde en az 2 K olmalıdır) - Diğer banyo mahalleri (duş hacimleri, elbise değiştirme, komşu mahaller, merdiven boşlukları)	28 22
12	CEZA VE TUTUKEVLERİ Derslikler - Geri kalan bütün mahaller, öğretim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	20
13	SERGİ GALERİLERİ - Müşterinin verilerine göre en az	15
14	MÜZE VE GALERİLER - Genel olarak	20
15	DEMİRYOLU GARLARI - Yönetme olmaksızın durak mahallerinde olduğu gibi ve kapalı olmak üzere bütün mahaller	15
16	HAVA LİMANLARI	20

-	Yolcu kabulü, işlem tamamlama ve bekleme mahalleri	
17	Don tutması istenmeyen bütün mahaller	5
1)	TS 3419/06.79 kapsamına giren tesislerin bulunduğu mahaller için, anılan standarttaki kurallar geçerlidir.	
2)	Aksi belirtilmedikçe verilen değerlerin işareti pozitiftir.	
3)	Apartmanların iç kısmında bulunan koridorların, kural olarak ısıtılması gerekmez.	
4)	Sınırlı olarak kısmen ısıtılmış komşu mahallerin mevcut olması durumunda, mahal ısıtma gücünün belirlenmesi için, kullanım tarzı da göz önüne alınmalıdır.	
5)	Çok defa ve sürekli olarak en az 5 °C olarak tutulmalıdır.	
6)	TS 3419/06.79 hastahanelerle ilgili verilere de bakılmalıdır. Geri kalan bütün bina tiplerinde hesaplamaya esas sıcaklıklar, müşteri ile birlikte tespit edilmelidir.	

Tablo 5.7 Binalarda Isıtılmayan Bölgelerin Sıcaklıkları

Dış Sıcaklıklar		3	0	-3	-6	-9	-12	-15	-18	-21	-24	-27
Çatı arasındaki ısıtılmayan mahaller												
W/m ² K												
U<2,33		9	7	4	2	-1	-3	-6	-8	-11	-13	-16
2,33 ≤ U ≤ 5,82		6	4	1	-1	-4	-6	-9	-11	-14	-16	-19
U>5,82		3	1	-2	-4	-6	-9	-12	-14	-17	-19	-22
Isıtılmamış mahaller	İçeriye veya bodruma kapı yada pencere, bir kısmı ısıtılmış mahallerle çevrili	15	14	12	10	9	7	5	3	2	0	-1
	Dışa kapı veya pencere, bir kısmı ısıtılmış mahallerle çevrili	10	8	6	5	3	1	0	-2	-4	-6	-7
Toprak sıcaklığı	Döşeme altındaki	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	Dış Duvara Bitişik	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5
Evlerin bitişik sıcaklığı	Merkezi Isıtımlı	15										
	Mahalli Isıtımlı	10										
Kazan dairesi		20*										
Kömürlük		10										

* Doğalgazlı kazan dairelerinde alt ve üst havalandırma sonucu sıcaklıklar bu

değerin altında olabilir. Kazan dairesi sıcaklığı mevcut duruma göre projeci tarafından belirlenebilir.

5.2.4. Artırımlar Sütunu

Bu sütunda, artırımsız olarak hesaplanan ısı kaybına çeşitli artırımlar eklenir.

13. sütunda, birleştirilmiş artırım katsayısı hesaplanır. ZD sembolüyle gösterilen bu artırım ısınmanın kesintili ya da sürekli olup olmamasına göre bir değere sahiptir.

Bu artırım, bina kesintili ısınması durumunda, soğuyan yapı bileşenlerinin ve ısıtma sistemi elemanlarının tekrar eski sıcaklıklarına getirilmesi için göz önüne alınması gereken ısı kapasitesi artırımındır, Yapı ve ısıtma sistemi ne kadar ağırsa ve ne kadar çok kesintili çalışıyorsa, bu artırım o kadar büyük olmalıdır. Birleştirilmiş artırım katsayısı, işletme durumu ve D katsayısına bağlı olarak Tablo 5.8’de verilmiştir. Çizelgede kullanılacak D katsayısı için şu ifade verilmiştir.

$$D = \frac{Q_0}{A_{\text{top}}(T_{\text{iç}} - T_{\text{dış}})} \quad (5.5)$$

Bu denklemdeki sembollerin anlamları aşağıdaki gibidir.

Q_0 : Artırımsız ısı kaybı (W),

A_{top} : Isı kaybı hesaplanan hacmi çevreleyen tüm yüzeylerin alanları toplamı (m²)

$T_{\text{iç}}-T_{\text{dış}}$:İç ve dış ortam sıcaklıkları arası fark (K), D : Z_D artırımında kullanılan katsayı (W/m²K).

Tablo 5.8 Birleştirilmiş Artırım Katsayısı (Z_D)

İşletme Durumu	D (W/m ² K)			
	0.12-0.34	0.35-0.80	0.81-1.73	≥ 1.74
	% Z _D			
1. İşletme	7	7	7	7
2. İşletme	20	15	15	15
3. İşletme	30	25	20	15

Isıtma tesisatının çalıştırılmasında verilen araya göre 3 tip işletme şekli tanımlanmıştır.

1. işletme:Tesisat sürekli çalışmakta yalnız geceleri ateş azaltılmaktadır (genellikle konutlar).
- 2.işletme:Kazan her gün 10 saat tamamen söndürülmektedir (genellikle işyerleri).
- 3.işletme:Kazan her gün 14 saat veya daha uzun söndürülmektedir (genellikle işyerleri).

14. sütunda, kat yükseklik artırımı dikkate alınır Z_w olarak tanımlanan bu artırım yapının konumu ne olursa olsun belirli bir kattan daha yukarıdaki katlar için alınır.

Birkaç kattan sonra artan rüzgar hızı nedeniyle göz önüne alınması gereken bir artırımdır. Örneğin; 5 katlı bir binada ilk üç kat için kat yükseklik zammı dikkate alınmaz. 4. kat için %5, 5. kat için %10 kat yükseklik zammı alınır. Ayrıca kazan dairesinden ayrılan kolonlarda sıcaklığı 900e olan su, yüksek katlara çıkıncaya kadar soğumaktadır. Bu nedenlerle artırımsız ısı kaybına, Tablo 5.9'da verilen oranlarda artırım eklenir.

Kat yükseklik zammı belirlenirken, kılıflı boru tesisatının uygulandığı izoleli borularda ve düşük sıcaklıklı sistemlerde, buradaki suda soğuma olmayacağı dikkate alınmalıdır.

Tablo 5.9 Kat Yükseklik Artırım Çizelgesi (Z_w)

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

15. sütuna, yön artırımı yazılır. Z_H ile gösterilen yön artırımı odanın yönünden dolayı dikkate alınması gereken bir artırımdır. Z_H yön artırımı seçilirken; yalnız bir dış duvarı olan odalarda, bu dış duvarın baktığı yön, köşe odalarda ise iki dış duvarın birleştiği köşenin yönü esas alınır. Köşe odalarda, penceresi olan dış duvarın yönü de

esas alınabilir. Dış duvarı ikiden fazla olan odalarda, en yüksek yön artırım değeri alınır. Yön artırım değerleri Tablo 5.10'da verilmiştir.

Tablo 5.10 Yön Artırım Çizelgesi (Z_H)

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

16. sütun, artırımların yazıldığı sütundur. Toplam artırım Z;

$$Z = (1 + \%Z_o + \%Z_w + \%Z_H) \quad (5.6)$$

ifadesinden bulunmektedir.

5.2.5. Toplam Isı ihtiyacı Sütunu

Bu sütunda toplam ısı gereksinimi Q_h hesaplanır.

5.2.5.1. İletim ve Taşınım ile Artırmalı Isı Kaybı

12. sütunda hesaplanan artırısız ısı kaybı 16. sütundaki toplam artırımlar ile çarpılarak 17. sütunun ilk satırına artırmalı ısı kayıpları toplamı olarak yazılır.

$$Q_i = Q_0 Z \quad (5.7)$$

5.2.5.2 Sızıntıyla Isı Kayıpları

Hava sızıntısı için ısı gereksinimi Q_s (W),

$$Q_s = \frac{1}{3.6} \sum (a\ell)RH\Delta T Z_e \quad (W)$$

ifadesinden bulunmektedir. ifadedeki semboller 5.1. Giriş bölümünde açıklanmıştır. Bu ifadedeki a,R,H değerleri aşağıdaki tablolarda verilmektedir. a sızdırganlık katsayısı Tablo 5.11 'de malzeme cinsine ve pencere (kapı) tipine göre verilmiştir.

Tablo 5.11 Kapı ve Pencere Sızdıranlık Katsayıları (a)

Malzeme	Pencere veya kapı şekli	a (m ³ /mh)
Ahşap çerçeve	Tek pencere	3.0
	Çift camlı pencere	2.5
	Çift pencere	2.0
Plastik çerçeve	Tek veya çift camlı pencere	2.0
	Tek pencere	1.5
Çelik veya metal çerçeve	Çift camlı pencere	1.5
	Çift pencere	1.2
İç kapılar	Eşiksiz kapılar	40.0
	Eşikli kapılar	15.0
Dış kapılar aynen pencere gibi hesaplanır.		

Isıtma tesisatı projesinin hazırlanması sırasında pencere konstrüksiyonunun belli olmadığı durumlarda, pencerenin açılan uzunluğu belirlenemez. Böyle durumda Tablo 5.12'den yararlanır.

Tablo 5.12 Yaklaşık Açılan Pencere Uzunluğunu Belirleyen Çizelge (t)

Yapının Şekli	Pencere veya kapının yüksekliği h	$W = \frac{\ell}{A}$
Muhtelif çok kanatlı pencereler	0.50	7.20
	0.63	6.20
	0.75	5.30
	0.88	4.90
	1.00	4.50
	1.25	4.10
	1.30	3.94
	1.50	3.70
	2.00	3.30
	2.50	3.00
İki kanatlı kapı	2.50	3.30
Tek kanatlı kapı	2.10	2.60

Tablo 5.12'deki W değeri,

$$W = \frac{\ell}{A} \quad (5.8)$$

açılan pencere uzunluğunun, toplam pencere alanına oranı olup pencere veya kapı yüksekliğine (h) bağlı seçilir. W belirlendikten sonra:

$$\ell = W \times A \quad (5.9)$$

eşitliğinden yararlanarak, pencerelerin açılan uzunluğu için yaklaşık bir değer hesaplanır. Oda durum katsayısı R, pencere malzemesi, kapının aralıklı veya aralıksız oluşu ve

$$\frac{A_{DP}}{A_{IK}} = \frac{\text{DışPencer Alanı}}{\text{İçKapılarınAlanı}} \quad (5.10)$$

oranına bağlı olarak Tablo 5.13'den seçilir.

R, içeri giren havanın akıp gidebilme durumunu belirtir. çoğu halde pencereler vasıtası ile içeri sızan hava, kapılardan dışarı sızar. R katsayısı hava akımına oda durumunun gösterdiği direnci belirtir. Bu durumda R katsayısı, $La()$ ile hesaba katılan hava miktarını kısın bir fren gibidir. Tam olarak hesabı çok zordur. Normal ebatta pencere ve kapıları olan odalar için $R=0.9$, büyük pencereleri, buna karşılık bir tek iç kapısı olan odalar için ise $R=0.7$ alınır.

