T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİNALARDA ISI YALITIMI UYGULAMALARI VE SORUNLARININ ARAŞTIRILMASI

Derya İŞBİLİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

KONYA, 2009

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİNALARDA ISI YALITIMI UYGULAMALARI VE SORUNLARININ ARAŞTIRILMASI

Derya İŞBİLİR
Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nazım KOÇU
2009, 113 Sayfa

Jüri: Yrd. Doç. Dr. Nazım KOÇU
Yrd. Doç. Dr. İbrahim BAKIR
Yrd. Doç. Dr. Ercan H. OĞUZALP

Bu çalışmada; 1. İklim bölgesi olan İzmir'deki bazı özel sektör ve kamu kurum yapılarına ait örnek binalardaki ısı yalıtım malzemeleri, özellikleri, uygulandığı yerler ve karşılaşılan sorunların araştırılması amaçlanmıştır. Binaların ısıtılmasında kullanılan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının sınırlanmasına, bu yolla enerji tasarrufu ve enerji ihtiyacının hesaplanması sırasında kullanılacak mimari detayların belirlenmesi hedeflenmiştir. Örnek olarak alınan binalarda; TS.825'den, faydalanılarak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları hesaplanmıştır. Bu doğrultuda yalıtım malzemesinin özelliği, kalınlığı ve doğru malzeme seçimi gibi mimariyi ilgilendiren detaylar gözleme dayalı olarak yerinde incelenmiş, resimleri çekilmiştir. İzmir yöresindeki XPS ve EPS'nin kullanıldığı yalıtımlı binalar ile yalıtımsız binaların yıllık ısıtma enerjisinin ihtiyaçları karşılaştırılmıştır. Araştırmada bulunulan konut ve işyeri binalarının ısı yalıtımlı ve yalıtımsız olarak yapılan hesaplamalarında yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının 2.5 kata kadar tasarruf edildiği bulgusuna ulaşılmıştır. Standartlara uygun ısı yalıtımlı binalarda yoğuşma sorunlarının önlendiği, konforlu ortamların oluştuğu tespit edilmiştir. Sonuç bölümünde binalarda ısı yalıtımı uygulamalarının standartlara uygun yapılması konusunda dikkat edilmesi gereken önlemler sıralanmış ve sorunlarla karşılaşılmaması için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Isı yalıtımı, ısı yalıtım uygulamaları, enerji tasarrufu.

ABSTRACT

Master Thesis

APPLICATIONS OF THERMAL INSULATIONS IN BUILDINGS AND INVESTIGATIONS OF THEİR PROBLEMS

Derya İŞBİLİR

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Architecture

Supervisor: Asist. Prof. Dr. Nazım KOÇU

2009, 113 Page

Jury Member: Asist. Prof. Dr. Nazım KOÇU

Asist. Prof. Dr. İbrahim BAKIR

Asist. Prof. Dr. Ercan H. OĞUZALP

In this study, the aim of the author is to research the insulation materials in sample public and private buildings, the properties of these materials, the parts of the building where these materials are applied and the problems faced. Saving energy through decreasing the annual energy used for the heating of buildings and identifying the architectural details that used to calculate the amount of energy that is necessary. By taking TS.825 as the departure point, the annual amount of energy that is necessary in the heating of the sample buildings is calculated. With this aim in mind, such deatails that are related to architecture as the characteristics and thickness of the insulation materials and choosing the right material are observed in the buildings and their photos are taken. The annual amount of energy used to heat the buildings having insulation XPS and EPS and those without insulation in Izmir are compared. It is discoverd that annually up to 2,5 folds of energy is saved after the calculations of the annual energy need for the residences and workplaces with and without insulation. It is found out that the problems of condensation in the buildings with insulation were eliminated and comfortable atmospheres are formed. In the conclusion section, the precautions to be taken about making thermal insulations according to standards are listed and some suggestions are made in order not to face some problems.

Key Words: Thermal insulation, thermal insulation applications, and energy savings.

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sırasında yardımlarını esirgemeyen, beni yönlendiren, fikirleri ile çalışmama ışık tutan danışmanım, çok değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Nazım KOÇU'ya, ayrıca jüri üyeleri değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. İbrahim BAKIR, Yrd. Doç. Dr. Ercan H. OĞUZALP ve Okutman Arif BAKLA'ya sonsuz şükranlarımı sunarım.

Bana her konuda büyük destek veren eşim İnş. Müh. Ömer Emre İŞBİLİR ve ailesine; hayatımın her anında özellikle üniversite eğitimde beni teşvik eden, destekleyen başta sevgili babam Zekeriya TULGAR olmak üzere anneme ve kardeşime çok teşekkür ederim.

Ayrıca, çalışmalarımı rahatlıkla sürdürebilmem için bana yardımcı olan, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım İzmir Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü'ndeki Şube Müdürüme, tüm mesai arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Derya İŞBİLİR

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET ii
ABSTRACT iii
ÖNSÖZ iii
İÇİNDEKİLER iii
EKLER LİSTESİ vii
SEMBOL LİSTESİ viii
ŞEKİLLER DİZİNİ ix
TABLO DİZİNİ xii
1. GİRİŞ 1
1.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi 1
1.2. Araştırmada Kullanılan Materyal ve Metot 2
1.3. Araştırmanın Kapsamı 3
1.4. Literatür Özeti 5
2. ISI YALITIMINA GENEL BAKIŞ 7
2.1. Yapılarda Isı Yalıtımının Önemi 8
2.2. Isı Yalıtımının Çevre, Enerji Ve Isıl Konfora Etkileri 9
2.2.1. Isı yalıtımının çevresel etkileri 9
2.2.2. Isı yalıtımının enerji tasarrufuna etkisi 10
2.2.3. Isı yalıtımının ısıl konfora etkisi 11
2.3. Yapılarda Isı Yalıtımı İle İlgili Mevzuat 18
2.4. TS. 825'in Amacı ve Binanın Isıtma Enerjisini Etkileyen Faktörler 19
2.5. Isı Tutucu Malzemelerin Temel Karakteristik Özellikleri 22
2.6. Isı Tutucu Malzemeler ve Türleri 24
2.6.1. Doğada varoluş ve kökenine göre ısı tutucu malzemeler 24
2.6.2. Bünye yapısına göre ısı tutucu malzemeler 25
2.7. Isı Yalıtım Malzemelerinin Kullanım Alanları Bakımından Karşılaştırılması 26

2.7.1. Camyünü 27
2.7.2. Taşyünü 30
2.7.3. Ekstrude polistren levha (XPS).....30
2.7.4. Ekspande polistren levha (EPS) 34
2.7.5. Poliüretanköpük (PUR) 36
3. BİNALARDA ISI YALITIM UYGULAMALARI VE SORUNLARI (İZMİR'DEKİ BULGULAR).....38
3.1. Çatılarda Isı Yalıtımı 42
3.2. Duvarlarda Isı Yalıtımı 54
3.3. Balkon Ve Kapalı Çıkmalarda Isı Yalıtımı.....66
3.4. Pencere Ve Kapılarda Isı Yalıtımı.....69
3.5. Temel (Zemin) Duvar Birleşimlerinde Isı Yalıtımı 73
3.6. Uygulama Sorunları.....78
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....84
5. KAYNAKLAR 87
6. EKLER 91

EKLER LİSTESİ

Sayfa No

6.1. EK–A. 91
İZMİR YAMANLAR ÖZÜRLÜLER REHABİLİTASYON MERKEZİ'NİN ISI YALITIMSIZ VE ISI YALITIMLI KONUT KISMININ PROJE YALITIM HESABI

- Isı İhtiyacı Kimlik Belgesi (Konut)
- Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı
- Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı
- Isı İhtiyacı Kimlik Belgesi (Konut) (Isı Yalıtımlı)
- Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı
- Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı

6.2. EK–B. 104
İZMİR YAMANLAR ÖZÜRLÜLER REHABİLİTASYON MERKEZİ'NİN ISI YALITIMSIZ VE ISI YALITIMLI İŞYERİ KISMININ PROJE YALITIM HESABI

- Isı İhtiyacı Kimlik Belgesi (İşyeri)
- Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı
- Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı
- Isı İhtiyacı Kimlik Belgesi (İşyeri) (Isı Yalıtımlı)
- Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı
- Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı

6.3. EK – C. 112
İZMİR YAMANLAR ÖZÜRLÜLER REHABİLİTASYON MERKEZİ'NİN PLAN VE KESİTLERİ

- İzmir Yamanlar Özürlüler Rehabilitasyon Merkezi A-A ve B-B Kesiti.
- İzmir Yamanlar Özürlüler Rehabilitasyon Merkezi Doğu ve Batı Cephesi.

SEMBOL LİSTESİ

Q : A/V oranına bağlı olarak müsaade edilen maximum yıllık ısıtma enerji ihtiyacıdır (KWh/m^2).

Qay : Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı (KWh/m^2).

$Q_{yıl}$: Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (KWh/m^2).

φ : Bağıl nem (-).

A_{top} : Binanın ısı kaybeden yüzeylerinin toplam alanı (m^2).

A_n : Binanın kullanım alanı (m^2).

$V_{brüt}$: Binanın ısıtılan brüt hacmi (m^3).

A_n : Binanın net kullanım alanı ($A_n = 0.32 \times V_{brüt}$ formülü ile hesaplanır) (m^2).

ρ : Havanın yoğunluğu (kg/m^3).

λ_h : Isıl iletkenlik hesap değeri (W/m.K).

A/V :Isı kaybeden toplam yüzeyin (A_{top}) ısıtılmış yapı hacmine($V_{brüt}$) oranı (m^{-1}).

μ : Su buharı difüzyon direnç katsayısı(-).

H : İç ve dış arasında 1 K sıcaklık farkı olması durumunda binanın dış kabuğundan iletim ve havalandırma ile birim zamanda kaybedilen ısı enerjisi miktarıdır (W/K).

$T_{dış}$: Dış sıcaklığın aylık ortalama değeridir (ºC).

$T_{iç}$: İç sıcaklığın aylık ortalama değeridir (ºC).

Φ_I : Binanın iç ısı kazançları (W).

Φ_g : Güneş enerjisi kazançları (W).

U_D : Dış duvarın ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m^2K).

U_P : Pencerenin ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m^2K).

U_T : Tavanın ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m^2K).

R_i : İç yüzey ısıl iletim direnci (iç yüzeydeki ısı taşınım katsayısı) ($m^2.K/W$).

R_e : Dış yüzey ısıl iletim direnci (dış yüzeydeki ısı taşınım katsayısı) ($m^2.K/W$).