Tablo 5.13 Oda Durum Katsayısı (R)

	İç kapı	$\frac{A_{DP}}{A_{IK}} = \frac{\text{DışPencer Alanı}}{\text{İçKapılarınAlanı}}$	R
Tahta veya plastik çerçeve	Aralıklı	$A_{DP}/A_{IK} < 3$	0.9
	Aralıksız	$A_{DP}/A_{IK} < 1.5$	0.9
Çelik veya metal çerçeve	Aralıklı	$A_{DP}/A_{IK} < 6$	0.9
	Aralıksız	$A_{DP}/A_{IK} < 2.5$	0.9
Tahta veya plastik çerçeve	Aralıklı	$3 < A_{DP}/A_{IK} < 9$	0.7
	Aralıksız	$1.5 < A_{DP}/A_{IK} < 3$	0.7
Çelik veya metal çerçeve	Aralıklı	$6 < A_{DP}/A_{IK} < 20$	0.7
	Aralıksız	$2.5 < A_{DP}/A_{IK} < 6$	0.7

Bina durum katsayısı H, binanın konumuna, bölgenin rüzgar durumuna bağlı olarak Tablo 5.14'den seçilir. Yüksek yapılarda üst katlarda rüzgar basıncı artacağından sızan hava miktarı da artar.

Tablo 5.14 Bina Durum Katsayısı (H) (kJ/m³K)

Bölgenin durumu	Binanın durumu	Bina durumu katsayısı	
		Bitişik nizam	Ayrık nizam
Normal bölge	Mahfuz	1.00	1.42
	Serbest	1.72	2.43
	Çok serbest	2.51	3.52
Rüzgarlı bölge	Mahfuz	1.72	2.43
	Serbest	2.51	3.52
	Çok serbest	2.60	4.73

Dış kapısı doğrudan dış havaya açılan ısıtılan hacimlerde (bina giriş holü, mağaza vb) hava sızıntısından farklı olarak bir hava değişimi olmaktadır. Bu gibi yerlerde aşağıdaki formül ile hava değişimi ısı kaybı hesaplanır.

$$Q_s = npC_p \Delta TV \quad (5.11)$$

Bu formüldeki sembollerin anlamları aşağıdaki gibidir;

n : Hava değişim sayısı (defa/h), p : Dış havanın yoğunluğu (kg/m³)

C_p : Sabit basınçta havanın özgül ısısı (C_p=1.005 kJ/kgK), L1T: iç ve dış sıcaklık arasındaki fark (K), V : ısıtılan yerin hacmi (m³)

5.2.5.3.Toplam Isı Kayıpları

Toplam ısı gereksinimi Q_h'yı hesaplamak için, artırımlar dikkate alınarak bulunan Q_i, ısı kaybı ile Q_s sızıntı (enfiltasyon) ısı kaybı toplanır. 17.sütunun sonunda bulunan artırımlı ısı gereksinimi ile, pencere ve kapıların açılan kısımları arasından kaçan ısının toplamı, Denklem 5.12 ve 5.13'de görüldüğü gibi toplam ısı gereksinimini verir [26].

$$\left| \begin{array}{l} \text{Toplam Isı} \\ \text{Gereksinimi} \end{array} \right| = \left| \begin{array}{l} \text{Artırtırımı} \\ \text{Gereksinimi} \end{array} \right| + \left| \begin{array}{l} \text{Sızıntı İçin Isı} \\ \text{Gereksinimi} \end{array} \right| \quad (5.12)$$

$$Q_h = Q_i + Q_s \quad (5.13)$$

BÖLÜM 6. ISI GEÇİŞİNE ÖRNEK BİR YALITIM HESABI

6.1. Binaya İlişkin Bilgiler

Bina Sakarya'dan seçilmiştir.

Bina ayrık nizamda normal bölgede serbest olarak alındı.

Bina iç sıcaklığı 20 °C derece ele alınmıştır.

Bina yüksekliği 2.80 m olup bina iki katlıdır.

Bu uygulama binası ile ilgili projeler ve planlar ektedir.

Hesaplama anında kullanılan projeler EK 2 'de, ısı iletkenlik hesap değerleri (λ_h)

EK 1-D' de, U geçirgenlik katsayıları EK 1-A' da, dış sıcaklık değerleri EK 1-B' de,

il seçimi EK 1-C' den yararlanılmıştır.

6.1.1. Örnek Isı Yalıtım Hesabını Yapılması

Yapı malzemesi belli olan binanın özgül ısı kaybı hesabı 'Isı Kaybı Hesabı Çizelgesi' doldurularak yapılır. Isı hesabı yapılırken kullanılan TS 825' e uygun olan değerler Bölüm 5 'de verilmiştir.

6.2. Isı Geçirgenlik Katsayısının Hesabı

6.2.1. Dış duvarın yalıtımsız ısı geçirgenlik katsayısı

Isı geçirgenlik direnci 1/U için,

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_{iç}} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_h}{\lambda_h} + \frac{1}{\alpha_{dış}}$$

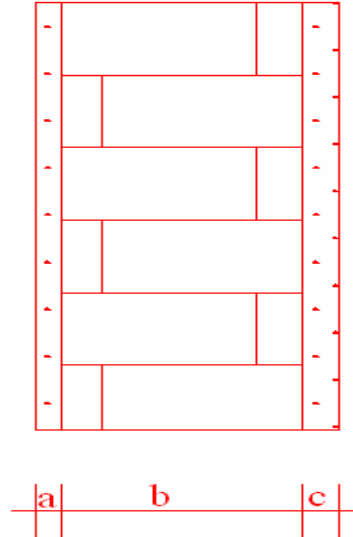
ifadesinden yararlanılır. Kullanılan dış duvardaki bitişik yapı malzemeleri, bunların kalınlıkları (d), ile ısı iletkenlik hesap değerleri (λ_h) aşağıda tablo halinde verilmiştir.

Tablo 6.1. Malzemelerin kalınlık ve iletkenlik katsayı değerleri

	Malzeme Cinsi	Kalınlık d(m)	Isı İletkenlik hesap değeri λ_h (W/m ² K)
a	İç Sıva	0.02	0.870
b	Yatay Delikli Tuğla	0.19	0.450
c	Dış Sıva	0.03	1.400
		$\frac{1}{\alpha_{iç}} = 0.13$, $\frac{1}{\alpha_{dış}} = 0.04$	

$$\frac{1}{U} = 0,13 + \frac{0,02}{0,870} + \frac{0,19}{0,450} + \frac{0,03}{1,400} + 0,04 = 0,64 \Rightarrow U = 1,56 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ elde}$$

edilir.



Şekil 6.1. Duvarın kesit görünüşü

Tablo 6.2. Yalıtımsız duvarda ısı kaybı hesap çizelgesi

ISI KAYBI HESABI											Sayfa					
YATAK ODASI											Kat	1				
20°C											Tarih					
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Zamlar				Toplam Isı İhtiyacı	
İşaret	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Isı İletim Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	İşletme	Kat Yükseklik	Yön		1,02
					A_0			A	k	Δt	Q_0	Z_D	Z_w	Z_h	Z	$Q_h = Q_{I+}$ Q_E
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	Watt m ² K		Watt	%	%	%	1+%	Watt
DD	D		0,1	2,2	0,22	1		0,22	1,56	23	7,8936	0,07	0	-0,05	1,02	8,051472
DD	D		1,4	2,2	3,08	1		3,08	1,56	23	110,5104					112,7206
DD	D		1	1,3	1,3	1		1,3	1,56	23	46,644					47,57688
DD	G		2,3	2,2	5,06	1		5,06	1,56	23	181,5528					185,1839
DD	G		0,6	2,2	1,32	1		1,32	1,56	23	47,3616					48,30883
											ZAMSIZ ISI KAYBI	393,9624	TOPLAM Q_i			401,8416

6.2.2. Dış duvarın yalıtımlı ısı geçirgenlik katsayısı

Isı geçirgenlik direnci $1/U$ için,

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_{iç}} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_h}{\lambda_h} + \frac{1}{\alpha_{dış}}$$

ifadesinden yararlanılır.

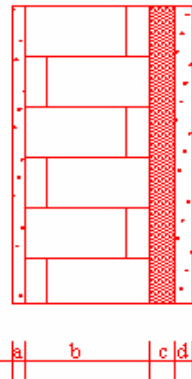
Kullanılan dış duvardaki bitişik yapı malzemeleri, bunların kalınlıkları (d), ile ısı iletkenlik hesap değerleri (λ_h) aşağıda tablo halinde verilmiştir.

Tablo 6.3. Malzemelerin kalınlık ve iletkenlik katsayı değerleri

	Malzeme Cinsi	Kalınlık d(m)	Isı İletkenlik hesap değeri λ_h (W/m ² K)
a	İç Sıva	0.02	0.870
b	Yatay delikli Tuğla	0.19	0.450
c	Ekstrude Polistiren Isı Yalıtım Levhası	0,04	0,031
d	Dış Sıva	0.03	1.400
		$\frac{1}{\alpha_{iç}} = 0.13$, $\frac{1}{\alpha_{dış}} = 0.04$	

$$\frac{1}{U} = 0,13 + \frac{0,02}{0,870} + \frac{0,19}{0,450} + \frac{0,04}{0,031} + \frac{0,03}{1,400} + 0,04 = 1,93 \quad \Rightarrow U = 0,518 \quad W/m^2K$$

elde edilir.



Şekil 6.2 Duvarın kesit görünüşü

Tablo 6.4. Yalıtımlı duvarda ısı kaybı hesap çizelgesi

ISI KAYBI HESABI												Sayfa				
YATAK ODASI												Kat	1			
20°C												Tarih				
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Zamlar			Toplam Isı İhtiyacı		
İşaret	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Isı İletim Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	İşletme	Kat Yükseklik		Yön	1,02
					A_0			A	k	Δt	Q_0	Z_D	Z_w	Z_h	Z	$Q_h = Q_i + Q_E$
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	Watt m ² K		Watt	%	%	%	1+%	Watt
DD	D		0,1	2,2	0,22	1		0,22	0,52	23	2,6312	0,07	0	-0,05	1,02	2,683824
DD	D		1,4	2,2	3,08	1		3,08	0,52	23	36,8368					37,57354
DD	D		1	1,3	1,3	1		1,3	0,52	23	15,548					15,85896
DD	G		2,3	2,2	5,06	1		5,06	0,52	23	60,5176					61,72795
DD	G		0,6	2,2	1,32	1		1,32	0,52	23	15,7872					16,10294
											ZAMSIZ ISI KAYBI	131,3208	TOPLAM Q_i			133,9472

6.2.3. Kolon ve kirişlerin yalıtımsız ısı geçirgenlik kat sayıları

Isı geçirgenlik direnci $1/U$ için,

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_{iç}} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_h}{\lambda_h} + \frac{1}{\alpha_{dış}}$$

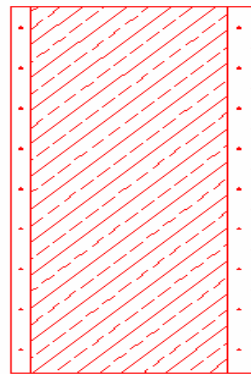
ifadesinden yararlanılır.