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil **Sayfa No**

Şekil 2.1. Sıcaklığın çalışma verimine etkisi 13
Şekil 2.2. Yapı bileşeninin dış iklim koşullarından korunmaması sebebiyle gerçekleşen yoğuşma 15
Şekil 2.3. Gün boyunca güneş ışınımına maruz kalan duvar yapısı ve sınır şartları 17
Şekil 2.4. Kullanılmayan çatı arasında ısı yalıtım malzemelerin uygulanışı 28
Şekil 2.5. Yaşanan bir mekanın ısıtıldığı veya soğutulduğu yalıtım uygulaması 29
Şekil 2.6. Kullanılmayan çatı arası ısı yalıtımında, döşemeye serilmek suretiyle uygulanan cam yünü şilte uygulaması 29
Şekil 2.7. Duvarın iç yüzeyinde XPS uygulaması 31
Şekil 2.8. Duvar ve döşemede ısı yalıtım uygulamaları sistem kesiti 32
Şekil 2.9.Duvar ve döşemede ısı yalıtım uygulamaları sistem kesiti 33
Şekil 3.1. Yapı bileşenlerinin tasarım ve yerleşimi 38
Şekil 3.2. Tek ve çok katlı binalarda ısı kayıp yerleri ve oranları 40
Şekil 3.3. Döşeme üstü ısı yalıtımlı çatı 43
Şekil 3.4. Mertek altı ısı yalıtım çatı detayı 43
Şekil 3.5. Üç yatak odalı betonarme karkas kaloriferli tip sosyal konut mimari uygulama projesinde kiriş- tuğla-duvar soğuk çatı yalıtım detayı 44
Şekil 3.6. İzmir'in Balçova İlçesinde yapılmış olan bir alışveriş merkezinin çatı arası yalıtım uygulaması 45
Şekil 3.7. İzmir'in Balçova İlçesinde yapılmış olan bir alışveriş merkezinin çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesi 45
Şekil 3.8. Isı yalıtımının çatı kesiti içinde yer aldığı durumda çatı konstrüksiyonu 46

ŞEKİL LİSTESİ (DEVAM)

Sayfa No

Şekil 3.9. Isı yalıtımın döşeme üstünde yer aldığı bir çatı konstrüksiyonu 47
Şekil 3.10. Çatı biçimi ve eğimine bağlı olarak havalandırma örnekleri.....48
Şekil 3.11. Havalandırmasız sıcak çatı örneği 49
Şekil 3.12.Havalandırmalı çatı örnekleri 51
Şekil 3.13. Yaz ve kış mevsimlerinde ısı yalıtımsız çatı plağı kesitindeki sıcaklıklar 522
Şekil 3.14. Yaz ve kış mevsimlerinde ısı yalıtımlı çatı plağı kesitindeki sıcaklıklar 53
Şekil 3.15. Sıcak Çatı.....54
Şekil 3.16. Isı yalıtımlı gezilmeyen klasik çatı çözümü 54
Şekil 3.17. Isı yalıtımsız duvar 57
Şekil 3.18. Isı yalıtımlı duvar 57
Şekil 3.19. Izgaralı veya profilli levha kaplama duvarlar.....58
Şekil 3.20.Isı yalıtım malzemesinin uygulama yerine göre duvarlarda ısı depolama 58
Şekil 3.21. İzmir'in Narlıdere İlçesinde bulunan özel konut kompleksinde dışarıdan (mantolama)ısı yalıtım uygulaması 59
Şekil 3.22. İzmir'in Narlıdere İlçesinde bulunan özel konut kompleksinde dışarıdan (mantolama) ısı yalıtım uygulaması 59
Şekil 3.23. Giydirme cephe sistemlerde dıştan havalandırmalı yalıtım detayı 60
Şekil 3.24. Yalıtımın doğrudan duvara uygulanması 61
Şekil 3.25.Yalıtımın doğrudan duvara uygulanması 61
Şekil 3.26. Duvarların dıştan ve içten yalıtım uygulama detayı.....63
Şekil 3.27. Kolon –kiriş-duvarların yalıtılması 63
Şekil 3.28. Duvar – tavan birleşim detayı 64
Şekil 3.29 Duvar – döşeme birleşim detayı.....64
Şekil 3.30. İçten ısı yalıtım uygulaması.....65
Şekil 3.31. İçten ısı yalıtım uygulaması.....66

ŞEKİL LİSTESİ (DEVAM)

Sayfa No

Şekil 3.32. Tam ısı yalıtımlı döşeme (çıkmalar) 67
Şekil 3.33. Alışveriş merkezi'nin konsol çıkmasında ısı yalıtımı 67
Şekil 3.34. Isı yalıtımsız açık döşeme çıkmaları "balkonlar" 68
Şekil 3.35. Ayrık çıkmalar 68
Şekil 3.36. Ayrık çıkmalar 69
Şekil 3.37. Dışarıya ısı kaybında tek cam ve çift camın etkisi 70
Şekil 3.38. Hava kaçaklarının olduğu bölgelerin uygun malzemelerle kapatılması 71
Şekil 3.39. Hava kaçaklarının olduğu bölgelerin uygun malzemelerle kapatılması 72
Şekil 3.40. Hava kaçaklarının olduğu bölgelerin uygun malzemelerle kapatılması 72
Şekil 3.41. Zemine oturan döşeme detayı 74
Şekil 3.42. Temel duvarların yalıtılması 75
Şekil 3.43. Temel duvarların yalıtılması 76
Şekil 3.44. Temel perde yalıtım uygulaması (http://building.dow.com) 77
Şekil 3.45. Isıtılmayan bodrum 77
Şekil 3.46. Isıtılmayan bodrum 78
Şekil 3.47. Yalıtımsız ve yalıtımlı cephelerde yoğuşma faktörü 79
Şekil 3.48. Parapet duvarının tasarımı 82
Şekil 3.49. Doğrudan duvara monte edilmiş ısı yalıtım uygulaması 82
Şekil 3.50. Gereksiz yere dübel deliği açılmasından kaynaklanan yalıtım sorunu 83

TABLO DİZİNİ

Tablo **Sayfa No**

Tablo 1.1. Isı yalıtım malzemelerinin sınıflandırılması, uygulandığı yerler ve uygulama sorunları. 4
Tablo 2.1. Türkiye'de ve bazı ülkelerde en az yalıtım kalınlığı uygulayan ülkelerin oranları 9
Tablo 2.2. Konutlarda çıkan yıl bazında toplam CO_2 emisyonları 10
Tablo 2.3. İç ortam (ti) ve iç yüzey sıcaklıkları (tiy) arasındaki farka göre konfor şartları 14
Tablo 2.4. İç ortam sıcaklığı ve ortamın bağıl nemine bağlı olarak konfor bölgesi 16
Tablo 2.5. Farklı dış duvar sıcaklıkları için yalıtımsız duvardaki iç duvar sıcaklıklarının zamanla değişimi 17
Tablo 2.6. Farklı dış duvar sıcaklıkları için yalıtımlı duvardaki iç duvar sıcaklıklarının zamanla değişimi 18
Tablo 2.7. TS 825'e göre bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri 20
Tablo 2.8. TS 825 e göre Türkiye nin İklim Bölgeleri 21
Tablo 2.9. Malzemelerin ısıl iletkenlik hesap değerleri ve yoğunlukları 27
Tablo 2.10. Cam yününün fiziksel özellikleri 28
Tablo 2.11. Taş yününün fiziksel özellikleri 30
Tablo 2.12. XPS'nin fiziksel özellikleri 31
Tablo 2.13. EPS'nin fiziksel özellikleri 34
Tablo 2.14. Poliüretan'ın fiziksel özellikleri 36
Tablo 2.15. Odun talaşı levhaları'nın fiziksel özellikleri 36
Tablo 2.16. Cam köpüğü'nün fiziksel özellikleri 37
Tablo 2.17. Fenol köpüğü'nün fiziksel özellikleri 37
Tablo 2.18. Mantar levhaların fiziksel özellikleri 37
Tablo 3.1. Hesaplanmış yüzeysel ısıl iletim direnç değerleri 39

1. GİRİŞ

Enerji kaynaklarının bilinçsiz kullanımı sonucunda dünyanın ekolojik dengesi hızla değişmekte ve gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmama tehlikesini karşımıza çıkarmaktadır. Sağlığımızı, geleceğimizi tehlikeye sokmamak, dünyanın doğal dengesini korumak için yapılarda ısı yalıtımının enerji tasarrufuna yönelik olarak tasarlanmasının katkısı çok önemlidir.

Ülkemizdeki yapılarda hızlı bir artış olmasına rağmen ısı yalıtımı uygulamalarının TS. 825'de belirtilen şartlarda kullanılmadığı görülmüştür. Bunun sonucunda yapıların ısıtılmasında enerji tüketimi artmış, sağlıksız, konfor şartları ile ilgisi olmayan üstelik yapı fiziği sorunları olan binalar var olmaya başlamış ve bu paralelde çevre sorunları oluşmuştur.

Yapılarda enerji tasarrufuna en büyük katkısı olan faktörün ve kalıcı çözümün ısı yalıtımı uygulamalarının TS 825'e uygun olmaması, bunun yol açtığı sorunları ortaya koyup öneriler getirilmiştir. Isı yalıtımı ile ısı kaçakları önlendiği için ısıtma, soğutma giderleri azaltılır ve enerji tasarrufu sağlanır.

1.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarının sınırlanmasına ve bu yolla enerji tasarrufu ve enerji ihtiyacının hesaplanması sırasında kullanılacak mimari detayların belirlenmesine çalışılacaktır. Binalarda ısı yalıtımı uygulanmadan ve uygulandıktan sonraki yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları belirlenerek, ısı yalıtımı uygulaması ile ilgili malzeme seçimi, eleman boyutlandırılması, detay çözümleri konusunda mevcut uygulamaların yerinde incelenmesi hedeflenmiştir. Yapı elemanlarından duvar, döşeme ve tavanlarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin TS.825'e göre hesaplamalarının yapılması, detayların standarttaki hesap metoduna göre analiz edilmesi, sorunların açıklanması, standartlarda belirtilen ideal enerji tasarrufu sağlayacak detaylarının belirlenmesi ve geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Binalarda ısı yalıtımına gereken önem verilmez, enerji tasarruflu binalar üretilmezse, önümüzdeki yıllarda enerji ve çevre sorunları ile karşı karşıya kalınacağı açıktır. Bu nedenle enerjinin mutlaka tüm sektörlerde verimli kullanılması gerekmektedir. Ülkemiz enerji kaynaklarının giderek azalması, buna karşın enerji tüketiminin artması, enerjinin etkin kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Yapılarda ısı yalıtımı ile ısı kaçakları önlendiği için kışın ısıtma giderleri, yazın soğutma giderleri azalır ve enerji tasarrufu sağlanır. Yapı elemanı içindeki ısı tutucu malzemelerin özellikleri ve kullanım yeri binalar için önemlidir. Bunun için yapı elemanı içerisinde yoğuşma ve terleme olaylarının olup olmadığı analiz edilmelidir. Özellikle, homojen olmayan ve birkaç malzemenin bir araya geldiği yapı elemanlarında ortaya çıkan sorun, ısı tutucu malzemenin de yer alması ile daha büyük zararlara yol açabilmektedir. Bu amaçla ülkemizde TS.825 "Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği" mecburi uyulması gereken standart olarak yayınlanmış olmasına rağmen, binalarda ısı yalıtımı uygulamalarına yeterince önem verilmediği görülmektedir. Bu nedenle binalarda ısı yalıtım uygulamaları ve sorunlarının araştırılması önemli bir konudur.

Yapılan çalışmaya göre; yapıların ısıtılmasında enerji tüketimi artmış, sağlıksız ve konfor şartları ile ilgisi olmayan yapıların sayısı hızla çoğalmış, buna paralel olarak çevre sorunları da artmıştır ancak binalarda ısı enerjisi tasarrufu doğru uygulanmış bir ısı yalıtımı ile sağlanabilmektedir. Isı yalıtım sistemlerinin doğru şekilde seçilmesi ve uygulanması konusunda çalışmada öneriler sunulacaktır.

1.2. Araştırmada Kullanılan Materyal ve Metot

"Binalarda Isı Yalıtımı Uygulamaları ve Sorunlarının Araştırılması" konulu bu çalışmada 1. iklim bölgesi olan İzmir'deki bazı özel sektör ve kamu kurum yapılarına ait örnek çalışmalar yer almaktadır. Yapılan çalışmada; konu ile ilgili kitaplardan, makalelerden, çeşitli firmaların kataloglarından yararlanılmıştır. Bu konu üzerinde çalışan firma yetkilileriyle internet aracılığıyla irtibat sağlanmış ve elde edilen bilgiler çalışmanın oluşmasına katkıda bulunmuştur. Örnek olarak alınan binalarda; TS.825'den, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Isı Yalıtım Yönetmeliği'nden faydanılarak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları hesaplanmıştır. Bu doğrultuda dikkat

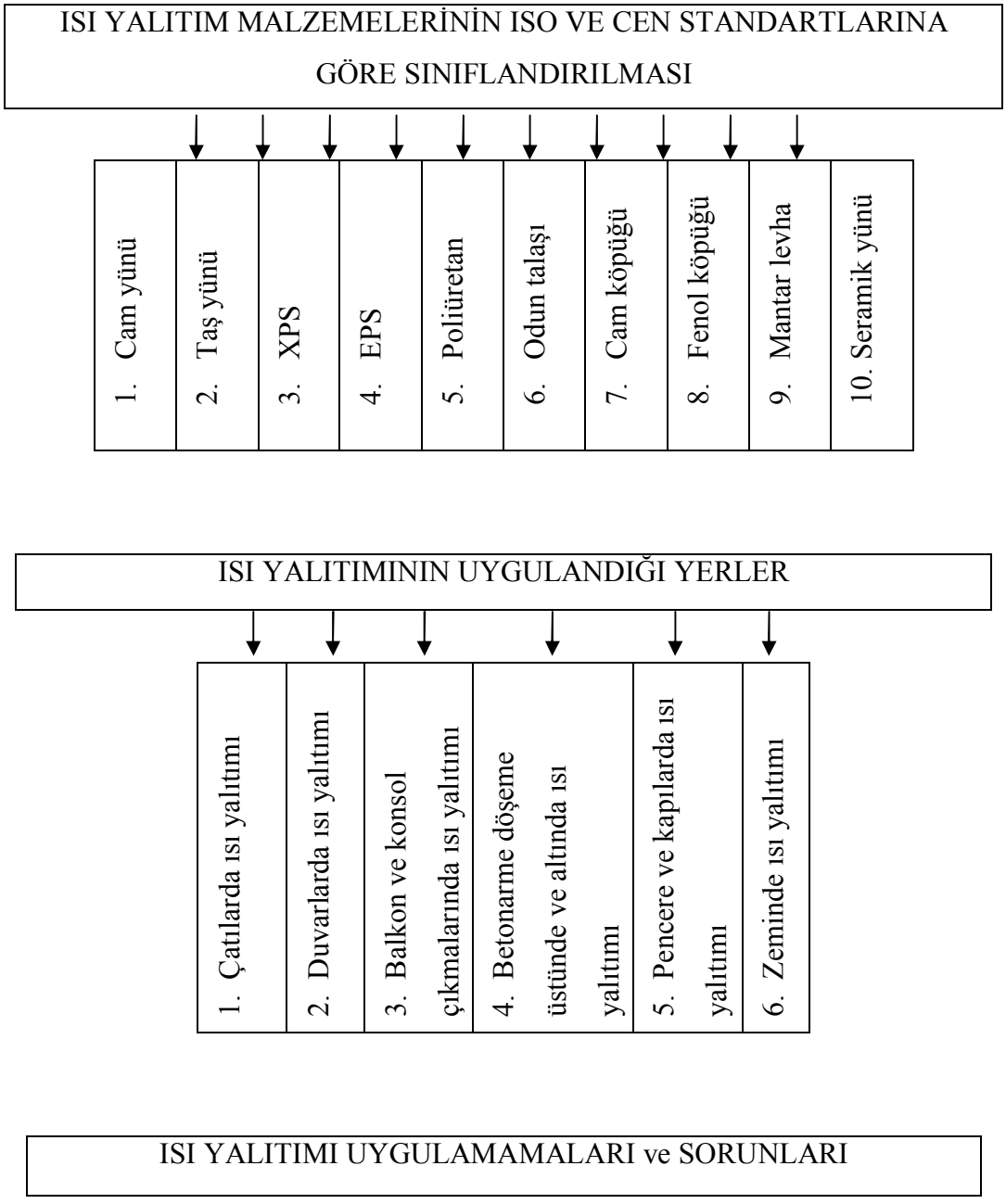
edilmesi gereken hususlar olarak, yalıtım malzemesinin özelliği, kalınlığı ve doğru malzeme seçimi gibi mimariyi ilgilendiren detaylar yerinde incelenmiş, resimleri çekilmiş ve yalıtımlı binalar ile yalıtımsız binaların yıllık ısıtma enerjisinin ihtiyaçları karşılaştırılmıştır. Enerji tasarrufuna yönelik XPS ve EPS ısı yalıtım malzemelerinin kullanıldığı duvar, döşeme, tavan detaylarının TS. 825'e göre değerlendirilmesi yapılmıştır.

1.3. Araştırmanın Kapsamı

Yapılan bu çalışmada; ısı yalıtım malzemelerinin ISO ve CEN standartlarına göre sınıflandırılması yapılmış, özellikleri açıklanmıştır. 1. İklim bölgesi olan İzmir'deki bazı özel sektör ve kamu kurum yapılarına ait örnek çalışmalar yer almaktadır. İzmir yöresindeki XPS ve EPS'nin kullanıldığı yalıtımlı binalar ile yalıtımsız binaların yıllık ısıtma enerjisinin ihtiyaçları belirlenmiştir. İzmir Yamanlar Özürlüler Rehabilitasyon Merkezi'nin konut ve işyeri olarak kullanılacak binalarının ısı yalıtımlı ve yalıtımsız olarak hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının TS. 825'e göre karşılaştırması yapılmıştır. Bu doğrultuda ısı yalıtım malzemesinin özelliği, kalınlığı ve doğru malzeme seçimi gibi mimariyi ilgilendiren uygulama detayları gözleme dayalı olarak yerinde incelenmiş, resimleri çekilmiştir. Çalışmada; binalardaki tesisat yalıtımına değinilmemiştir. .

Araştırmada kapsamında binalardaki ısı yalıtım malzemelerinin sınıflandırılması, uygulandığı yerler ve incelemede bulunulan uygulama sorunları Tablo 1.1'de verilmiştir.

Tablo 1.1. Isı yalıtım malzemelerinin sınıflandırılması, uygulandığı yerler ve uygulama sorunları



1.4. Literatür Özeti

Çalışmayla ilgili olarak binalarda ısı yalıtımı uygulamaları ve sorunlarının araştırılması ile ilgili kaynaklara ulaşılmaya çalışılmış, araştırmayı yönlendiren, çalışmaya ışık tutan kaynaklar hakkında aşağıda kısaca özetler verilmiştir.

Koçu ve Korkmaz'a (2002) göre, ısı yalıtım malzemeleri, özellikleri ve sınıflandırılması, Konya çevresindeki yapılarda ısı yalıtım uygulamalarının TS. 825'e göre değerlendirilmesi yapılmıştır. Ayrıca Konya çevresindeki yapılarda eksik ve hatalı ısı yalıtımının çevre kirliliğine etkisi incelenmiş sonuç olarak, yapılarda ısı yalıtımları konusunda uyulması gereken hususlar belirtilerek, alınması gereken önlemler sıralanmış ve önerilerde bulunulmuştur.

Koçu'ya (2000) göre, yapılarda ısı yalıtımının faydaları, Konya'da ısı kayıp ve kazançlarına etki eden parametreler, ısı yalıtımı yapılarak enerji tasarrufu yapılabileceği, kentsel hava kirliliği ve önlemleri açıklanmıştır.

Toydemir'e (2000) göre, yapısal tasarımını etkileyen atmosferik ve mekanik etmenler ile malzemelerin özellikleri incelenmiş, yapısal tasarımı etkileyen ısı, su, ses ve yangın ile ilgili temel sorunlar irdelenmiştir.

Eriç'e (1994) göre, yapılarda malzeme içyapısı, ısısal etkiler ve yapı fiziği sorunları, malzemede standardizasyon ve kalite kontrolü hakkında bilgi verilmiştir. Yapı fiziği açısından projelendirme ve malzeme seçiminde ısı ile ilgili alınması gereken önlemler belirtilmiştir.

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Isı Yalıtım Yönetmeliği'ne (2008)göre, yönetmelikte; binalardaki ısı kayıplarının azaltılmasına, enerji tasarrufu sağlanmasına ve uygulamaya dair usul ve esaslarından bahsedilmiştir. Bu yönetmelik, 10/07/2004 tarihli ve 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu kapsamındaki belediyeler dahil olmak üzere, bütün yerleşim birimlerindeki binalarda uygulanmaktadır.

Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Türk Standardı'na (2008)göre, yeni inşa edilecek binaların, mevcut binaların ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplama kurallarını ve izin verilebilecek en yüksek ısı kaybı değerlerini ayrıca hesaplama ile ilgili bilgiler verilmiştir. Binaların ısıtma enerjisi ihtiyacının hesabına yönelik bir metot belirlenmiştir.

Altınışık'a (2006) göre, binaların ömrünü uzatmak ve değerini korumak için, binaların iç ve dış etkenlerden doğru biçimde korunması gerektiğinden bahsedilmiştir. Bu noktada dikkat edilmesi gereken hususların başında, yalıtım ve doğru malzeme seçimi gelmektedir. Binalarda iç ve dış ortamı birbirinden ayıran ve bina zarfı olarak tanımlanan duvarlar, pencereler, kapılar, tavan, çatı ve döşemelerden oluşan yapı elemanlarını dış etkilerden korunması gerektiğinden bahsedilmiştir.

Sezer'e (2005)göre, binalarda ısı enerjisi tasarrufu, ancak doğru uygulanmış bir ısı yalıtımı ile sağlanabilmektedir. Yapı fiziği açısından optimal konfor koşullarının sağlanmasında, dış duvar ısı yalıtım sistemlerinin doğru şekilde seçilmesi ve uygulanması konusunda öneriler sunulmaktadır.

"Binalarda Isı Yalıtımı Uygulamaları ve Sorunlarının Araştırılması" konulu bu çalışmada 1. iklim bölgesi olan İzmir'deki bazı özel sektör ve kamu kurum yapılarına ait örnek çalışmalar yer almaktadır. Örnek olarak alınan binalarda; TS.825'den, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Isı Yalıtım Yönetmeliği'nden faydanılarak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları hesaplanmıştır. Bu doğrultuda dikkat edilmesi gereken hususlar olarak, yalıtım malzemesinin özelliği, kalınlığı ve doğru malzeme seçimi gibi mimariyi ilgilendiren detaylar yerinde incelenmiş, resimleri çekilmiş ve yalıtımlı binalar ile yalıtımsız binaların yıllık ısıtma enerjisinin ihtiyaçları karşılaştırılarak yalıtımın öneminden bahsedilmiştir.

2. ISI YALITIMINA GENEL BAKIŞ

Isı, bir enerjidir ve farklı sıcaklıklara sahip mekânlar da; sıcaklığın yüksek olduğu taraftan düşük olduğu tarafa doğru geçme eğilimi gösterir. Isı bu geçiş esnasında, mekânlar arasındaki malzemelerin ısı iletkenlik katsayılarına ve kalınlıklarına bağlı olarak bir dirençle karşılanır (Özer 2006).

Isı yalıtımı, kapalı mekânların iç sıcaklıklarını istenilen düzeyde tutabilmek için, dış iklim koşullarına karşı yapılan ısıtma-soğutma işlemlerinde kullanılan enerji tasarrufu sağlamak, çevre sorunlarını çözmek ve hava kirliliğini azaltmak için yapılarda alınan her türlü önlemler bütünüdür. Yalıtım aynı zamanda yapıyı dış etkilerden koruyarak ömrünü uzatmakta ve yapı fiziği şartlarını yerine getirildiği için de işletme maliyetlerini düşürmektedir (Koçu 2000).

Isı yalıtımı, ısı transferini azaltarak, ısıtma ve soğutma için harcanan enerjiden ve paradan tasarruf etmek amacıyla yapılır. Uygun kalınlıkta doğru yapılmış ısı yalıtımı sadece enerji tasarrufu yapmakla kalmaz, aynı zamanda;

- Yazın aşırı sıcaktan, kışın soğuktan korur,
- Duvar ve tavan yüzeylerinde yoğuşmayı önler,
- Duvar kalınlığının azalmasına neden olacağı için birim alandan kazanç sağlar,
- Mekânda üniform bir iç sıcaklık yaratır,
- Hava kirliliğinde azalmasında önemli bir rol oynar,
- Sera etkisi yapan emisyonların azalmasına,
- Yakıt tasarrufuna bağlı olarak bina kullanım süreci içerisinde işletme ekonomisi sağlar.

2.1. Yapılarda Isı Yalıtımının Önemi

Binalarda ısı yalıtımı önlemleriyle, binanın durumuna bağlı olarak %20-70'inde ısı tasarrufu sağlanabilmektedir. Isı tasarrufu, yakıt ve para tasarrufu demektir. Binalarda ısı yalıtımı yapmakla, tesisat ilk yatırım giderlerinde azalma sağlanabilmektedir. Yalıtıma yapılan yatırım bu nedenlerle kısa zamanda kendini geri ödemektedir. Yakıta ödenen paranın büyük bir kısmı da, ithalat yoluyla yurt dışına gittiği düşünülürse, yalıtım yoluyla yakıt tasarrufu döviz tasarrufu anlamına gelir (Karakoç ve ark. 1999).