Binadaki kolon ve kirişlerin, bitişik yapı malzemeleri, bunların kalınlıkları (d), ile ısı iletkenlik hesap değerleri (λ_h) aşağıda tablo halinde verilmiştir.

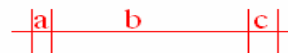
Tablo 6.5. Malzemelerin kalınlık ve iletkenlik katsayı değerleri

	Malzeme Cinsi	Kalınlık d(m)	Isı İletkenlik hesap değeri λ_h (W/m ² K)
a	İç Sıva	0.02	0.870
b	Donatılı Beton	0,20	2,100
c	Dış Sıva	0.03	1.400
		$\frac{1}{\alpha_{iç}} = 0.13$, $\frac{1}{\alpha_{dış}} = 0.04$	

$$\frac{1}{U} = 0,13 + \frac{0,02}{0,870} + \frac{0,20}{2,100} + 0,04 = 0,31 \quad \Rightarrow U = 3,22 \quad \text{W / m}^2\text{K} \text{ elde edilir.}$$



Şekil 6.3 Duvarın kesit görünüşü



Tablo 6.6. Yalıtımsız betonda ısı kaybı hesap çizelgesi

		ISI KAYBI HESABI											Sayfa			
YATAK ODASI													Kat	1		
20°C													Tarih			
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Zamlar				Toplam Isı İhtiyacı	
İşaret	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Isı İletim Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	İşletme	Kat Yükseklik	Yön		1,02
					A_0			A	k	Δt	Q_0	Z_D	Z_w	Z_h	Z	$Q_h = Q_{I+} + Q_E$
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	Watt m ² K		Watt	%	%	%	1+%	Watt
Ko	D		0,2	2,8	0,56	1		0,56	3,22	23	41,4736					42,30307
Ko	G		0,7	2,8	1,96	1		1,96	3,22	23	145,1576					148,0608
Ko	G		0,7	2,8	1,96	1		1,96	3,22	23	145,1576	0,07	0	-0,05	1,02	148,0608
Ki	D		3,1	0,6	1,86	1		1,86	3,22	23	137,7516					140,5066
Ki	G		2,3	0,6	1,38	1		1,38	3,22	23	102,2028					104,2469
Ki	G		0,6	0,6	0,36	1		0,36	3,22	23	26,6616					27,19483
ZAMSIZ ISI KAYBI											598,4048	TOPLAM Q_I				610,3729

6.2.4. Kolon ve kirişlerin yalıtımlı ısı geçirgenlik kat sayıları

Isı geçirgenlik direnci $1/U$ için,

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_{iç}} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_h}{\lambda_h} + \frac{1}{\alpha_{dış}}$$

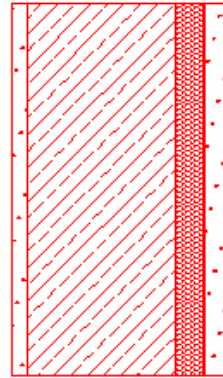
ifadesinden yararlanılır. Binadaki kolon ve kirişlerin, bitişik yapı malzemeleri, bunların kalınlıkları (d), ile ısı iletkenlik hesap değerleri (λ_h) aşağıda tablo halinde verilmiştir.

Tablo 6.7. Malzemelerin kalınlık ve iletkenlik katsayı değerleri

	Malzeme Cinsi	Kalınlık d(m)	Isı İletkenlik hesap değeri λ_h (W/m ² K)
a	İç Sıva	0.02	0.870
b	Donatılı Beton	0,20	2,100
c	Ekstrude Polistiren Isı Yalıtım Levhası	0,04	0,031
d	Dış Sıva	0.03	1.400
$\frac{1}{\alpha_{iç}} = 0.13, \frac{1}{\alpha_{dış}} = 0.04$			

$$\frac{1}{U} = 0,13 + \frac{0,02}{0,870} + \frac{0,20}{2,100} + \frac{0,04}{0,031} + 0,04 = 1,60 \Rightarrow U = 0,625 \text{ W/m}^2\text{K elde}$$

edilir.



Şekil 6.4 Duvarın kesit görünüşü



Tablo 6.8 Yalıtımlı betonda ısı kaybı hesap çizelgesi

ISI KAYBI HESABI											Sayfa					
YATAK ODASI											Kat	1				
20°C											Tarih					
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Zamlar			Toplam Isı İhtiyacı		
İşaret	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Isı İletim Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	İşletme	Kat Yükseklik		Yön	1,02
					A_0			A	k	Δt	Q_0	Z_D	Z_W	Z_h	Z	$Q_h = Q_{I+}$ Q_E
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	Watt m ² K		Watt	%	%	%	1+%	Watt
Ko	D		0,2	2,8	0,56	1		0,56	0,62	23	7,9856	0,07	0	-0,05	1,02	8,145312
Ko	G		0,7	2,8	1,96	1		1,96	0,62	23	27,9496					28,50859
Ko	G		0,7	2,8	1,96	1		1,96	0,62	23	27,9496					28,50859
Ki	D		3,1	0,6	1,86	1		1,86	0,62	23	26,5236					27,05407
Ki	G		2,3	0,6	1,38	1		1,38	0,62	23	19,6788					20,07238
Ki	G		0,6	0,6	0,36	1		0,36	0,62	23	5,1336					5,236272
ZAMSIZ ISI KAYBI											115,2208	TOPLAM Q_I				117,5252

BÖLÜM 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada donatılı betonlardaki ısı geçişleri duvar,pencere..vb. gibi yapılardakinden daha fazla olduğundan dolayı ısı yoğunluğu ve dolayısıyla ısı köprülerinin oluşacağı ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Ayrıca örnek bir bina projesi (Ek 2) üzerinde dış duvarlarda ve kolon-kiriş (donatılı beton) bölgelerinde oluşan ısı kayıpları hesaplanmıştır.

Yapılan hesaplamalar sonunda bir odanın iki dış duvar ve kolon-kiriş yüzeylerindeki ısı kayıpları incelenmiş ve donatılı betonlardaki ısı kayıplarının duvarlarda oluşan ısı kayıplarından daha fazla olduğu görülmüştür. İki duvardaki toplam duvar metrajı $10,98 \text{ m}^2$ iken donatılı beton yüzeylerinin metrajı ise $8,08 \text{ m}^2$ bulunmuştur. Hesaplar yüzeylerin yalıtımlı ve yalıtımsız olmasına göre ayrı ayrı yapılmıştır. Yalıtımsız duvar yüzeylerdeki ısı kayıpları $393,96 \text{ Watt (W)}$ iken yalıtımlı duvar yüzeylerdeki ısı kayıpları ise $131,32 \text{ W}$ olarak bulunmuştur. Bunun yanında yalıtımsız donatılı beton yüzeylerdeki ısı kayıplarının değeri $598,40 \text{ W}$ iken yalıtımlı betonun ısı kaybının değeri ise $115,22 \text{ W}$ 'tır. Bu alınan sonuçlardan yalıtımsız olmak üzere donatılı beton yüzeylerindeki ısı kaybı, kendi özelliğine en yakın malzeme olan duvara göre metrekare başına 2 kattan daha fazladır. Yalıtımlı yüzeylerde ise ısı kaybının büyük oranda azaldığı görülmektedir. Bu nedenle yalıtımsız duvarların yalıtımlılara göre ısı kaybı oranı 3 iken, yalıtımsız donatılı betonlarda ısı kaybı yalıtımlılara göre 5 daha fazla olduğu görülmüştür.

Yukarıdaki sonuçlardan görüldüğü üzere yalıtımsız donatılı betonlarda ısı kaybı değerleri duvarlara göre oldukça büyüktür. Bu ısı kayıpları kullanılan malzemelere özgül iletkenlik katsayılarının düşük veya yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Bu

nedenle, ısı geçişi yoğunluğunun donatılı beton yüzeylerde daha fazla olmasından dolayı bu bölgelerde ısı köprüsü adı verilen kayıplar meydana gelmektedir.

Yalıtımlı yüzeylerde ısı kaybının önemli ölçüde azalması nedeniyle söz konusu ısı köprülerinin oluşmasını engellemek için iklimine göre uygun kalınlıktaki doğru bir yalıtım malzemesi seçilmeli ve binaların dış yalıtımı yapılması gereklidir. Binalarda ısı yalıtım malzemesinin ve kalınlığının optimum seçilmesi ısıl konforun sağlanmasında en önemli etkenlerden biridir. Ancak ısı yalıtım uygulamalarında, sistemin yerine getirmesi gereken ana görevlerde mevcuttur. Bu amaçla, yalıtım sistemi seçilirken; yeterli yalıtım düzeyinin sağlanıp sağlanmadığı, yapı elemanının doğru seçilip seçilmediği, bütün ısı köprülerinin yalıtılıp yalıtılmadığı, yoğuşma sorununun oluşup oluşmayacağı, seçilen yalıtım malzemesi ve yalıtım tipinin kullanıldığı yapı elemanında meydana gelebilecek mekanik gerilmelere dayanabilecek özellikte olup olmadığı ve yangın açısından gerekli tedbirlerin alınıp alınmadığı mutlaka kontrol edilmelidir.

Zorunlu ısı yalıtım standardı TS 825'e göre yalıtım malzemesinin ve kalınlıklarının tüm binalarda olduğu gibi konutlarda da uygulanıp uygulanmadığı titizlikle kontrol edilmelidir. Avrupa Birliği'nin ısı yalıtımı ile ilgili standartlar iyi incelenmeli ve gerekirse yönetmelikler bu kurallara eksiksiz uyacak şekilde revize edilmelidir. Bu konuda ısı yalıtım malzemesi üreten ve uygulayan firmalara da büyük görevler düşmektedir. Bu firmalar halkın bilinçlendirilmesinde ve yalıtım sektörünün daha da gelişmesinde kilit noktayı oluşturacaktır.

Yapıların kat sayısının artması, yüzeylerinin büyümesi, fazla sayıda yüzeyden oluşması, yüzeylerdeki boşlukların alan olarak büyümesi, yapıım teknikleri açısından olduğu kadar ısı yalıtım sorunlarını da çoğaltarak daha duyarlı davranılmasını gerektirmektedir. Isı yalıtımının doğru ve istenilen ölçülerde gerçekleştirilmesi mimari yönden en uygun zmlerdir.

Binalarda ısı kayıp ve kazançlarının azaltılması genel olarak mimari projeye ve projede kullanılan yapı elemanlarının fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle mimari projenin hazırlanması sırasında mimarlar ısı kayıpları ve kazançlarını dikkate almalıdırlar. Yapı tasarımında TS 825 ısı yalıtım

hesaplarına göre detaylar düşünmelidirler. Günümüzde önce yapının projesi bitirilmekte, daha sonra ısı yalıtım detayları aranmaktadır. Halbuki tam tersi yapı tasarımı yapılırken eldeki mevcut ısı yalıtım malzemeleri ve detaylara göre proje geliştirilmelidir.

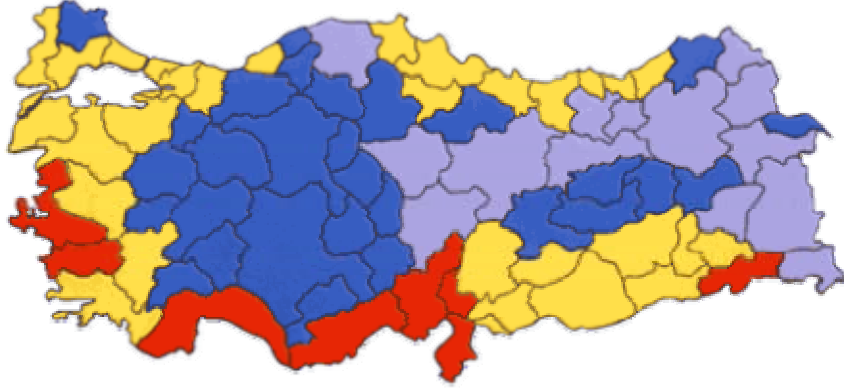
KAYNAKLAR

- [1] KOÇU N., KORKMAZ S.Z., “Konya Çevresindeki Yapılarda Isı Yalıtımı Uygulamalarının TS 825’e Göre Değerlendirilmesi ve Çevre Kirliliğine Etkisi” Yalıtım ve Enerji Yönetimi Kongresi, Eskişehir, 21-23 Mart 2003.
- [2] IŞIKEL K., “Gerçek Isı Yalıtım Malzemeleri Nelerdir”, 2. Isı-Ses-Su-Yangın Sempozyumu Bildirisi, İstanbul,12-13 Aralık 1997, sayfa 7-8, Teknik Yayıncılık Tanıtım A.Ş., İstanbul,171s.
- [3] KARAKOÇ H., BİNYILDIZ E. ve TURAN O., “Binalarda ve Tesisatta Isı Yalıtımı” ODE Teknik Yayınları No: G 20, İstanbul, 210s.
- [4] DAĞSÖZ A., “Konutlarda Ekonomik Isınma El Kitabı”, İZOCAM A.Ş., İstanbul,70s.
- [5] <http://www.izocam.com.tr/izocam.htm>
- [6] POLİPAN ekstrude polistren ısı yalıtım levhaları broşürü, 2006.
- [7] TAMER M., “Yapılarda Nemlenmenin ve Su Buharı Yoğuşmasının Sebepleri ve Alınabilecek Önlemler”, 19.01.2001, ATERMİT-2003.
- [8] SERWAY R. A., Robert J. Beichner, (çeviri Kemal Çolakoğlu), “Fen ve Mühendislik için Fizik 1. Cilt”, Palme yayıncılık.
- [9] ŞENKAL SEZER F., “Türkiye’de Isı Yalıtımının Gelişimi ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtım Sistemleri”, Uludağ Üniversitesi Müh.-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 10, Sayı 2, 2005.
- [10] ÖZPOR ısı, ses ve yangın yalıtımı tanıtım broşürü, www.ozpor.com.tr, 2005.
- [11] ATERMİT Yalıtım Malzemeleri Tanıtım Broşürü, www.atermit.com, 2005.
- [12] <http://www.izoder.org.tr/detay.php?icerik=yalitim&kategori=1>
- [13] DİLMAÇ Ş.,” Çift Duvar Arası Isı Yalıtımı Uygulamalarında Türkiye’deki Mevcut Durumun Değerlendirilmesi ve Avrupa Birliği Ülkelerindeki Uygulamalar ile Karşılaştırılması”, Trakya Üniversitesi İnşaat Müh. Bölümü, Çorlu, Tekirdağ, 1998.
- [14] TS 825 ,”Binalarda Isı Yalıtım Kuralları”, Mecburi Standart Tebliği, Ankara, 1999.

- [15] TEPE BETOPAN dış cephe levhaları, APEKS Yapı Sistemleri, www.apeksyapi.com, www.betopan.com.tr
- [16] ERİÇ M., “Yapı Fiziği ve Malzemesi”, Literatür Yayınları, no.2, Birinci Baskı, Nisan, İstanbul, 1994,s.367.
- [17] KARAGÜLER M., “Isıl İşlem Parametrelerinin Hafif Beton Özelliklerine Etkisi”, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi- Yayınlanmamış), İstanbul, 1998,s.163.
- [18] İZODER web sayfası, “Duvarlarda Isı Yalıtımı”, www.izoder.org.tr/docs/isi_duvarlar.pdf
- [19] KARAKOÇ T. H., BİNYILDIZ E., TURAN O., “Binalarda Tesisat ve Isı Yalıtımı”, ODE Teknik Yayınları No: G 20, 7s.
- [20] The Dow Chemical Company , Duvarlarda ve Isı Köprülerinde Isı Yalıtımı, Isı Köprüleri Yalıtımı-WALLMATE TB, <http://www.dow.com/styrofoam/europe>
- [21] <http://www.dow.com/styrofoam/europe/tr/insulate/w03.htm>
- [22] <http://www.dow.com/styrofoam/europe/tr/insulate/w01.htm>
- [23] <http://www.dow.com/styrofoam/europe/tr/insulate/w04.htm>
- [24] <http://www.izolasyon-bilgi.com/isi-izolasyonu/duvarlarda-isi-yalitimi.htm>
- [25] http://www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/en_tas_etkinlik/2005_bildiriler/oturum4/MehmetOzcan.doc
- [26] KARAKOÇ T. H., “Uygulamalı TS 825 ve Kalorifer Tesisatı Hesabı”, İZOCAM A.Ş., 2001.

EKLER

EK 1-A BÖLGELERE GÖRE TAVSİYE EDİLEN “U” (YAPI BİLEŞENLERİNİN ISI GEÇİRGENLİK KATSAYISI) DEĞERLERİ [15]



	U_D (W/m ² K)	U_T (W/m ² K)	U_t (W/m ² K)	U_p (W/m ² K)
1. Bölge	0.80	0.50	0.80	2.80
2. Bölge	0.60	0.40	0.60	2.80
3. Bölge	0.50	0.30	0.45	2.80
4. Bölge	0.40	0.25	0.40	2.80

EK 1-B YERLEŞİM YERLERİNE GÖRE ISI HESABINDA KULLANILACAK DIŞ SICAKLIK DEĞERLERİ

Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcaklık °C
Acıpayam	-6	Ayancık	-3 R	Bozkurt	-3 R	Çukurca	-18
ADANA	OR	Avazı	-6 R	Bozova	-6 R	Çumra	-12
ADAPAZARI	-3 R	Ayaş	-12 R	Bozüyük	-9 R	Çüngüş	-9
Adıcevaz	-15	AYDIN	-3 R	Bucak	-9	Çıldır	-21
ADİYAMAN	-9	Ayvacık	-3 R	Bulancak	-3	Çınar	-6 R
Ağlasun	-9	Ayvalık	-3 R	Bulanık	-21	Dadav	-12
Ağın	-15	Azdavay	-9	Buldan	-6	Darende	-15
AGRI	-24	Babaeski	-9 R	BURDUR	-9	Datça	-3 R
AFYON	-12 R	Bafra	-3 R	Burhaniye	-3 R	Demirci	-6 R
Afşin	-15	Bahçe	-3	BURSA	-6 R	Demirköy	-9 R
Ahlat	-15	Bala	-12 R	Bünvan	-15	DENİZLİ	-6
Akçaabat	-3	BALIKESİR	-3 R	Cevhan	OR	Dereli	-6
Akçadağ	-12	Balyağ	-3 R	Cide	-3 R	Derik	-6 R
Akçakale	-6 R	Banaz	-9 R	Cihanbeyli	-12	Develi	-15
Akçakoca	-3 R	Bandırma	-6 R	Cizre	-6	Devrek	-9
Akdağ Madeni	-15	BARTIN	-3 R	Cal	-9	Devrekani	-12
Akhisar	-3 R	Başkale	-27	Camardı	-15 R	Dicle	-9
Akkuş	-6	Başkil	-12	Çameli	-6	Digor	-27
AKSARAY	-15	BATMAN	-9	Çan	-3	Dikili	-3 R
Akseki	-9 R	Bavat	-15	ÇANAKKALE	-3 R	Dinar	-9
Akşehir	-12	BAYBURT	-15	Çankaya	-12 R	Divriği	-18
Alaca	-15	Bavhan	-12	ÇANKIRI	-15	Diyadin	-24
Alaçam	-3 R	Bavramiç	-3 R	Çardak	-9	DİYARBAKIR	-9 R
Alanya	+3 R	Bayındır	-3	Çarsamba	-3 R	Doğanhisar	-12
Alaşehir	-6	Bergama	-3 R	Çat	-21	Doğanşehir	-9
Almus	-12	Besni	-9	Çatak	-21	Doğubevazıt	-27
Altınözü	OR	Beşiri	-9	Çatalca	-6 R	Dörtöyol	+3 R
Altıntaş	-12	Beykoz	-3 R	Çatalzevтин	-3 R	Durağan	-9
Alucra	-12	Beypazarı	-12 R	Çay	-12	Dursunbey	-9 R
AMASYA	-12	Bevtüşşebap	-18	Çaycuma	-6 R	Düzce	-9 R
Anamur	+3	Beyşehir	-12	Çayeli	-3	Eceabat	3R
Andırın	-9	Biga	-3 R	Çaykara	-9	EDİRNE	-9
ANKARA	-12 R	Bigadiç	-6 R	Çayıralan	-15	Edremit	-3 R
ANTAKYA	OR	BİLECİK	-9 R	Çayırılı	-18	Eğridir	-9
ANTALYA	+3 R	BİNGÖL	-18 R	Çekerek	-15	Eflani	-12
Araban	-9	Birecik	-6 R	Çelikhan	-9	ELAZIG	-12
Arac	-15	Bismil	-9	Çemiskezek	-15	Elbistan	-12
Araklı	-3	BİTLİS	-15	Çerkezköy	-9 R	Eleşkirt	-24
Arapçay	-27	Boğazlıyan	-15	Çerkeş	-15	Elmalı	-9
Arapkir	-15	Bodrum	+3 R	Çermik	-9 R	Emet	-9 R
Ardahan	-21	BOLU	-15	Çeşme	0	Emirdağ	-12
Ardanuç	-9	Bolvadin	-12	Çiçekdağı	-15	Enez	-9 R
Ardeşene	-3	Bor	-15 R	Çifteler	-12 R	Erbaa	-12
Arguvan	-12	Borçka	-3	Çine	-3 R	Erciş	-15
Arhavi	-3	Bornova	OR	Çivril	-9	Erdek	-6 R
Artova	-12	Boyabat	-9	Çorlu	-9 R	Erdemli	+3
ARTVIN	-9	Bozcaada	-15	Çoruh	-9	Ereğli (Karadeniz)	-3 R
Aşkale	-21	Bozdoğan	+3 R	ÇORUM	-15	Ereğli (Konya)	-15
Avanoz	-15	Bozkor	-9	Çubuk	-12 R	Ergani	-9