Isı yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklığa doğru geçme ve kendini dengeleme eğilimindedir. Soğuk kış aylarında istenen iç ortam sıcaklığına ulaşmak için yakıt tüketen ısıtma sistemleri çalıştırılmaktadır. Yalıtımı olmayan veya eksik yalıtımlı mekânlarda ısıl konfor sağlanmadığı için ısıtma sistemine daha çok iş düşmekte, yakıt sarfiyatı artmaktadır. Isı yalıtımı ile ısıtma tesisatı ilk yatırım ve işletme maliyetleri düşmekte, enerji kaynakları bakımından fakir ve dışarıya bağımlı ülkemiz için enerji tasarrufu yapılmaktadır (Şengül ve ark. 2005).

Türkiye 4 derece / gün bölgesine ayrılmıştır. 1.derece gün bölgesindeki şehirlerimizde yaz aylarında dış sıcaklık 40–45 ºC'lere ulaşmaktadır. Bu şehirlerdeki ısı yalıtımının faydası, kışın harcanan ısıtma giderlerinde, yazın harcanan soğutma giderlerinde görülmektedir. Soğutma giderleri de ısıtma işlemine kıyasla 3-6 kat daha fazla maliyete sahiptir. Dış sıcaklığın iç sıcaklıktan fazla olduğu bir mekânda yeterli yalıtım yapılırsa, dışardan içeri ısı geçişi azalır. Soğutma sisteminin minimum seviyelerde çalışması sağlanarak enerji tasarrufu yapılır (Şengül ve ark. 2005).

Tablo 2.1'de Türkiye'de ve bazı ülkelerde kişi başına yıllık ısı yalıtım malzemesi tüketim oranları verilmiştir. Bu sıralamada Türkiye en az yalıtım kalınlığı uygulayan ülkeler arasında yer almaktadır (Evcil 2000).

Tablo 2.1. Türkiye'de ve bazı ülkelerde en az yalıtım kalınlığı uygulayan ülkelerin oranları(Evcil 2000)

ISI YALITIM MALZEMESİ TÜKETİMİ (m3/kişi/yıl)	TÜRKİYE	İSVEÇ	ALMANYA	FRANSA	İNGİLTERE	YUNANİSTAN
	0,02	1,03	0,33	0,28	0,16	0,05

2.2. Isı Yalıtımının Çevre, Enerji Ve Isıl Konfora Etkileri

Isıl konfor, bir insanın sağlıklı ve üretken olabileceği ısıl parametrelerin sağlanması olarak tanımlanmaktadır. Isıl konfor sağlanamadığında tüketilen yakıt sadece binayı değil atmosferi ısıtmakta, gereğinden fazla yakıt tüketilmektedir. Tüketilen yakıtın fazla olması binanın kullanım maliyetini yükseltirken, aynı zamanda yakıtların atmosfere verdikleri zararlı gazlar çevre kirliliğini arttırmaktadır (Sezer 2005).

Enerji tüketimi ülkelerin en önemli sorunlarından biridir. Enerji üretiminin az olması ve aynı zamanda enerji tüketiminin neden olduğu çevre kirliliği, enerji korunumunu zorunlu hale getirmiştir. Enerji korunumu, binalarda enerji tüketimini azaltarak sağlanabilir (Aytaç ve Aksoy 2006).

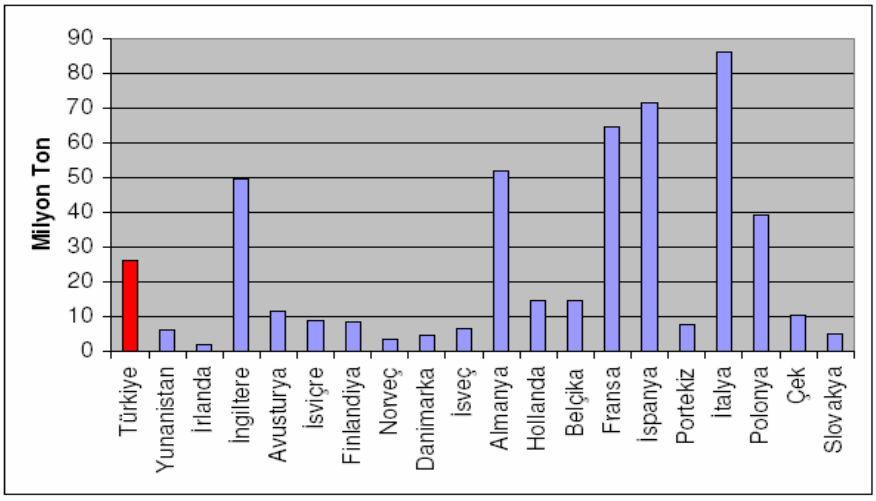
2.2.1. Isı yalıtımının çevresel etkileri

Isıl konfor koşullarını sağlamak için, ısıtma gereksinmesinde görülen artışa karşın; ısıtmada kullanılan enerji kaynakları (kömür, petrol..) azalmakta, ısıtma maliyetleri artmakta**,** dış havaya atılan kirleticiler insan sağlığına zarar vermektedir. Bu problemlerin çözümü için ısıtma enerjisi harcamalarının minimum düzeye indirgenmesi, ısı kayıplarının azaltılması ve dolayısıyla ısı yalıtımı kullanımı gerekli olmaktadır. Kullanıcı sağlığı düşünüldüğünde, binalarda ısı yalıtımı kullanımı ile ısı kayıplarını azaltmanın en önemli nedenlerinden birisi de enerji kökenli hava kirliliğidir. Türkiye'de enerji tüketiminden kaynaklanan SO_2, CO_2 parçacıkları ve diğer emisyonlar bölgesel ölçekte önemli sorunlara yol açmaktadır. Özellikle kış

aylarında yaşanan, insanları, ürünleri ve doğal yaşamı tehdit edici boyutlara ulaşan hava kirliliğine en büyük katkı enerji tüketiminden kaynaklanmaktadır (Yılmaz ve ark. 2000).

Bunun ciddiyetine varan dünya ülkeleri de Japonya'nın KYOTO şehrinde Kyoto Antlaşmasıyla sera gazını üreten yakıtlara sınırlama getirmişlerdir (Yener 2005). Tablo 2.2'de Avrupa Mineral Yün Yalıtım Malzemeleri Üreticileri Birliği EURIMA tarafından araştırılmış ve konutlardan çıkan yıl bazında toplam CO_2 emisyonlarının miktarları belirlenmiştir (Akıncı 2007).

Tablo 2.2. Konutlarda çıkan yıl bazında toplam CO_2 emisyonları (Akıncı 2007)



2.2.2. Isı yalıtımının enerji tasarrufuna etkisi

Enerjinin akıllıca kullanışı ile kayıpların en aza indirilmesi, aynı enerji ile daha çok iş yapılması veya aynı iş için daha az enerji kullanılması anlamını taşımaktadır. Enerji tasarrufu, enerji kaynaklarının daha rasyonel kullanılmasına, enerji üretim yatırımlarının ve enerji maliyetinin azaltılmasına olanak vererek, çevre sorunlarının azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır (Peker 2007).

Ülkemizin bilinen başlıca enerji kaynakları; taş kömürü, linyit, petrol, doğalgaz, hidroelektrik vb. olarak sıralanabilir. Bu kaynaklarla enerji gereksiniminin ancak sınırlı bir bölümü karşılanabilmektedir. Ülkemiz enerji kaynakları yönünden yeterli olmayıp tükettiği enerjinin büyük bir bölümünü ithal etmek zorunda kalmıştır. Ülkemizin enerji kaynaklarını korumak, temiz bir çevrede yaşamak ve ekonomik varlığımızı geliştirebileceğimiz için enerji tasarrufuna gereken önemin verilmesi gerekmektedir. Günden güne enerji kaynaklarının azalması ile ısınma giderlerinin pahalaşması, yapıların ısı yalıtımı kurallarına uyulması zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Isı yalıtımı sayesinde, ısıtma, soğutma giderleri azalır ve yapılarda konforlu bir ortam oluşarak enerji tasarrufu sağlanır (Koçu 2007).

Bina kabuğu, yalıtım ve maliyet enerji tasarrufunda değerlendirilmesi gereken önemli parametrelerdendir. Bina kabuğu için, malzemelerin fiziksel özellikleri, kalınlık ve yapım şekli önemlidir. Isı yalıtım eklenmesiyle, bina kabuğundan maksimum performans beklenir, binanın ilk yatırım maliyetini arttırır. Enerji ihtiyacını en az maliyetle karşılamak temel kuraldır. Ekonomik analiz yaparak, ısıtma enerjisi ve yalıtım maliyetine bağlı olan, toplam maliyeti belirlemek gerekir. Yalıtım kalınlığı minimum maliyet için önemlidir (Aksoy ve Keleşoğlu 2007).

2.2.3. Isı yalıtımının ısıl konfora etkisi

Konfor en genel olarak, kişinin etrafıyla bir sorunu olmaması hali olarak tanımlanabilir. Bir odadaki hava, odada bulunan kişilerin kendilerini iyi hissetmelerini ve çalışma kapasitelerinin önemli ölçüde etkiler. Havanın belli oranlarında, insanların kendilerini çok daha konforlu hissettikleri gözlemlenmiştir. Bu oran "konfor aralığı" olarak bilinmekte ve oda hava sıcaklığı, çevre yüzeylerinin sıcaklığı, havanın nemi ve havanın hızı ile karakterize edilmektedir. Oda sıcaklığı ise normal giyimli ve herhangi bir fiziksel performans göstermeden oturan kişi için en kabul edilebilir oda hava sıcaklığı kışın 20–21 ºC, yazın ise (dış sıcaklık ortalama 24 º C varsayılarak) 21–22 ºC'dir. Yazın hava sıcaklığının yüksek olması kişilerin daha ince giysiler giymelerini gerekli kılar, vücut yüzey sıcaklığı sabit kaldığından, çevreye aynı miktardaki ısı yayılması esas alındığında, çevre sıcaklığı daha yüksek

olabilir. Kışın 21–22 ºC'lik oda sıcaklığı, kaba bir ortalamadır ve sadece hareketsiz hava koşulları için geçerlidir (Oğan 2008).

Bir odanın çevre yüzeylerinin (duvarlar, kapılar, pencereler, tavan, zemin) sıcaklıkları genelde insan vücut yüzey sıcaklığından düşük olduğunda, oda konforsuz olarak algılanır. Konfor koşullarının sürekliliğini en ekonomik ve en verimli şekilde sağlamak için; ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma gibi bina enerji sistemlerinin optimum koşullarda işletilmesi gerekir (Oğan 2008).

Konfor şartlarını insan istekleri belirler. Herhangi bir ortamın ısı ihtiyacı TS.825 standartında belirtilen formata göre bulunur. Bulunan ısı yükü bu odanın ısınmasını garanti eder. Ancak oda içerisindeki ısının dağılımının mükemmelliğini garanti altına alamaz. Bunun temini için;

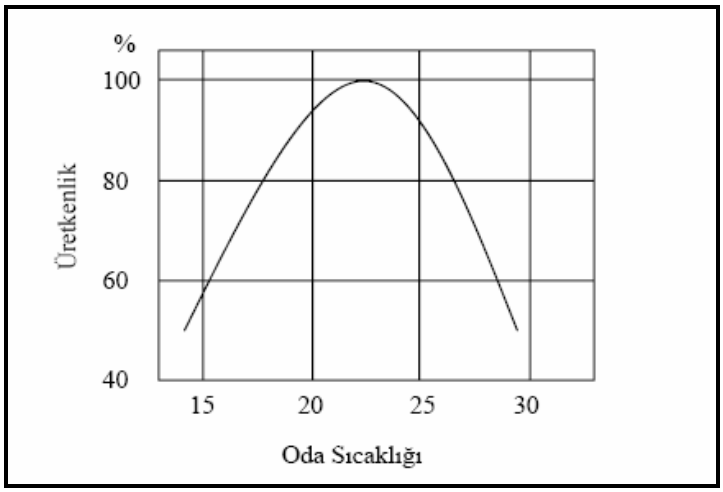
- Oda içindeki ısı dağılımı, sıcaklığı her noktada eş değerde tutacak şekilde olmalıdır.
- Binaların çatı, duvar, döşeme, kapı, pencere gibi elemanlarına da ısı yalıtım uygulamaları yapılmalıdır.
- Isıtma sistemlerinde otomatik kontrol uygulamaları projelerde belirtilerek uygulanması sağlanmalıdır (Aksoy ve ark. 2001).