EK 1-B'nin devamı

Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcaklık °C
Ermenek	-9	GÜMÜŞHAN E	-12	Kadıköy	-3 R	Kızıltepe	-6
Eruh	-6	Gündoğmuş	-3 R	Kadınhan	-12	Kığı	-18
ERZİNCAN	-18	Güney	-6	Kağızman	-24	Kilis	-6
ERZURUM	-21	Gürpınar	-18	Kadirli	-3 R	Kiraz	-3
Eskipazar	-15	Gürün	-15	KAHRAMANMARAŞ	-9	Koçanlı	-3 R
ESKİŞEHİR	-12	Hacıbektaş	-12	Kahta	9R	KONYA	-12
Espiye	-3	Hadım	-9	Kalecik	-12	Korkuteli	-9
Ezine	-3 R	Hafik	-18	Kaman	-12	Köyceğiz	-3 R
Eşine	-6	HAKKARİ	-24	Kandıra	-3 R	Koyulhisar	-12
Fatsa	-3 R	Halfeti	-9 R	Kangal	-18	Kozaklı	-15
Feke	-9	Hamur	-24	Karabük	-12	Kazan	-3 R
Felahiye	-15	Hanak	-21	Karaburun	-3	Kozluk	-12
Fethiye	-3	Hani	-12	Karacabey	-6 R	Kula	-6
Fındıklı	-3	Hassa	-3 R	Karacasu	-3	Kulp	-15
Finike	+3 R	Havsa	-9 R	Kakarahallı	-9 R	Kumluca	0
Foça	0	Havza	-9	Karaisalı	-3 R	Kuşadası	OR
Gazipaşa	-3 R	Haymana	-12 R	Karakoçan	-18	Kurtalan	-9
GAZİANTEP	-9	Hayrabolu	-9 R	KARAMAN	-12	Kurucasıle	-3 R
Gebze	-3 R	Hazro	-12	Karamürsel	-3 R	Kurşunlu	-15
Gediz	-9 R	Hekimhan	-15	Karapınar	-12	Kuyucuk	-3
Gelendost	-12	Hendek	-6 R	Karasu	-3 R	Küre	-6 R
Gelibolu	-3 R	Hilvan	-6 R	Karataş	+3 R	KÜTAHYA	-12
Gemerek	-15	Hizan	-18	Karayazı	-24	Ladik	-9
Gemlik	-3 R	Hopa	-3	Kargı	-12	Lalapaşa	-9 R
Genç	-15	Horasan	-27	Karhova	-21	Lapseki	-3 R
Gercüş	-6	Hozat	-18	KARS	-27	Lice	-15
Gerede	-15	Hızmız	-21	Kartal	-3 R	Lüleburgaz	-9 R
Gerger	-9	İĞÖİR	-18	KASTAMONU	-12	Maçka	-3
Germencik	-3 R	İlgaz	-15	Kavak	-6	Mağara	-15
Gerze	-3 R	İlgin	-12	KAYSERİ	-15	Maden	-9
Gevaş	-15	İSPARTA	-9	Kaş	+3 R	Mahmudiye	-12 R
Geyve	-6 R	İdil	-6	Keban	-12	MALATYA	-12
GİRESUN	-3	İkizdere	-9	Keçiborlu	-9	Malazgirt	-21
Göksun	-12	İliç	-18	Keles	-3 R	Malkara	-6 R
Gölbaşı	-9	İmranlı	-18	Kelkit	-15	Manavgat	-3 R
Gölcük	-3 R	İmroz	-3 R	Kemah	-18	Manyas	-6 R
Göle	-21	İncesu	-15	Kemaliye	-18	MANİSA	-3 R
Göhlhisar	-9	İnebolu	-3 R	Kemalpaşa	-3	MARDİN	-6
Gölköy	-6	İnegöl	-9 R	Kesput	-6 R	Marmaris	+3 R
Gölpazarı	-6	İpsala	-9 R	Keskın	-12	Mazgıt	-18
Gönen	-6 R	İskenderun	+3	Keşan	-6 R	Mazıdağı	-6
Gönülcek	-15	İskilip	-15	Keşap	-3	Mecitözü	-15
Gördes	-6 R	İslahiye	-3	Kıbrısçık	-12	Menemen	OR
Görece	-3	İspir	-18	Kimik	-3 R	Mengen	-15
Göynük	-9 R	İSTANBUL	-3 R	Kırıkhan	OR	Meriç	-9 R
Güdül	-12 R	İvrindi	-3 R	KIRIKKALE	-12	MERSİN	+3
Gülnar	-3	İZMİR	0	Kırkağaç	-3	Merzifon	-12
Gülşehir	-15	İZMİT	-3 R	KIRŞEHİR	-12	Mesudiye	-12
Gümüşhacıköy	-12	İznik	-3 R	Kızılcahamam	-12	Midyat	-6
Mihalıççık	-12 R	Pazar	-3	Şafaatlı	-15	Uluborlu	-9
Milis	0	Pazarcık	-9	Şemdinli	-27	Uludere	-12
Mucur	-12	Pazaryeri	-9	Şereflikoçhisar	12	Ulukışla	-15
Mudanya	-3 R	Pehlivanlı	-9 R	ŞIRNAK	-6	Ulus	-6 R
MUGLA	-3 R	Perşembe	-3 R	Şile	-3 R	URFA	-6 R
Mudurnu	-9	Pertek	-12	Şiran	-15	Uzunköprü	-9 R
Muradiye	-18	Pervari	-15	Şirvan	-12	UŞAK	-9 R
Muratlı	-6 R	Pınarbaşı	-15	Şuhut	-12 R	Ünye	-3 R

EK 1-B'nin devamı

Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcak. °C	Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcaklık °C
M.Kemalpaşa	-6 R	Polatlı	-12 R	Tarsus	O	Ürgüp	-15
Mut	-9	Posof	-15	Taşköprü	-12	Urla	O
Mutki	-15	Pozantı	-9	Taşlıçay	-24	Üsküdar	-3 R
MUŞ	-18	Pülümür	-16	Taşova	-12	Vakfikebir	-3
Nallıhan	-12 R	Pütürge	-9	Tatvan	-15	VAN	-15
Narman	-24	Refahiye	18	Tavas	-3	Varto	-21
Nazilli	-3	Reşadiye	-12	Tavşanlı	-9 R	Vezirköprü	-9
Nazimiye	-18	Reyhanlı	-3 R	Tefenni	-9	Viranşehir	-6 R
NEVŞEHİR	-15	RİZE	-3	TEKİRDAĞ	-6 R	Vize	-6 R
NİĞDE	-15 R	Safranbolu	-12	Tekmen	-21	Yahyalı	-15
Niksar	-12	Saimbeyli	-12	Tercan	-21	YALOVA	-3 R
Nizip	-6 R	Salihli	-3	Terme	-3 R	Yalvaç	-12
Nusaybin	-6 R	Samandağ	+3 R	Tire	-3 R	Yapraklı	-15
Oğuzeli	-9	SAMSUN	-3 R	Tirebolu	-3	Yatağan	-3 R
Of	-3	Sandıklı	-12	TOKAT	-15	Yavuzeli	-9
Oltu	-24	Sapanca	-3 R	Tomarza	-15	Yayladağı	OR
Olur	-18	Sultanhisar	-3	Tonya	-3	Yenice	-3 R
ORDU	-3	Suluova	-12	Torbali	OR	Yenişehir	-6 R
Orhaneli	-6 R	Sungurlu	-15	Tortum	-21	Yeşilhisar	-15
Orhangazi	-3 R	Suruç	-6 R	Torul	-9	Yeşilova	-9
Ortaköy	-15	Susurluk	-6 R	Tosya	-15	Yeşilyurt	-12
Osmancık	-12	Suşehri	-15	Tozanlı	-12	Yerköy	-15
Osmaneli	-6 R	Sürmene	-3	TRABZON	-3	YOZGAT	-15
Osmanlı	-3 R	Sütçüler	-9	TUNCELİ	-18	Yüksekova	-27
Övacık	-18	Şabanözü	-15	Turgutlu	-3	Yunak	-12
Ödemiş	-3	Şanaya	-21	Turhal	-12	Yusufeli	-12
Ömerli	-6	Şarkikaraağaç	-12	Türkeli	-3 R	Yığılıca	-12
Özalp	-15	Şarköy	-3 R	Tutak	-22	Yıldızeli	-18
Palu	-15	Şarkışla	-18	Tuzluca	-18	Zara	-18
Pasinler	-24	Şavşat	-12	Ula	-3 R	Zile	-15
Patnos	-21	Şebinkarahisar	-12	Ulubey	-9	ZONGULDAK	-3 R

EK 1-C TS 825'e uygun İllere Göre Derece Gün Bölgeleri

1. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
ADANA	AYDIN	İÇEL		
ANTALYA	HATAY	İZMİR		
İli 2. Bölgede olup da kendisi 1. Bölgede olan Belediyeler				
AYVALIK (Balıkesir)	DALAMAN (Muğla)	FETHİYE (Muğla)	MARMARİS (Muğla)	
BODRUM (Muğla)	DATÇA (Muğla)	KÖYCEĞİZ (Muğla)	MİLAS (Muğla)	GÖKOVA (Muğla)
2. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
ADAPAZARI	ÇANAKKALE	K.MARAŞ	Rize	TRABZON
ADIYAMAN	DENİZLİ	Kilis	SAMSUN	YALOVA
AMASYA	DİYARBAKIR	KOCAELİ	Siirt	ZONGULDAK
BALIKESİR	EDİRNE	MANİSA	SİNOP	
BARTIN	GAZİANTEP	MARDİN	ŞANLIURFA	
BATMAN	GİRESUN	MUĞLA	ŞIRNAK	
BURSA	İSTANBUL	ORDU	TEKİRDAĞ	
İli 3. Bölgede olup da kendisi 2. Bölgede olan belediyeler				
HOPA (Artvin)	ARHAVİ (Artvin)	DÜZCE (Bolu)		
İli 4. Bölgede olup da kendisi 2. Bölgede olan belediyeler				
ABANA (Kastamonu)	BOZKURT (Kastamonu)		ÇATALZEYTİN (Kastamonu)	
CİDE (Kastamonu)	İNEBOLU (Kastamonu)		DOGANYURT (Kastamonu)	
3. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
AFYON	BURDUR	KARABÜK	MALATYA	
AKSARAY	ÇANKIRI	KARAMAN	NEVŞEHİR	
ANKARA	ÇORUM	KIRIKKALE	NİĞDE	
ARTVİN	ELAZIĞ	KIRKLARELİ	TOKAT	
BİLECİK	ESKİŞEHİR	KIRŞEHİR	TUNCELI	
BİNGÖL	İĞDIR	KONYA	UŞAK	
BOLU	ISPARTA	KÜTAHYA		
İli 1. Bölgede olup da kendisi 3. Bölgede olan belediyeler				
POZANTI (Adana)	KORKUTELİ (Antalya)			
İli 2. Bölgede olup da kendisi 3. Bölgede olan belediyeler				
MERZİFON (Amasya)	ULUS (Bartın)	DURSUNBEY (Balıkesir)		
İli 4. Bölgede olup da kendisi 3. Bölgede olan belediyeler				
TOSYA (Kastamonu)				
4. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
AĞRI	ERZURUM	KAYSERİ		
ARDAHAN	GÜMÜŞHANE	MUŞ		
BAYBURT	HAKKARİ	SİVAS		
BİTLİS	KARS	VAN		
ERZİNCAN	KASTAMONU	YOZGAT		
İli 2. Bölgede olup da kendisi 4. Bölgede olan belediyeler				
KELES (Bursa)	MESUDİYE (Ordu)	Ş.KARAHSAR (Giresun)		
ULUDAĞ (Bursa)	AFŞIN (K.Maraş)	GÖKSUN (K. Maraş)	ELBİSTAN (K.Maraş)	
İli 3. Bölgede olup da kendisi 4. Bölgede olan belediyeler				
KIĞI (Bingöl)	SOLHAN (Bingöl)	PÜLÜMÜR (Tunceli)		

**EK 1-D Yapı Malzeme ve Bileşenlerinin 1511 iletkenliği Hesap Değerleri (λ_h) ve Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörleri (μ) "1),2),3),4),5),6)"
(TS 825'e uygun)**

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi ¹⁾ kg/m ³	Isıl iletkenlik Hesap değerleri λ_h ⁴⁾ W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü μ ⁶⁾
1	Doğal taşlar			
1.1	Kristal yapılı püskürük ve metaformik taşlar (granit, bazalt, mermer vb.)	>2800	3,5	
1.2	Tortul, sedimante taşlar (kum taşı, traverten, konglomeralar vb.)	2600	2,3	
1.3	Gözenekli püskürük taşlar	<1600	0,55	
2	Doğal zeminler (doğal nemlikte)			
2.1	Kum, kum - çakıl	1800	1,4	
2.2	Kil, sıkı toprak	2000	2,1	
3	Dökme malzemeler (hava kurusunda, üzeri örtülü durumda)			
3.1	Kum, çakıl, kırma taş (mıcır)	1800	0,7	
3.2	Bims çakılı (TS 3234)	≤1000	0,19	
3.3	Yüksek fırın lücurufu	≤600	0,13	
3.4	Kömür curufu	≤1000	0,23	
3.5	Gözenekli doğal taş mıcırları	≤1200	0,22	
		≤1500	0,27	
3.6	Genleştirilmiş perlit agregası (TS 3681)	≤50	0,046	
		≤100	0,058	
		≤150	0,070	
		≤200	0,081	
3.7	Genleştirilmiş mantar parçacıkları	≤200	0,05	
3.81	Polistiren, sert köpük parçacıkları	15	0,045	
3.9	Testere ve plan ya talaşı	200	0,07	
3.10	Saman	150	0,058	
4	Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	0,87	15-35
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	15-35
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	10
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış siva	1200	0,35	10
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	15-35
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,4	
4.7	Dökme asfalt kaplama, kalınlık ≥15 mm	2300	0,9	15-35
4.8	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış siva harçları	800 900 1000	0,30 0,35 0,38	

EK 1-D'in devamı

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi ¹⁾ kg/m ³	Isıl iletkenlik Hesap değerleri λ_h ⁴⁾ W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü μ ⁶⁾
4.9	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	400 500 600 700 800	0,14 0,16 0,20 0,24 0,29	
5	Büyük boyutlu yapı elemanları ve bileşenleri (kolon, kiriş, döşeme ve ısı iletkenliği hesabına esas yüzeyi 0,25 m ² den büyük olan perde, panolar gibi)			
5.1	Normal beton, (TS 500'e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar			
	Donatılı	2400	2,1	70-150
	Donatısız	2200	1,74	70-150
5.2	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız			
5.2.1	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114'te uygun agregalarla 3)	800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1800 2000	0,39 0,44 0,49 0,55 0,62 0,70 0,79 0,89 1,00 1,30 1,60	70-150 70-150 70-150 70-150 70-150 70-150 70-150 70-150 70-150 70-150 70-150
5.2.2	Yalnız genleştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 3649'a uygun) 3)	300 400 500 600 700 800 900 1000 1200 1400 1600	0,10 0,13 0,15 0,19 0,21 0,24 0,27 0,30 0,35 0,42 0,49	

EK 1-D'nin devamı

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi ¹⁾ kg/m ³	Isıl iletkenlik Hesap değerleri λ_h ⁴⁾ W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü μ ⁶⁾
5.3	Tuvenan halindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu)			
5.3.1	Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	1600 1800 2000	0,81 1,10 1,40	3-10 5-10
5.3.2	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar ³⁾	600 700 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000	0,22 0,26 0,28 0,36 0,46 0,57 0,75 0,92 1,20	5-15 5-15 5-15 5-15 5-15 5-15 5-15 5-15 5-15
5.3.3	Yalnız doğal bims kullanılarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar (TS 3234'e uygun) (TS 2823,e uygun yapı elemanları dahil)	500 600 700 800 900 1000 1200	0,15 0,18 0,20 0,24 0,27 0,32 0,44	5-15 5-15 5-15 5-15 5-15 5-15 5-15
5.4	Organik bazlı agregalarla yapılmış hafif betonlar			
5.4.1	Ahşap testere veya planya talaşı betonu	400 600 800 1000 1200	0,14 0,19 0,25 0,35 0,44	
5.4.2	Çeltik kapağı betonu	600 700	0,14 0,17	
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil)	400 500 600 700 800	0,14 0,16 0,19 0,21 0,23	5-10 5-10 5-10 5-10 5-10
6	Yapı plakları ve levhaları			
6.1	Gaz beton yapı levhaları (TS 453' uygun plaklar)			
6.1.1	Normal derz kalınlığında ve normal harçta yerleştirilen levhalar	500 600 700 800	0,22 0,24 0,27 0,29	5-10 5-10 5-10 5-10

EK 1-D'nin devamı

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütle ¹⁾ kg/m ³	Isıl iletkenlik Hesap değerleri λ_h ⁴⁾ W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü μ ⁶⁾
6.1.2	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	500	0,19	5-10
		600	0,22	5-10
		700	0,24	5-10
		800	0,27	5-10
6.2	Hafif betondan duvar plakları	800	0,29	5-10
		900	0,32	5-10
		1000	0,37	5-10
		1200	0,47	5-10
		1400	0,58	5-10
6.3	Alçıdan duvar levhalar ve blokları (gözenekli, delikli, dolgu veya agregalı olanlar dahil) (TS 451, TS 452, TS 1474'e uygun)	600	0,29	5-10
		750	0,35	5-10
		900	0,41	5-10
		1000	0,47	5-10
		1200	0,58	5-10
6.4	Genleştirilmiş perlit agregası katılmış alçı duvar levhaları (TS 3682'ye uygun)	600	0,29	5-10
		750	0,35	5-10
		900	0,41	5-10
6.5	Alçı karton plakalar (TS 452'ye uygun)	900	0,21	8
7	Kağır duvarlar (Harç fugaları-derzleri dahil)			
7.1	Tuğla duvarlar			
7.1.1	TS 704, TS 705'e uygun tuğlalarla yapılan kağır duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinger, (TS 4562) seramik klinger (TS 2902	1800	0,81	50-100
		2000	0,94	50-100
		2200	1,20	50-100
7.1.2	TS 704, TS 705'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	1200	0,50	5-10
		1400	0,58	5-10
		1600	0,68	5-10
		1800	0,81	5-10
		2000	0,96	5-10
7.1.3	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar (TS 4377'ye uygun AB sınıfı tuğlalarla, normal derz veya harç cepli)			
7.1.3.1	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	700	0,35	5-10
		800	0,38	5-10
		900	0,42	5-10
		1000	0,45	5-10
7.1.3.2	TS 4916'ya uygun harç kullanılarak AS B sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	700	0,30	5-10
		800	0,33	5-10
		900	0,36	5-10
		1000	0,39	5-10
7.1.4	Düşey delikli hafif tuğlalarla duvarlar (TS 4377'ye uygun W sınıfı tuğlalarla, normal derz veya harç cepli)			
7.1.4.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	≤700	0,30	5-10
		800	0,33	5-10
		900	0,36	5-10
		1000	0,39	5-10

EK 1-D'nin devamı

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi ¹⁾ kg/m ³	Isıl iletkenlik Hesap değerleri λ_h ⁴⁾ W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü μ ⁶⁾
7.1.4.2	TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	≤700	0,24	5-10
		800	0,27	5-10
		900	0,30	5-10
		1000	0,33	5-10
7.1.5	Düşey delikli hafif tuğlalarla duvarlar (TS 4377'ye uygun W sınıfı lamba zıvanalı tuğlalarla)			
7.1.5.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı lamba zıvanalı tuğlalarla yapılan duvarlar	≤700	0,24	5-10
		800	0,27	5-10
		900	0,30	5-10
		1000	0,34	5-10
7.1.5.2	TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı lamba zıvanalı tuğlalarla yapılan duvarlar	≤700	0,18	5-10
		800	0,21	5-10
		900	0,24	5-10
		1000	0,28	5-19
7.1.6	Yatay delikli tuğlalarla duvarlar (TS 4563)	≤1000	0,45	5-10
7.2	Kireç kum taşı duvarlar (TS 808'e uygun)	700	0,35	5-10
		800	0,40	5-10
		900	0,44	5-10
		1000	0,50	5-10
		1200	0,57	5-10
		1400	0,70	5-10
		1600	0,79	5-25
		1800	0,99	5-25
		2000	1,10	5-25
		2200	1,30	5-25
7.3	Gaz beton duvar blokları ile duvarlar (TS 453' e uygun)			
7.3.1	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla duvarlar	400	0,20	5-10
		500	0,22	5-10
		600	0,24	5-10
		700	0,27	5-10
		800	0,29	5-10
7.3.2	İnce derzli (derz kalınlığı ≤3 mm) veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş bloklarla duvarlar (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla)	400	0,15	5-10
		500	0,17	5-10
		600	0,20	5-10
		700	0,23	5-10
		800	0,27	5-10
7.3.3	TS 4916' ya uygun harç kullanılarak gaz beton bloklarla yapılan duvarlar)	400	0,14	5-10
		500	0,16	5-10
		600	0,18	5-10
		700	0,21	5-10
		800	0,23	5-10
7.4	Beton briket veya duvar blokları ile duvarlar			