Binaların iç iklimsel koşulları sağlayabilmesi için, tasarım aşamasında iç mekân konfor koşullarına etki edecek parametrelerin dikkate alınması gerekmektedir. İç ortam sıcaklığını belirleyen ısı kayıp ve kazançları azaltacak önlemler, bina proje aşamasında göz önüne alınmalıdır. En önemli konfor koşullarından olan iç ortam sıcaklığı; yapıyı çevreleyen duvarların, çevre sıcaklığı, güneş ışınımı, rüzgâr hızı gibi dış atmosferik şartlarla etkileşimi sonucu değişmektedir. Bir binanın toplam ısı kazancı şu kısımlardan meydana gelmektedir:

- Yapı elemanlarından (duvar, çatı, döşeme, pencere ….) ısı kazançları
- İnsanlardan gelen ısı kazancı

- Aydınlatma ve diğer elektrikli cihazlardan gelen ısı kazançları (Dağsöz ve ark.).

Çalışma veriminin sıcaklıkla değişimine ilişkin diyagram Şekil 2.1'de verilmiştir. Benzer çalışmalar aktif iş, yavaş iş, kış giysisi, hafif giysi gibi faktörler göz önüne alınarak da yapılmıştır. Ortam sıcaklığı ve konforun iş yerlerindeki iş kazalarını bile etkilediği kaydedilmektedir (Anonim 2001).



Şekil 2.1. Sıcaklığın çalışma verimine etkisi (Anonim 2001)

İç yüzey sıcaklığı konfor ortamının belirlenmesinde önemli bir faktör olmaktadır. İç yüzey sıcaklıklarının konfor sıcaklıklarında tutulması, yakıt tüketimini de azaltacaktır. İç yüzey sıcaklıklarının düşük olması hava akımlarını artıracağından, iç ortam sıcaklığı normal düzeyde olsa bile konforsuzluk ortaya çıkaracaktır. İç yüzey sıcaklığının düşük olması, duvarın ısı yalıtımsızlığından kaynaklanmaktadır. İç yüzey sıcaklığının ortam sıcaklığına 2-3 ºC gibi yakın sıcaklık farklarında olmasının konfor hissi yarattığı belirtilmektedir. Tablo 2.3'de çeşitli konfor durumları için iç ortam sıcaklığı ile iç yüzey sıcaklığı arasındaki ilişki görülmektedir (Şengül ve ark. 2005).

Tablo 2.3. İç ortam (ti) ve iç yüzey sıcaklıkları (tiy) arasındaki farka göre konfor şartları (Şengül ve ark. 2005)

ti-tiy	Konfor Durumu
2	Çok konforlu
3	Konforlu
4	Az konforlu
6	Konforsuz
8,5	Soğuk
>8,5	Çok soğuk

İç yüzey sıcaklıkları ile ortam sıcaklıkları arasındaki farkı azaltmak için ısı yalıtımı gerekir. Isı yalıtımı ile mekânın her noktasında homojen bir sıcaklık sağlanır ve hava akımları engellenir. Bu da hem konforlu hem de sağlıklı bir ortam sağlar (Şengül ve ark. 2005).

Havanın belirli sıcaklık derecelerinde 1 m³ 'ünün sabit basınç altında taşıyabileceği en fazla su miktarına doymuş su buharı miktarı (G_S) denir. Sıcaklık arttıkça, bu değer artar. Örneğin; 20 ºC 'de normal atmosfer basıncı altında 1 m³ hava en fazla 17.2 gr su buharını taşıyabilirken, 25 ºC 'de bu miktar 22.9 gr.'a, 100 ºC 'de ise 599 gr.'a kadar artabilmektedir. Havanın 1 m³'ünün belirli bir sıcaklıkta bulundurduğu su buharı miktarına mutlak nem denir. Mutlak nemin doymuş su buharı miktarına oranına bağıl nem(ø) (rölatif, nisbi, göreceli nem) adı verilir. Buradan anlaşılacağı gibi doymuş su buharının bağıl nem değeri %100 'dür. Bu değerin altında olan bağıl nem değerleri sıcaklık azaldığı takdirde %100'e ulaşacak, bu durum yoğuşma olarak görülecektir (Toydemir ve ark. 2000).

İç ortamda üretilen su buharı, yapılara zarar veren bir potansiyele sahiptir. Su buharı; basınç farkı nedeniyle ısı akımı ile aynı yönde hareket ederek yapı elemanının gözeneklerinden geçer ve dış ortama ulaşmaya çalışır. Su buharının yapı elemanı içerisindeki bu geçişi sırasında, doyma veya daha düşük sıcaklıkta bir yüzeyle temas etmesi durumunda buharın bir kısmı yoğuşarak su haline geçer. Yapı elemanları içerisinde birikerek yapıya veya konforumuza zarar verir. Yoğuşma iç

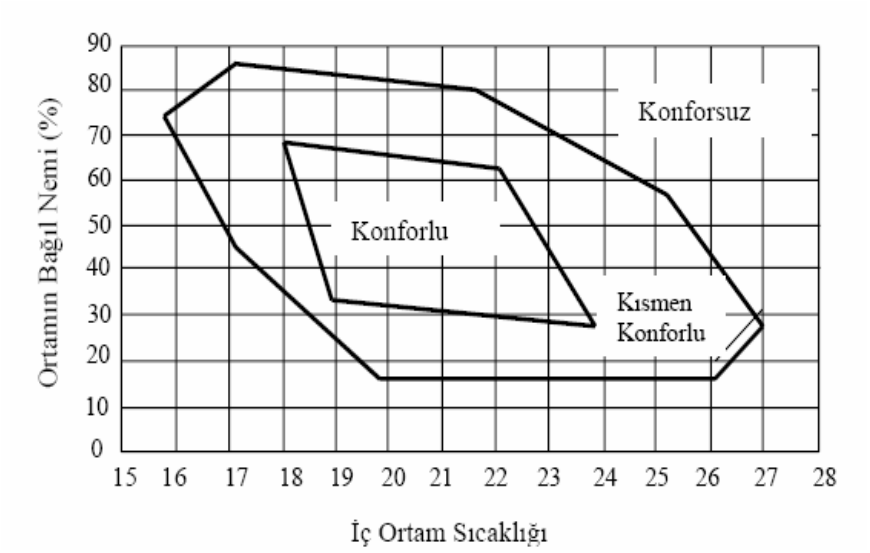
yüzeyde veya yapı elemanları içine meydana gelebilir. Bu nedenle, yapı elemanları tasarlanırken mutlaka yoğuşma kontrolü yapılmalıdır. Bina kabuğu tasarımında; bağıl nem değerinin, kısa süreler için bile 0,8'den yüksek olması durumunda iç yüzeylerde küf oluşumu riski vardır. Yüzeyde meydana gelen yoğuşma, neme karşı hassas olan korunmamış yapı malzemelerinde hasarlar oluşmasına neden olabilir. Yüzeydeki nem miktarının fazla olması; telafisi olmayan, fiziksel değişikliklere (dökülme, kabarma vb.), kimyasal reaksiyonlara (paslanma vb.) ve biyolojik gelişmelere (ahşabın çürümesi vb.) neden olarak konforu bozar. Yapı elemanlarının ara yüzeylerinde meydana gelen yoğuşma, yapımızın yük taşıyıcı kısımlarında bulunan demirlerin paslanmasına neden olduğu için, yapı ömrünü tehdit eden unsurlardan biridir. Yoğuşma riskinin azaltılması veya ortadan kaldırılması için; yapı bileşenlerinin içinden birim zamanda geçen su buharı miktarı sınırlandırılmalı ya da yapı bileşeninin tüm kesitindeki sıcaklık dağılımı doyma sıcaklığının üstünde olmalıdır. Yoğuşmanın hiç olmaması için, yapı bileşeni içindeki tüm sıcaklıkların, su buharının doyma sıcaklığından daha yüksek olması gerekir. Bu da yapı bileşeninin dış iklim koşullarından korunmasıyla, dış cephe ısı yalıtım sistemleri ile sağlanır. Böylece yapı bileşenlerinin, ısı yalıtımının sıcak tarafında kalmaları sağlanır ve yoğuşma sıcaklığının üstünde tutulur (Şengül ve ark. 2005). Şekil 2.2'de yalıtımın doğru yapılmamasından dolayı yoğuşma gerçekleşmiştir.



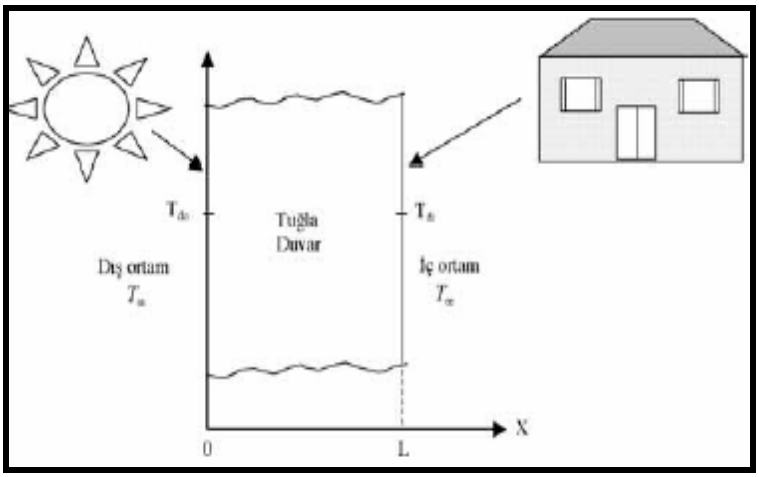
Şekil 2.2. Yapı bileşeninin dış iklim koşullarından korunmaması sebebiyle gerçekleşen yoğuşma (Şengül ve ark. 2005)

İç yüzey ve ortam arasındaki sıcaklık farkı ne kadar fazla olursa ortamdaki moleküllerin hareketleri de o kadar fazla olacaktır. Kış mevsiminde %30 ile %70'lik bir bağıl nem, normal bir iç ortam sıcaklığında konfor hissi verebilmektedir. Tablo 2.4'de iç ortam sıcaklığı ile ortamın bağıl nemine bağlı olarak konfor bölgesi görülmektedir (Karakoç 1997).

Tablo 2.4. İç ortam sıcaklığı ve ortamın bağıl nemine bağlı olarak konfor bölgesi (Karakoç 1997)



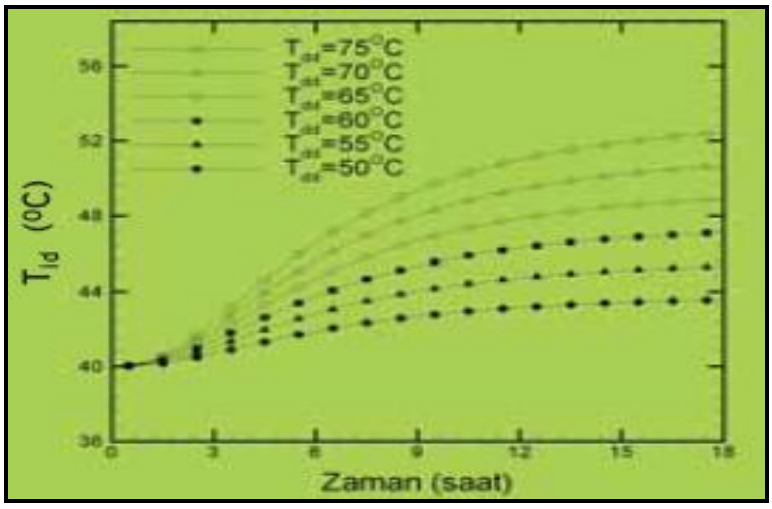
Şekil 2.3'de dış duvar yüzeyine güneş ışınımının gün boyunca etkili bir şekilde gelmesi, duvarda ısıl enerji depolamasına ve bu depolama sebebi ile dış duvar dış düzeyinin sıcaklığının artmasına sebep olmaktadır. Güneş ışınımına maruz kalan bina dış duvarında depolanan ısıl enerji, taşınım ve ışınım yolu ile dış ortama ve iletim yolu ile binanın iç kısmına doğru ilerler (Incopera ve DeWitt 2001, Çengel 1998).