EK 1-D'nin devamı

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi ¹⁾ kg/m ³	Isıl iletkenlik Hesap değerleri λ_h ⁴⁾ W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü μ ⁶⁾	
7.4.1	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla duvarlar (TS 406' ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla)	500	0,32	5-10	
		600	0,34	5-10	
		700	0,37	5-10	
		800	0,40	5-10	
		900	0,43	5-10	
		1000	0,46	5-10	
		1200	0,54	5-10	
		1400	0,63	10-15	
		1600	0,74	1 0-1 5	
		1800	0,87	1 0-1 5	
2000	0,99	1 0-1 5			
7.4.2	Doğal bims betondan dolu bloklarla duvarlar (TS 2823' e uygun DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	500	0,29	5-10	
		600	0,32	5-10	
		700	0,35	5-10	
		800	0,39	5-10	
		900	0,43	5-10	
		1000	0,46	5-10	
		1200	0,54	5-10	
		1400	0,63	10-15	
		1600	0,74	1 0-1 5	
		1800	0,87	10-15	
2000	0,99	1 0-1 5			
7.4.3	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823' e uygun SW türü bloklarla)	Uzunluk \geq 490 mm	500	0,20	5-10
			600	0,22	5-10
			700	0,25	5-10
			800	0,28	5-10
			500	0,22	5-10
		240 mm \leq Uzunluk < 490 mm	600	0,24	5-10
			700	0,28	5-10
			800	0,31	5-10
			500	0,22	5-10
			600	0,24	5-10
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681' e uygun agregayla TS 406' ya uygun olarak yapılmış bloklarla)	500	0,26	5-10	
		600	0,29	5-10	
		700	0,32	5-10	
		800	0,35	5-10	
7.5	Boşluklu briket veya bloklarla duvarlar				
7.5.1.	Hafif betondan boşluklu bloklarla duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS 2823' e uygun BOB türü bloklarla)				

EK 1-D'nin devamı

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi ¹⁾ kg/m ³	Isıl iletkenlik Hesap değerleri λ_h ⁴⁾ W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü μ ⁶⁾
7.5.1.1	2 sıra boşluklu; genişlik ≤ 240 mm, 3 sıra boşluklu; genişlik ≤ 300 mm, 4 sıra boşluklu; genişlik ≤ 365 mm, 5 sıra boşluklu; genişlik ≤ 490 mm, 6 sıra boşluklu; genişlik ≤ 490 mm olan bloklarda	500 600 700 800 900 1000 1200 1400	0,29 0,32 0,35 0,39 0,44 0,49 0,60 0,73	5-10 5-10 5-10 5-10 5-10 5-10 5-10 5-10
7.5.1.2	2 sıra boşluklu; genişlik = 300 mm, 3 sıra boşluklu; genişlik = 365 mm olan bloklarda	500 600 700 800 900 1000 1200 1400	0,29 0,34 0,39 0,46 0,55 0,64 0,76 0,90	5-50 5-50 5-50 5-50 5-50 5-50 5-50 5-50
7.5.2	Normal betondan boşluklu briket ve bloklarla duvarlar (TS 406' ya uygun)			
7.5.2.1	2 sıra boşluklu; genişlik ≤ 240 mm, 3 sıra boşluklu; genişlik ≤ 300 mm, 4 sıra boşluklu; genişlik ≤ 365 mm olan bloklarda	≤ 1800	0,92	20-30
7.5.2.2	2 sıra boşluklu; genişlik = 300 mm, 3 sıra boşluklu; genişlik = 365 mm olan bloklarda	≤ 1800	1,3	20-30
7.6	Doğal taşlarla örülmüş moloz taş duvarlar Taşın birim hacim kütlesi; < 1600 kg/m ³ $\leq 1600, < 2000$ kg/m ³ $\leq 2000, < 2600$ kg/m ³ ≤ 2600 kg/m ³		0,81 1,16 1,74 2,56	
8	Ahşap ve ahşap mamulleri			
8.1	Ahşap			
8.1.1	İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar	600	0,13	40
8.1.2	Kayın, meşe, dişbudak	800	0,20	40
8.2	Ahşap mamulleri			
8.2.1	Kontrplak (TS 46), kontrtabla (TS 1047)	800	0,13	50-400
8.2.2	Ahşap yonga levhalar			
8.2.2.1	Yatık yongalı levhalar (TS 180, TS 1617)	700	0,13	50-1 00
8.2.2.2	Dik yongalı levhalar (TS 3482)	700	0,17	20
8.2.3	Odun lifi levhalar			
8.2.3.1	Sert ve orta sert odun lifi levhalar (TS 64)	600 800 1000	0,13 0,15 0,17	70 70 70
8.2.3.2	Hafif odun lifi levhalar	≤ 200 ≤ 300	0,046 0,058	5 5
9	Kaplamlar			
9.1	Döşeme kaplamaları			

EK 1-D'nin devamı

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi ¹⁾ kg/m ³	Isıl iletkenlik Hesap değerleri λ_h ⁴⁾ W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü μ ⁶⁾
9.1.1	Linolyum	1000	0,17	
9.1.2	Mantarlı linolyum	700	0,08	
9.1.3	Sentetik malzemeden kaplamalar (örneğin PVC)	1500	0,23	
9.1.4	Halı vb. kaplamalar	250	0,07	
9.2	Suya karşı yalıtım kaplamaları			
9.2.1	Mastik asfalt kaplama ≥ 7 mm	2000	0,70	
9.2.2	Bitüm ve bitüm emdirilmiş kaplamalar			
9.2.2.1	Armatürlü bitümlü pestiller (membranlar)			
	Bitümlü karton	1100	0,19	2000
	Cam tülü armatürlü bitümlü pestil	1200	0,19	14000
	0,01 mm Alüminyum folyolu bitümlü pestil	900	0,19	100000
	Cam tülü armatürlü polimer bitümlü membran	2000	0,19	14000
	Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	2000-5000	0,19	20000
9.2.3	Armatürlü veya armatürsüz plastik pestil ve Folyolar			
	Polietilen folyo	1000	0,19	80000
	PVC örtü	1200	0,19	42000
	PIB polyisobütülen örtü	1600	0,26	300000
	ECB etilen kopolimer örtü	1000	0,19	80000
	EPDM etilen propilen kauçuk örtü	1200	0,30	100000
10	Isı yalıtım malzemeleri			
10.1	Odun talaş levhalar (TS 305)			
	Levha kalınlığı ≥ 25 mm	360-480	0,09	2-5
	Levha kalınlığı = 10 mm	570	0,15	2-5
10.2	Sentetik köpük malzemeler			
10.2.1	Polistiren sert köpük levhalar (PS)			
10.2.1.1	Polistiren-partiküler köpük (TS 7316)	≥ 15	0,040	20-250
10.2.1.2	Polistiren-ekstrüde köpük XPS (TS 11989)			
10.2.1.2.1	Yüzeyi pürüzlü veya pürüzlü ve kanallı levhalar	>20	0,031	8-250
10.2.1.2.2	Yüzeyi düzgün (ciltli) levhalar	≥ 30	0,028	8-250
10.2.2	Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (TS 10981)	≥ 30	0,035	30-100
10.3	Fenol reçinesinden sert köpük levhalar	≥ 30	0,040	1 0-50
10.4	Mineral ve bitkisel lifli yalıtım malzemeleri TS 901	8-500	0,049	1
10.5	Cam köpüğü levhalar	1 00-500 i	0,052	10000
10.6	Mantardan ısı yalıtım levhaları (TS 304)	80-160 >160-250 >250-500	0,040 0,050 0,055	10 30 35
10.7	Kamıştan hafif levhalar		0,058	

1) Bu Ek'te verilen birim hacim kütleleri bir yapı malzeme veya bileşenin gerçek birim hacim kütlelerinden farklı olabilir. Bu gibi durumlarda göz önünde bulundurulacak ısı iletkenliği hesap değeri, esas malzemenin (mesela tuğla duvarda tuğlanın) kuru durumdaki birim hacim kütlelerine (varsa içindeki boşluk ve delikler dahil birim hacim kütlesi) en yakın ancak ondan daha büyük olan birim hacim kütlesi için verilen değerdir. Bir malzeme veya bileşen için yalnız bir birim hacim kütlelerine bağlı olarak ısı iletkenliği hesap değeri verilmişse, malzeme veya bileşenin gerçek birim hacim kütlesi farklı da olsa bu ekteki değer geçerlidir. Gerektiğinde, yapı malzeme veya bileşenlerinin birim alan kütlelerinin hesabında da bu ekteki birim hacim kütleleri yukarıdaki esaslara göre göz önünde bulundurulur.

2) TS 4916'ya uygun hafif örgü hacı kullanılması durumunda, bu ek'te; briket ve bloklarla yapılan duvarlar için verilen ısı iletkenliği hesap değerleri 0,06 W/mK kadar azaltılabilir. Ancak bu harcın kullanılması halinde;

-Duvarların taşıyıcı olmaması,

-Kullanılacak harcın ilgili standartlarca üretilmiş olması ve şantiyelere ambalajlı olarak getirilmesi,

- Yapılacak azaltma sonucu bulunacak ısı iletkenliği hesap değerleri, duvar örgüsünde kullanılan briket ve blokların yapıldıkları betonlar için verilen ısı iletkenliği hesap değerlerinden daha küçük olmaması gereklidir.

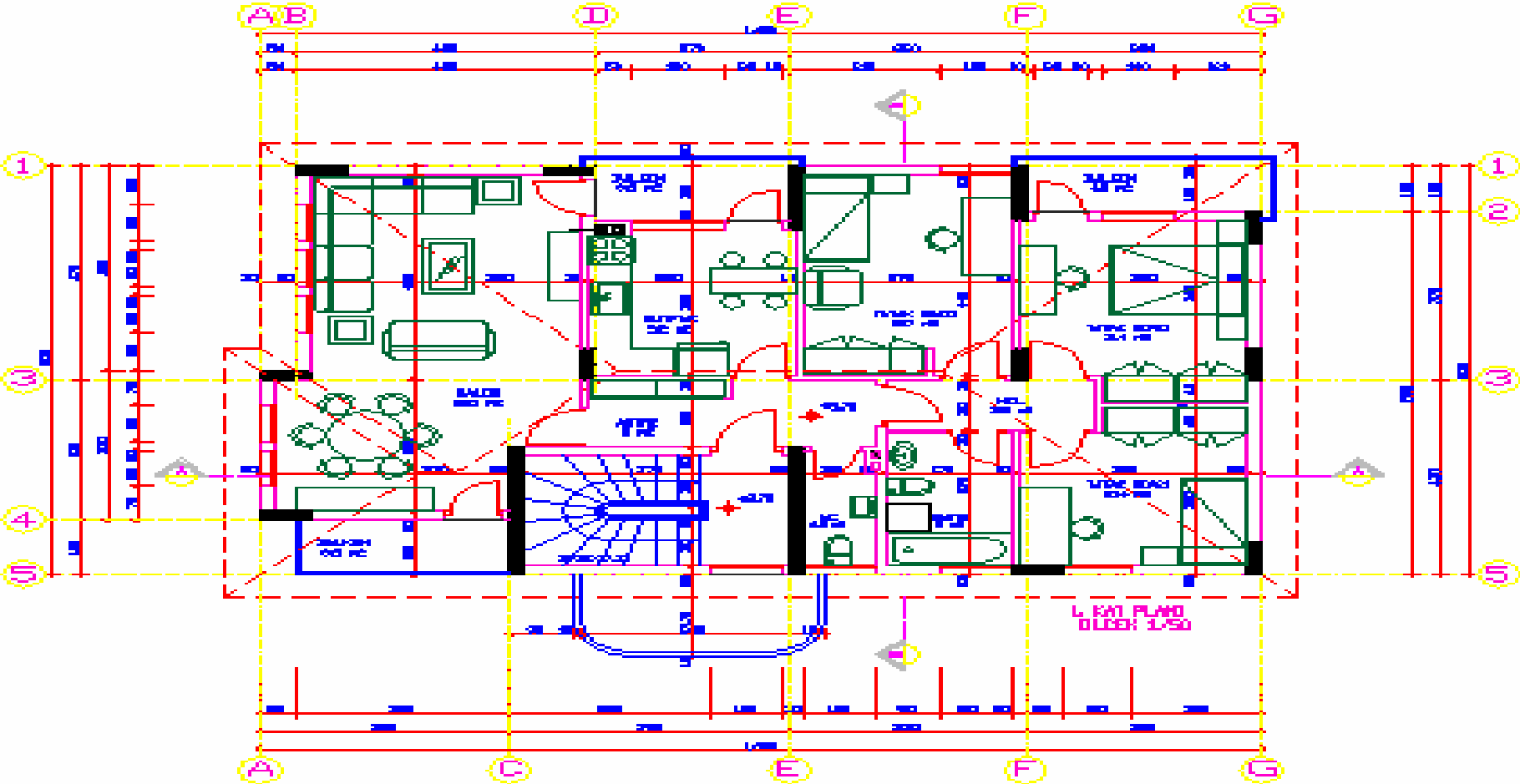
3) Kuvartz kumu katılmadan yapılmış beton elemanlar için verilen ısı iletkenliği hesap değerleri, kuvartz kumu katılması durumunda %20 arttırılarak uygulanır.