Şekil 2.3. Gün boyunca güneş ışınımına maruz kalan duvar yapısı ve sınır şartları (Incopera ve DeWitt 2001, Çengel 1998)

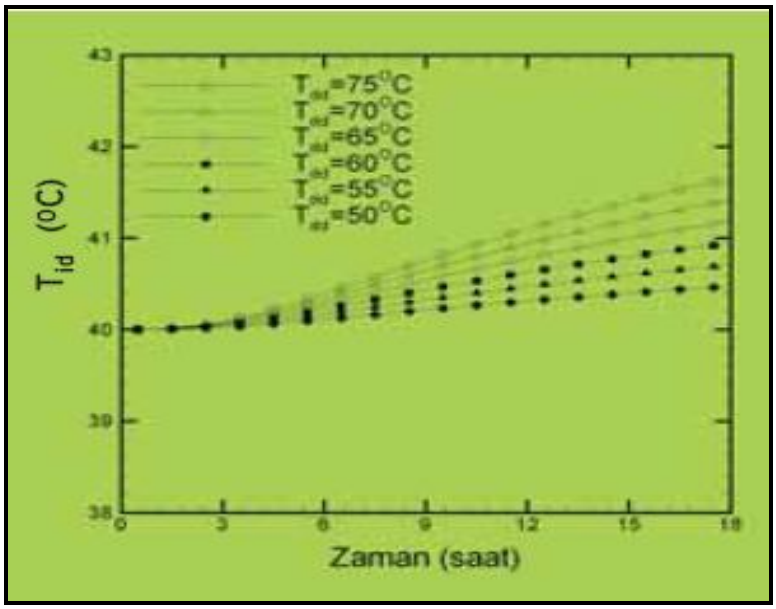
Örnek olarak; dış-iç ortam sıcaklığı 30 ºC civarında iken dış duvar yüzey sıcaklığı gün içinde 30 ºC'den başlayarak 40–45–50–55–60 ºC gibi sıcaklıklara, dış-iç ortam sıcaklığı 40–45 ºC olduğu bölgelerde, dış duvar yüzey sıcaklığı 40 ºC'den başlayarak, 50–55–60–65–70–75 ºC gibi sıcaklık değerlerine çıkabilmektedir. Binaların dış duvarlarına ısı yalıtım uygulaması yapıldığında, ısı yalıtımı uygulamasının yaz aylarında bina ve içindekilerin yaşam ve uyku konforlarına etkisi Tablo 2.5'de görülmektedir.

Tablo 2.5. Farklı dış duvar sıcaklıkları için yalıtımsız duvardaki iç duvar sıcaklıklarının zamanla değişimi (Ti=40 ºC) (Incopera ve DeWitt 2001, Çengel 1998)



Dış duvarların yalıtımlı olduğu Tablo 2.6 'da başlangıçta 40 ºC olan dış duvar iç yüzeyinin sıcaklığı sadece 1 ºC'lik artış ile 41 ºC'a çıkmaktadır. Yalıtımlı duvar iç yüzey sıcaklığı ile yalıtımsız duvar iç yüzey sıcaklığı arasında 17–18 ºC civarında bir fark meydana gelmektedir (Incopera ve DeWitt 2001, Çengel 1998).

Tablo 2.6. Farklı dış duvar sıcaklıkları için yalıtımlı duvardaki iç duvar sıcaklıklarının zamanla değişimi (Ti=40 ºC) (Incopera ve DeWitt 2001, Çengel 1998)



2.3. Yapılarda Isı Yalıtımı İle İlgili Mevzuat

Yapı kabuğunun, amaçları doğrultusunda, içinde yaşayan insanın dış ısısal etkilerden korunması gibi önemli bir işlevi vardır. Bu korunum ile sağlığa uygun, konfor verici ortamın yaratılması, yapının onarım giderlerinin azaltılması ve yakıt ekonomisinin sağlanması mümkündür. Ayrıca ısısal etkilere bağlı olarak malzeme birleşimlerinde ortaya çıkan yüzeysel terleme, iç yoğuşma (kondansasyon) ve donma gibi sorunların da meydana getirdiği zararın giderilmesi ısısal yalıtımda öngörülen önlemlerle gerçekleşecektir. Isı yalıtımı ile ilgili olarak 1977 yılından sonra yürürlüğe giren T.S. 825 " Binalarda Isı Etkilerinden Korunma Kuralları" ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın "Yakıt Tüketiminde Ekonomi Sağlanması ve Şehirlerde Isıtma Tesislerinin Sebep Olduğu Hava Kirliliğinin Azalması"na ilişkin

standart ve yönetmenlikleri, projelendirmede ve malzeme seçiminde birtakım önlemlerin alınmasını öngörmüşlerdir (Eriç 1994).

Binalarda ısı yalıtımı, TS. 825'de, değişik sıcaklıklarda bulunan iç hacim ve dış hava arasındaki ısı akışını azaltıcı önlemlerin tamamı olarak tanımlanır. Termodinamiğin ikinci yasasına göre ısı yüksek sıcaklıklı ortamdan düşük sıcaklıklı ortama doğru gitmektedir. Isınan iç ortamdan dış ortama doğru bir ısı akışı söz konusudur. İçeride yeterli konfor ortamının sağlanabilmesi için kaybolan ısının, bir ısıtma sistemi ile karşılanması gerekmektedir. Kaçan ısıyı en aza indirebilmek için çeşitli yollarla yalıtım yapılması gerekmektedir (Anonim 2008). "Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği"nin 9 Ekim 2008 tarih 27019 sayılı resmi gazetede yer almasından itibaren uygulanması zorunlu standart olarak 1 Kasım 2008 yenilenerek yürürlüğe girmiştir (Anonim 2008).

2.4. TS. 825'in Amacı ve Binanın Isıtma Enerjisini Etkileyen Faktörler

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

- Yeni yapılacak bir binaya ait çeşitli tasarım seçeneklerine bu standartta açıklanan hesap metodunu ve değerlerini uygulayarak, ideal enerji performansını sağlayacak tasarım seçeneğini belirlemek,
- Mevcut binaların ısıtma enerjisi tüketimlerini belirlemek,
- Mevcut bir binaya yenileme projesi uygulamadan önce, uygulanabilecek enerji tasarruf miktarını belirlemek
- Bina sektörünü temsil edebilecek muhtelif binaların enerji ihtiyacını hesaplayarak, bina sektöründe gelecekteki enerji ihtiyacını milli seviyede tahmin etmek amaçlarına yöneliktir (Anonim 2008).

Standartın ve yönetmeliğin uygulanmasının denetimi;

- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı,
- Milli Eğitim Bakanlığı,

- Valilikler,
- Belediyeler tarafından yapılmaktadır (Oğan 2008).

TS 825 dış duvarlarda, zemine oturan döşemede ve çatı altı tavan veya teras çatı altı tavanda % 100 oranda ısı yalıtımını ve ayrıca ısı köprülerinin sıfırlanmasını mecburi tutmaktadır. Yapılan ön hesaplarda bölgelere göre yaklaşık olarak ve sırasıyla, dış duvarlarda 4 cm, 6 cm, 8 cm ve 10 cm döşeme ve tavanda ise 5 cm, 10 cm, 15 cm ve 20 cm kalınlıklarında ısı yalıtımı malzemesi kullanılması gerekli görülmektedir. Ayrıca pencerelerin ısı camlı olması ve toplam pencere yüzeyinin toplam dış duvar yüzeyinin % 10 ile % 15'i oranında belirli bir oranda sınırlandırılması zarureti vardır (Savaş 2000).

Tablo 2.7 ve Tablo 2.8'den anlaşılacağı gibi TS.825'e göre ülkemiz 1., 2., 3. ve 4. derece gün bölgesi olmak üzere dört ayrı iklim bölgesine ayrılmış olup ayrıca bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri görülmektedir. Isı yalıtımı uygulamasında, yalıtım malzemesi nem geçişine ve dolayısıyla nem yoğuşması sonucu ıslanmaya karşı korunmalıdır. TS 825, binalarda ısı yalıtımı uygulaması ile birlikte yalıtım malzemesinin nem geçişine ve nem yoğuşması ile ıslanmasına karşı kontrolünü ve korunmasını da mecbur tutmaktadır. Isı yalıtımı uygulaması yanında, yalıtım malzemesinin ıslanmaya karşı korunması için nem yalıtımı uygulamasına da önem verilmeli ve özen gösterilmelidir (Savaş 2000). TS 825'e göre ülkemiz 1., 2., 3. ve 4. derece gün bölgesi olmak üzere dört ayrı iklim bölgesine ayrılmıştır .

Tablo 2.7. TS 825'e göre bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri (Anonim 2008)

	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	0.70	0.45	0.70	2.4
2.Bölge	0.60	0.40	0.60	2.4
3.Bölge	0.50	0.30	0.45	2.4
4.Bölge	0.40	0.25	0.40	2.4

Tablo 2.8. TS 825 e göre Türkiye nin İklim Bölgeleri (Anonim 2008)

1-Bölge Derece Gün İlleri ADANA AYDIN MERSİN OSMANİYE 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 İlleri SAKARYA ÇANAKKALE KAHRAMANMARAŞ RİZE TRABZON ADIYAMAN DENİZLİ KİLİS SAMSUN YALOVA AMASYA DİYARBAKIR KOCAELİ SİİRT ZONGULDAK BALIKESİR EDİRNE MANİSA SİNOP DÜZCE 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) İli 4. Bölgede olup da kendisi 2. Bölgede olan belediyeler ABANA(Kastamonu) BOZKURT(Kastamonu) ÇATALZEYTİN(Kastamonu) İNEBOLU(Kastamonu) CİDE(Kastamonu) DOĞANYURT(Kastamonu)
3-Bölge Derece Gün İlleri AFYON BURDUR KARABÜK MALATYA AKSARAY ÇANKIRI KARAMAN NEVŞEHİR ANKARA ÇORUM KIRIKKALE NİĞDE ARTVİN ELAZIĞ KIRKLARELİ TOKAT BİLECİK ESKİŞEHİR KIRŞEHİR TUNCELİ BİNGÖL IĞDIR 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) DURSUNBEY(Balıkesir) ULUS(Bartın) İli 4. Bölgede olup da kendisi 3. Bölgede olan belediyeler TOKAT(Kastamonu)
4-Bölge Derece Gün İlleri 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) ŞEBİNKARAHİSAR(Giresun) ELBİSTAN(K.Maraş) MESUDİYA(Ordu) ULUDAĞ(Bursa) AFŞİN(K.Maraş) Göksun(K.Maraş) İli 3. Bölgede olup da kendisi 4. Bölgede olan belediyeler KIĞI(Bingöl) PÜLÜMÜR(Tunceli) SOLHAN(Bingöl) NOT: Ek'te adı bulunmayan yerleşim birimleri, bağlı bulundukları belediyenin bölgesinde sayılır.

2.5. Isı Tutucu Malzemelerin Temel Karakteristik Özellikleri

Isı tutucu malzemeler, çoğunlukla heterojen yapılı malzemelerin bir karışımı olarak ele alınabilir. 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 maddenin kimyasal bileşimi ve yapısının bir sonucu olarak, ya kapalı ya da açık boşluklu hava / gaz içeren maddelerdir. 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 da diğer özelliklerini farklı yönlerde etkileyebilir (Toydemir ve ark. 2000).

a) **Yeterli basınç dayanımı:** Binalarda özellikle yatay ya da az eğimli yapı elemanlarının oluşturulmasında yeterli basınç mukavemetine sahip ısı tutucu malzemeye gereksinim vardır. Döşeme üzerinde bulunan statik ve dinamik yüklerin etkilerine karşı ısı tutucu malzemede belirli bir direncin bulunması yapılan konstrüksiyonun sürekliliği açısından şarttır (Toydemir ve ark.2000).

b) **Yeterli çekme dayanımı:** Genleşmeye karşı dayanıklılık ve özellikle eğilmeden kaynaklanan çekme gerilmelerinin karşılanabilmesi için ısı tutucu malzemelerin yeterli bir çekme dayanımına sahip olması gerekir (Toydemir ve ark. 2000).

c) **Buhar difüzyon direnci:** Buhar difüzyon direncinin hangi seviyede olacağı ısı tutucu malzemenin kullanılacağı yerin koşullarına bağlı olarak belirlenir. Bazı koşullarda ısı tutucu malzemenin su buharını tamamen geçirmesi istenebileceği gibi, bazı koşullarda da hiç geçirmemesi istenebilir. Bu durum, o yapı elemanının çevrelediği mekanın koşullarına ve o yapı elemanının konstrüksiyon tipine bağlıdır (Toydemir ve ark. 2000).

d) **Düşük birim ağırlık (hafiflik) :** Isı tutucu malzemelerin bünye yapıları gereği birim hacim ağırlıkları düşük olmak zorundadır. Bazı ısı tutucu malzemeler rijit yapıda (cam köpüğü), bazıları ise gevşek yapıdadır (cam yünü, cam pamuğu). Ancak bu malzemelerin yalıtım görevini yerine getirebilmeleri için hafif olmaları zorunludur (Toydemir ve ark. 2000).

e) **Yüksek ısı tutuculuk (ısı iletim katsayısı) :** Bu tür malzemelerde genelde yüksek düzeyde ısı tutuculuk aranır. Düşük sıcaklıkların yalıtılmasında kullanılan ısı tutucularla yüksek sıcaklıkların yalıtılmasında kullanılan ısı tutucuların cinsleri önemli farklılıklar gösterir. Yüksek sıcaklık söz konusu olduğunda malzemenin yanmazlığı önem kazanırken, düşük sıcaklıklarda, örneğin binanın dış duvarında ya da bir soğuk hava deposunda kullanılan ısı tutucu malzemeler için yanmazlık önemini yitirir (Toydemir ve ark. 2000).

f) **Boyutsal kararlık:** Isı tutucu malzemelerin değişik dış etmenlere hacim ve şekil değiştirmemesi beklenir. Islandığı zaman şişen ve üzerine basıldığı zaman ezilen bir ısı tutucu malzeme özelliklerini yitirecektir. Bu durum konstrüktif önlemler alınması gerekecek, bu ise maliyeti arttıracaktır (Toydemir ve ark. 2000).

g) **Sıva tutuculuk:** Birçok ısı tutucu malzeme, bünye yapısı gereği kullanıldığı yerlerde mekanik etkiler açık olabilir. Bu nedenlerden ötürü, ısı tutucu malzemelerin başka bir malzemeyle korunması gerekir. Sıva tutuculuk özelliği çoğu ısı tutucu malzemelerde bulunmakla birlikte, son yıllardaki gelişmeler, gevşek ve yumuşak malzemelerin üzerine de sıva yapma olanağı sağlanmıştır (Toydemir ve ark. 2000).

h) **Çürümezlik:** Isı tutucu malzemenin uzun yıllar hizmet verebilmesi için çeşitli etmenlerin etkisi altında çürümemesi ya da çözülmemesi gerekmektedir. Bazı sentetik malzemelerin bu şekilde bozulması istenmeyen bir durumdur (Toydemir ve ark. 2000).

i) **Kokusuzluk:** Isı tutucu malzemeler kokusuz olmalıdır. İstenmeyen koku, bu tür malzemelerin gerek uygulanması sırasında, gerekse de uygulamadan sonraki dönemlerde insanları rahatsız edebilir (Toydemir ve ark. 2000).

j) Ucuzluk: Şimdiye kadar sayılan bütün niteliklerin tek bir malzemede bulunması pratik olarak olanaksız olmakla birlikte, bunların önemli bir kısmına sahip olan malzemeler vardır (Toydemir ve ark. 2000).

2.6. 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 vardır. Bu sınıflandırmalarda alt açılımlara geçildiğinde bazı karışıklıklar söz konusu olabilir (Toydemir ve ark. 2000).

2.6.1. Doğada varoluş ve kökenine göre ısı tutucu malzemeler

Bu tür ısı tutucular iki alt sistem olarak sınıflandırılır. İlkini doğada varolan ısı tutucu malzemeler oluşturur; ikinci alt sistem ise, doğada varolmayan fakat sentetik olarak üretilen ısı tutuculardır (Toydemir ve ark. 2000).

Doğada varolan malzemelerden üretilen ısı tutucular, bitkisel ve hayvansal kökenli ısı tutucularla mineral kökenli ısı tutucular olmak üzere iki grupta toplanır.

Bitkisel ve hayvansal kökenli ısı tutucu malzemeler grubunda; mantar, yumuşak ahşap lif, ahşap talaş, oluklu mukavva, saz ve kamış, keten, pamuk, hindistan cevizi, palmiye lifleri, saman, pirinç kabuğu, çeşitli deniz yosunları gibi bitkisel kökenli ısı tutucularla yün, keçi kılı ve diğer çeşitli hayvansal kıllardan oluşturulan ısı tutucular bulunmaktadır. Bu gruptaki malzemelerin ısı tutucu olarak kullanılabilmesi için bazı üretim işlemlerinden geçirilmeleri gerekir. Mineral kökenli ısı tutucu malzemeler grubunda; doğada doğrudan varolan ısı tutucularla, bu malzemelerin ısı yalıtımı için işlenmesiyle elde edilen malzemeler girer. Bunlar asbest, taş yünü, fosil, silis gibi çok basit işlemlerle elde edilen malzemelerle, cam lifleri, cam köpüğü, genleştirilmiş mika, genleştirilmiş kil, cürüf yünü gibi karmaşık işlemler sonucu elde edilenlerden oluşur (Toydemir ve ark. 2000).

Doğada varolmayan ve sentetik (yapay) olarak üretilen ısı tutucu malzemeler, çeşitli polimerlerden oluşur. En yaygın şekilde üretilen ve kullanılanları; polistren (PS), poliüretan (PUR), polivinilklorür (PVC), polietilen (PE) ve fenolformaldehit (PF) gibi değişik kökenli polimer malzemelerin köpük yapıda olanlarıdır (Toydemir ve ark. 2000).

2.6.2. Bünye yapısına göre ısı tutucu malzemeler

Bu gruptaki ısı tutucu malzemeler dört alt sistemde incelenir. Lifsel yapıda olan, daneli yapıda olan, köpük ya da sünger yapıda olan ve kompozit yapıda olan ısı yalıtım malzemeleri olarak dört grupta toplanır. Lifsel yapıda olan ısı yalıtım malzemeleri, bütün bitkisel ve hayvansal kökenli lifsel malzemeler girmektedir (pamuk, yün, saman vb). Ayrıca mineral kökenli lifsel malzemelerde (cam lifi, taş yünü vb) bu grupta yer almaktadır. Daneli yapıda olan ısı yalıtım malzemeler, gözenekli yapıda danelerin aralarında boşluk kalacak şekilde yan yana gelmesiyle oluşmuş ısı tutucu malzemelerdir. Genleştirilmiş mantar, fosil silisli daneler, perlit ve vermikülit, daneli gruba giren ısı tutucu malzemelerdir. Köpük ya da sünger yapıda olan ısı yalıtım malzemeler, kapalı ya da açık gözenekli hücrelerden oluşur. Gazbeton türleri, süngertaşı, cam köpüğü gibi mineral kökenli köpüklerle, tüm sentetik köpüklerde bu grupta yer alabilir. Isı tutucu kompozitler, kökeni ve bünye yapısı yönünden farklı malzemelerin değişik kompozisyonundan oluşabilmektedir.

- Bağlayıcı madde aglomerleri; çimento bağlayıcılı, alçı bağlayıcılı, bitüm bağlayıcılı kompozitler, rijit köpük halinde kompozitler, polimer bağlayıcı kompozitler, asfalt bağlayıcılı kompozitler,

- Liflerle donatılı kompozitler; çimentolu ahşap talaşı, bakalitli cam yünü,

- Lamine kompozitler; ahşap, plastik, lamine lifli, sandiviç kompozit, şekillerinde değişik malzemelerden üretilmektedir (Toydemir ve ark. 2000).

2.7. Isı Yalıtım Malzemelerinin Kullanım Alanları Bakımından Karşılaştırılması

ISO ve CEN Standartlarına göre yapılan sınıflandırılmada:

- λ_h (Isıl iletkenlik hesap değeri) > 0,065 W/m.K ise "yapı malzemesi"
- λ_h (Isıl iletkenlik hesap değeri) < 0,065 W/m.K ise "ısı yalıtım malzemesi" olarak değerlendirilir (Özer 2006).

Isı yalıtım malzemelerinin seçiminde bazı özellikler aranmaktadır. Bu özellikler şöyledir:

- Isıl iletkenlik hesap değeri - λ_h (W/m.K)
- Su buharı difüzyon direnç katsayısı - μ (-)
- Yangın sınıfı DIN 4102, BS 476'e göre
- Sıcaklık dayanımı (°C)
- Basınç dayanımı (N/mm²)
- Havanın yoğunluğu - ρ (kg/m³) (Özer 2006).

Isı yalıtım malzemeleri sahip oldukları özelliklere göre doğru bir şekilde uygulanmaları gerekmektedir. Rasgele kullanıldıklarında gerekli verim alınamamaktadır ve yalıtım görevini yerine getirememektedir. Lifli malzemelerden camyünü ve taşyünün su alma riski, EPS, XPS ve Poliüretana göre fazladır. Bu nedenle buhar kesici kullanmak şartıyla içten yalıtımlarda ve kapalı çatılarda kullanılmaları uygundur. Yoğunlukları fazla olan taş yününün basınç mukavemetlerinin fazla olması nedeniyle üzerinde gezilen ve gezilmeyen çatılarda alttan buhar dengeleyici, üstüne ise su yalıtımının uygulanması ile uygulanmaları gerekmektedir (Özenç 2007). Tablo 2.9'da malzemelerin ısıl iletkenlik hesap değerleri ve yoğunlukları verilmiştir.

Tablo 2.9. Malzemelerin ısıl iletkenlik hesap değerleri ve yoğunlukları (Özenç 2007)

Malzeme	**Yoğunluk(kg/m³)**	**λ_h (W/m.K)**	**μ**
Cam Yünü	8-500	0.004	1
Taş Yünü	52-150	0.04	1
EPS	>15	0.04	20-250
Ahşap Yünü	360-570	0.09-0.15	2-5
XPS	>20	0.028-0.031	8-250
Poliüretan	>30	0.035	30-100
Harçlar	1200-2000	0.35-1.4	10-35
Betonarme(donatılı)	2400	2.5	80-130
Beton(donatsız)	2200	1.65	70-120

Lifli ısı yalıtım malzemeleri kapiler su emmeleri olmayacak şekilde işlemlerden geçirildikten sonra, polimer ısı yalıtım malzemeleri gibi çift duvar arasında kullanılabilmektedir. Ancak iki duvar arasındaki boşluğun dibinde yoğuşma vb. sebeplerden kaynaklanacak su problemi için gerekli detayların oluşturulması gerekmektedir. Ayrıca EPS ve XPS dıştan yalıtımda polimer esaslı ince sıva ile iyi sonuç verebilmektedir. Poliüretan ülkemizde genellikle sanayi yapılarında sandviç panellerde kullanılmaktadır. Ahşap yününün tavan yalıtımında kullanılması uygun olmaktadır (Özenç 2007).

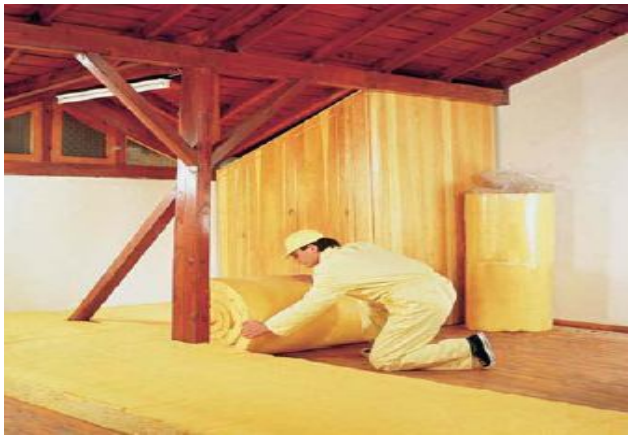
2.7.1. Camyünü

İnorganik hammadde olan silis kumunun 1200 ºC - 1500 ºC sıcaklıkta elyaf hale getirilmesi sonucu yerli olarak üretilen bir ısı ve ses yalıtımı malzemesidir. Kullanım yeri ve amacına göre farklı boyut ve yoğunlukta değişik kaplama ve katkı malzemesi ile şilte, levha, boru ve dökme şeklinde üretilmektedir. Zamanla bozulmaz, çürümez, küf tutmaz, korozyon ve paslanma yapmaz, böcekler ve mikroorganizmalar tarafından tahrip edilemez. Çatı şiltesi olarak her türlü ahşap oturtma çatılarda, metal çatılar ve sandviç çatılarda kullanılır (Özer 2006). Tablo 2.10'da cam yününün fiziksel özellikleri belirtilmektedir.