4) Bazı gevşek dokulu malzemeler kullanıldığı yerlerde, üzerine gelen yükler sonucu sıkışabilirler (mesela döşeme kaplaması altındaki gevşek dokulu yalıtım tabakaları gibi). Bu gibi durumlarda malzemenin sıkışmış olarak birim hacim kütlesi, bu malzeme için bu ek'te verilen birim hacim kütlesi değerinden daha büyük değilse, verilen ısı iletkenlik hesap değerleri aynen geçerlidir. Ancak yapılacak ısı geçirgenlik direnci hesaplarında, malzemenin sıkışmış durumdaki kalınlığının göz önünde bulundurulması gerekir. Ayrıca, gevşek dokulu veya sıkışabilir malzemeler üzerine yapılacak kaplamaların, üzerlerine gelecek sabit ve hareketli yükleri, zarar görmeden taşıyacak şekilde seçilmesine ve uygulanmasına özen gösterilmelidir.

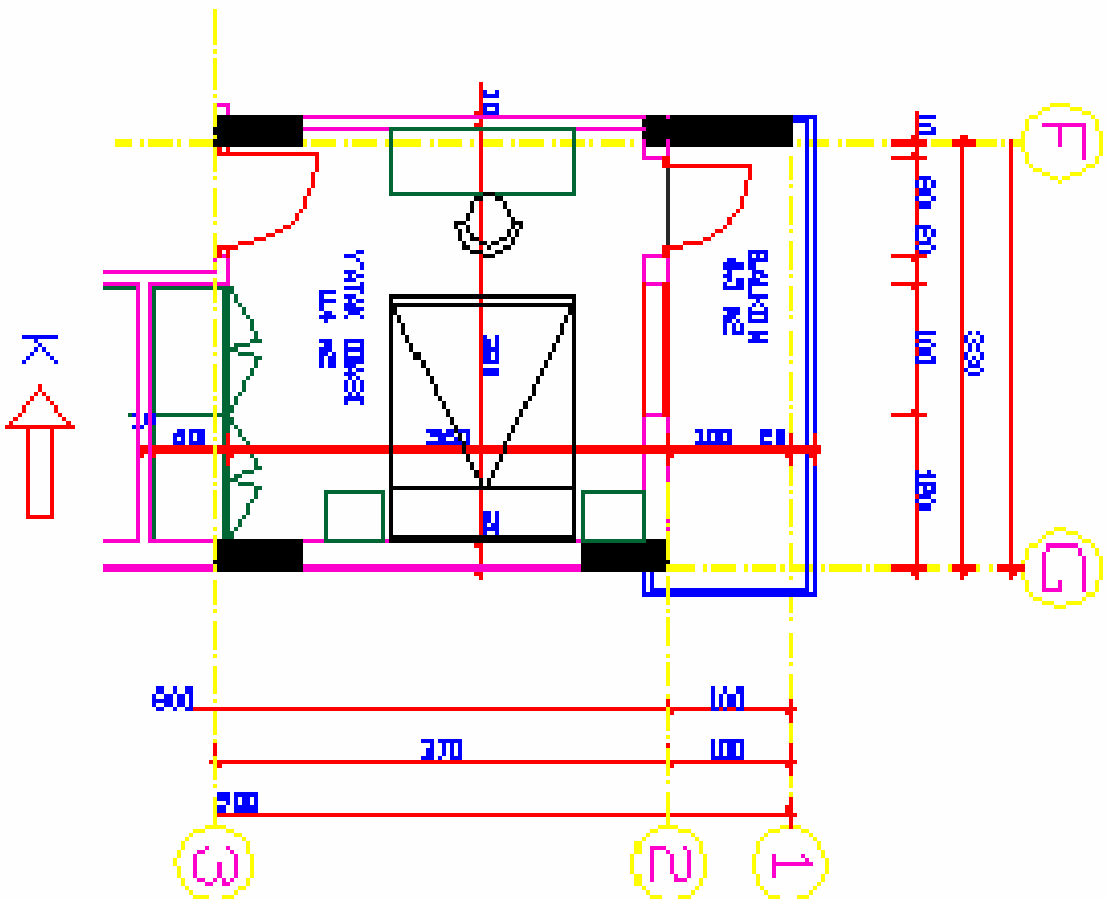
5) Bir yapı bileşeni veya elemanı birden fazla, değişik ısı iletkenliği hesap değerine sahip malzemedan meydana geliyor, o yapı bileşeni veya elemanın ısı iletkenliği hesap değeri; her bir malzemenin kalınlıkları ve alanları dikkate alınarak ısı geçirgenlik dirençleri hesaplanır böylece yüzey yüzde (%) oranlarına göre ortalama ısı iletkenlik değeri bulunur ve bileşen veya elemanın boyutlarına göre derz durumları da göz önünde bulundurularak hesaplanır.

6) Yapı konstrüksiyonu için uygun olmayan değerler her defasında göz ardı edilir [28].

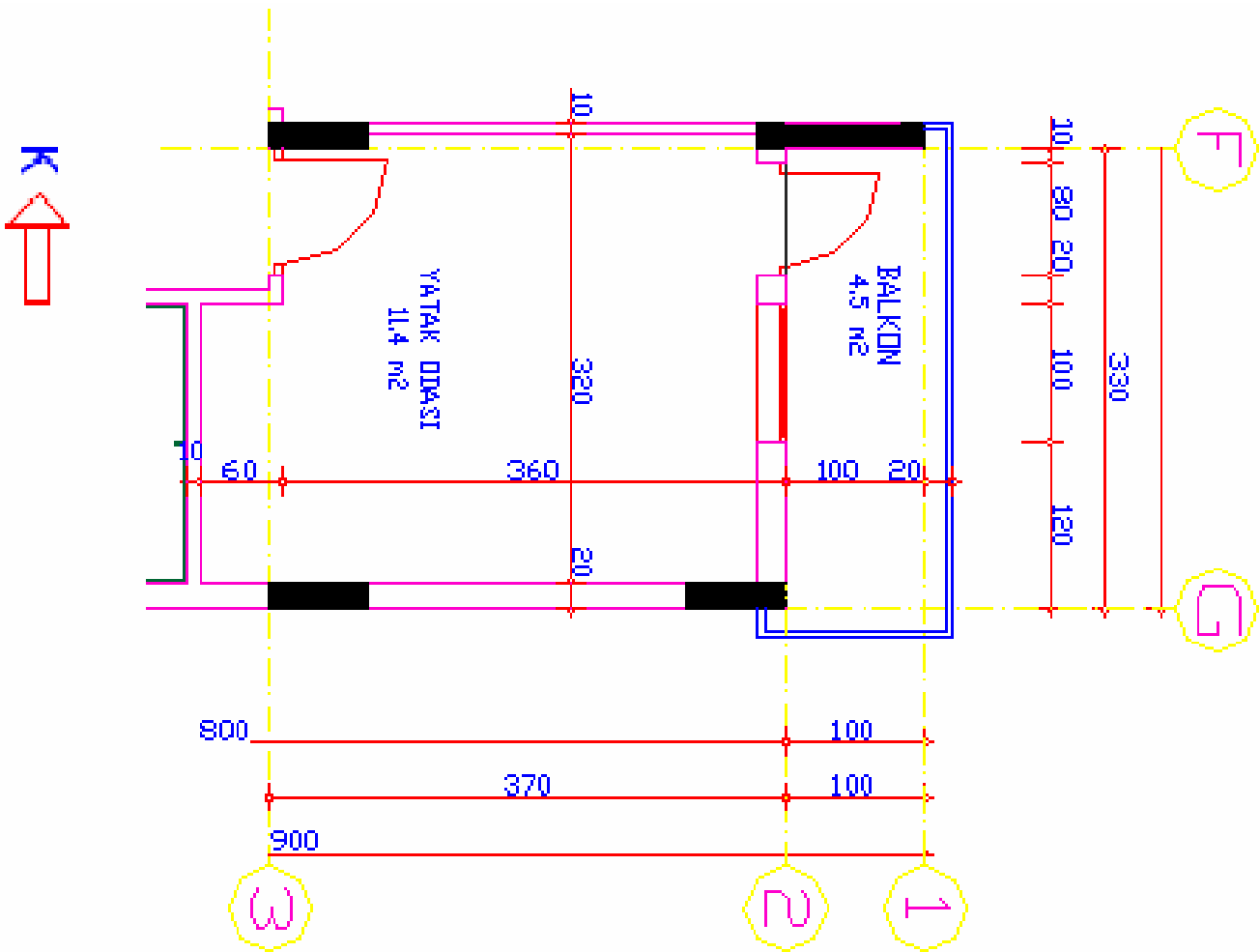
EK 2 ISI KAYBI HESABI YAPILAN BİNANIN PLANLARI



YATAK ODASI TEFRİŞLİ PLANI



YATAK ODASI PLANI



ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Aydın'da doğdu. İlk ve ortaöğrenimini Aydın'da tamamladı. 1996 yılında Muğla Üniversitesi Meslek Yüksekokulu İnşaat bölümünü bitirdi. 1999 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümünü kazandı. 2003 yılında bu bölümden mezun oldu. 2003 yılında Bodrum'da Prenses World Bodrum Otelinin yapımında saha şefi olarak görev yaptı. 2004 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. Aynı yıl içerisinde Sakarya Üniversitesi kampüs'ün de inşaatı devam eden binaların saha şefi olarak çalışmaya başladı. Halen Yapı Eğitimi Anabilim dalında yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.

Ramazan YILMAZ