Tablo 2.10. Cam yününün fiziksel özellikleri (Özer 2006)

Yoğunluk(kg/m³)	14-100
Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/m.K)	0.04
Sıcaklık Dayanımı(°C)	-50/+ 250 °C
Su Emme Değeri (%) Hacimce	%3-10 (5 cm kalınlık için)
Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı (μ)	1

Kullanılmayan çatı arası ısı yalıtımında, döşemeye serilmek suretiyle uygulanır. Şiltelerin üzeri her hangi bir malzeme ile örtülmemeli, alüminyum folyo kaplı şilteler, folyolu yüzleri daima sıcak tarafta kalacak şekilde serilmelidir (Özer 2006). Şekil 2.4'de kullanılmayan çatı arası ısı yalıtımında, döşemeye serilmek suretiyle uygulanan cam yünü şilte uygulaması görülmektedir.



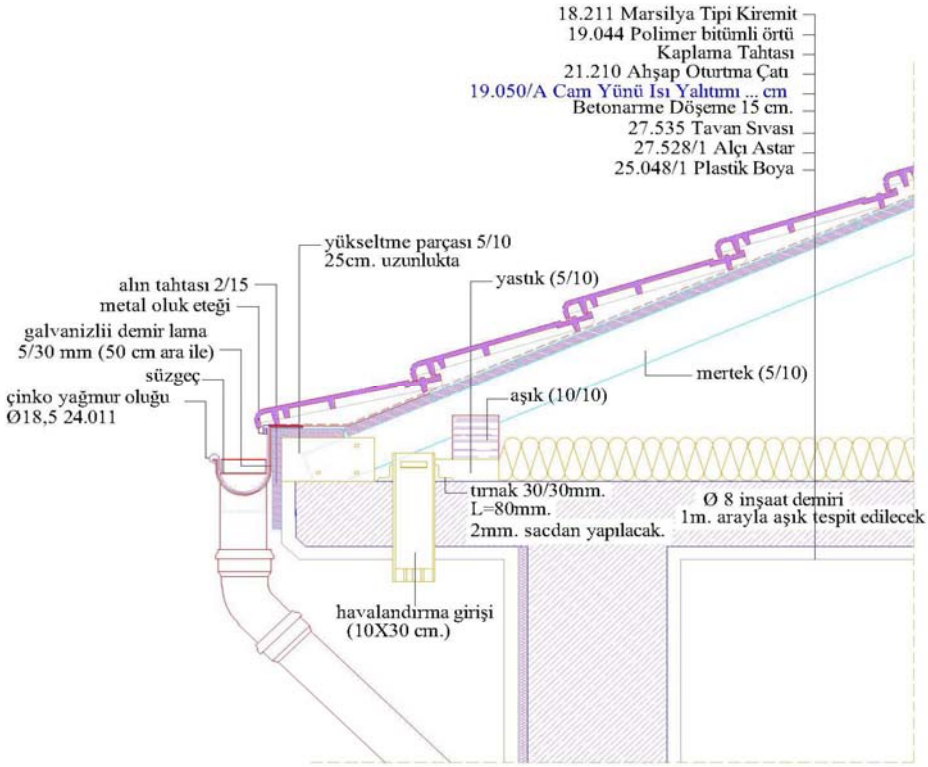
Şekil 2.4. Kullanılmayan çatı arasında ısı yalıtım malzemelerin uygulanışı (Karasu ve Büyüklü 2003)

Kullanılmayan çatı aralarında döşeme üzerinde, kullanılan çatı aralarında mertek aralarında ve üzerine yük gelmeyen yatay uygulamalarda camyünü şilteler kullanılmaktadır. Şekil 2.5 ve Şekil 2.6'da çatı arası boşluğunun kullanılan bir çatı katı olarak değerlendirildiği ve yaşanan bir mekan olarak ısıtıldığı veya soğutulduğu görülmektedir. Isıtma yapılması nedeniyle, çatı katı odalarında ısı yalıtımı da bir zorunluluk olmaktadır. Isı yalıtımının yeri ise ısıtma yapılan mekanın dış sınırlarıdır. Çatı katı üzerinde, doğrudan ahşap çatı konstrüksiyonun bulunduğu durumlarda, ısı yalıtımını çatıyı taşıyan ahşap merteklerin arasına yapma imkanı vardır. Mertek

aralarına serilen ısı yalıtımının kalınlığı da, ülkemizdeki değişik iklim bölgelerine göre farklı olmalıdır. Örneğin çok soğuk bölgelerde daha kalın ısı yalıtımı kullanılmalıdır. Bu sebeple projelendirilirken, uygulanacak yalıtım malzemesi kalınlığına göre mertek kalınlığı seçilmeli, şilte sıkıştırılarak kalınlık kaybına engel olunmalıdır.



Şekil 2.5. Yaşanan bir mekanın ısıtıldığı veya soğutulduğu yalıtım uygulaması (Karasu ve Büyüklü 2003)



Şekil 2.6. Kullanılmayan çatı arası ısı yalıtımında, döşemeye serilmek suretiyle uygulanan cam yünü şilte uygulaması

2.7.2. Taşyünü

İnorganik hammadde olan bazalt taşının 1350 ºC - 1400 ºC de sıcaklıkta elyaf haline getirilmesi sonucu üretilen bir ısı ve ses yalıtım malzemesidir. Kullanım yeri ve amacına göre farklı boyut ve yoğunlukta değişik kaplama malzemeleri ile şilte, levha, boru ve dökme şeklinde üretilmektedir. Sıcağa ve rutubete maruz kalması halinde dahi boyutlarında bir değişme olmaz (Özer 2006). Tablo 2.11'de taş yününün fiziksel özellikleri belirtilmektedir.

Tablo 2.11. Taş yününün fiziksel özellikleri (Özenç 2007)

Yoğunluk(kg/m³)	30-150
Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/m.K)	0.04
Basınç Dayanımı(N//mm²)	Yüklenemez
Sıcaklık Dayanımı(°C)	650-1000
Higroskopik Denge Nemliliği	≤0.2
Su Emme Değeri (%) Hacimce	%2-3(5 cm kalınlık için)
Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı (μ)	1

Teras çatı levhası uygulaması olarak çıplak veya bir yüzü bitüm emdirilmiş cam tülü kaplı taş yünü levhalar her çeşit ve eğimdeki metal ve ahşap çatılar, yürünen veya yürünmeyen geleneksel teras çatılarda kullanılır. Yüzer döşeme levhası olarak çıplak taş yünü levhalar binaların doğal zemine oturan döşemelerinde, iki kat arası döşemelerde, her türlü titreşim kaynağı kaidesi altında kullanılır. Ara bölme levhası olarak çıplak taş yünü levhalar, hafif ara bölme duvarlar, dış duvarın içten yalıtım uygulamalarında, merdiven ve asansör boşluklarının komşu duvarlarında kullanılır. Dış cephe levhası olarak bir yüzü alüminyum folyo veya cam tülü kaplı taş yünü levhalar**,** giydirme cephe sistemlerinde cam, granit, mermer, alüminyum vb. cephe kaplamalarının arkasında ısı ve ses yalıtımı maksadıyla, havalandırmalı cephelerde yangın güvenliği amacı ile kullanılır (Özer 2006).

2.7.3. Ekstrude polistren levha (XPS)

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

amacına göre farklı boyut ve yoğunlukta değişik kenar ve yüzey şekillerinde levha olarak üretilmektedir. Tablo 2.12'de XPS'nin fiziksel özellikleri belirtilmektedir.

Tablo 2.12. XPS'nin fiziksel özellikleri (Anonim 2008)

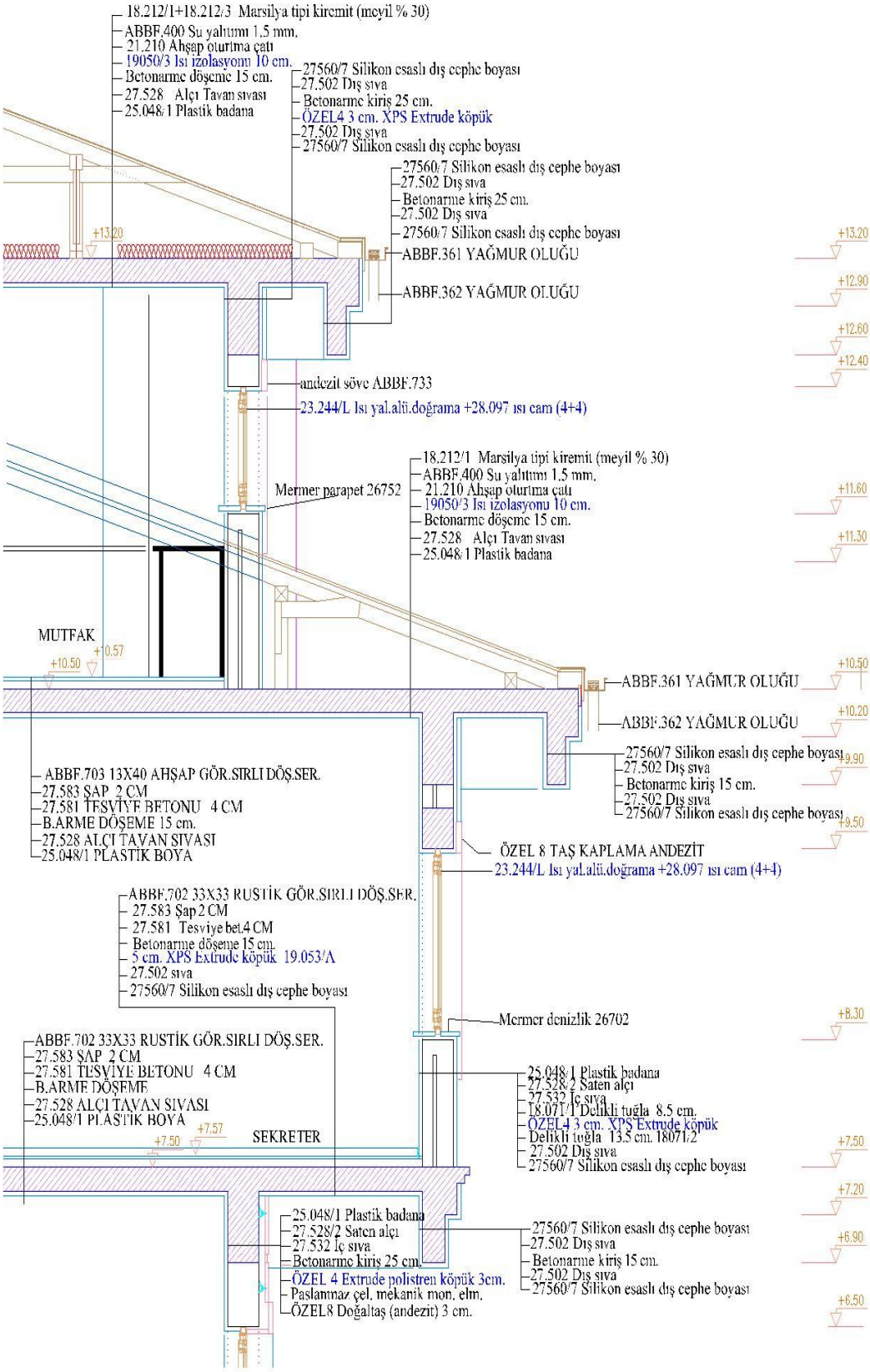
Yoğunluk(kg/m³)	25-48
Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/m.K)	0.03
Basınç Dayanımı(N/mm²)	0.15-0.35
Makaslama Dayanımı(N/mm²)	60
Bükülme Dayanımı(N/mm²)	60
Sıcaklık Dayanımı(°C)	-50/+75
Boyca Isısal Genleşme Katsayısı(1/°C)	0.07
Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı (μ)	80-225

Şekil 2.7'de İzmir Kemalpaşa Devlet Hastanesi'nde duvarın iç yüzeyine XPS ısı yalıtım uygulaması yapılmıştır. Bu uygulamada kolon, kiriş ve duvarlar ısı köprüsü oluşturacak şekilde yalıtılmıştır.

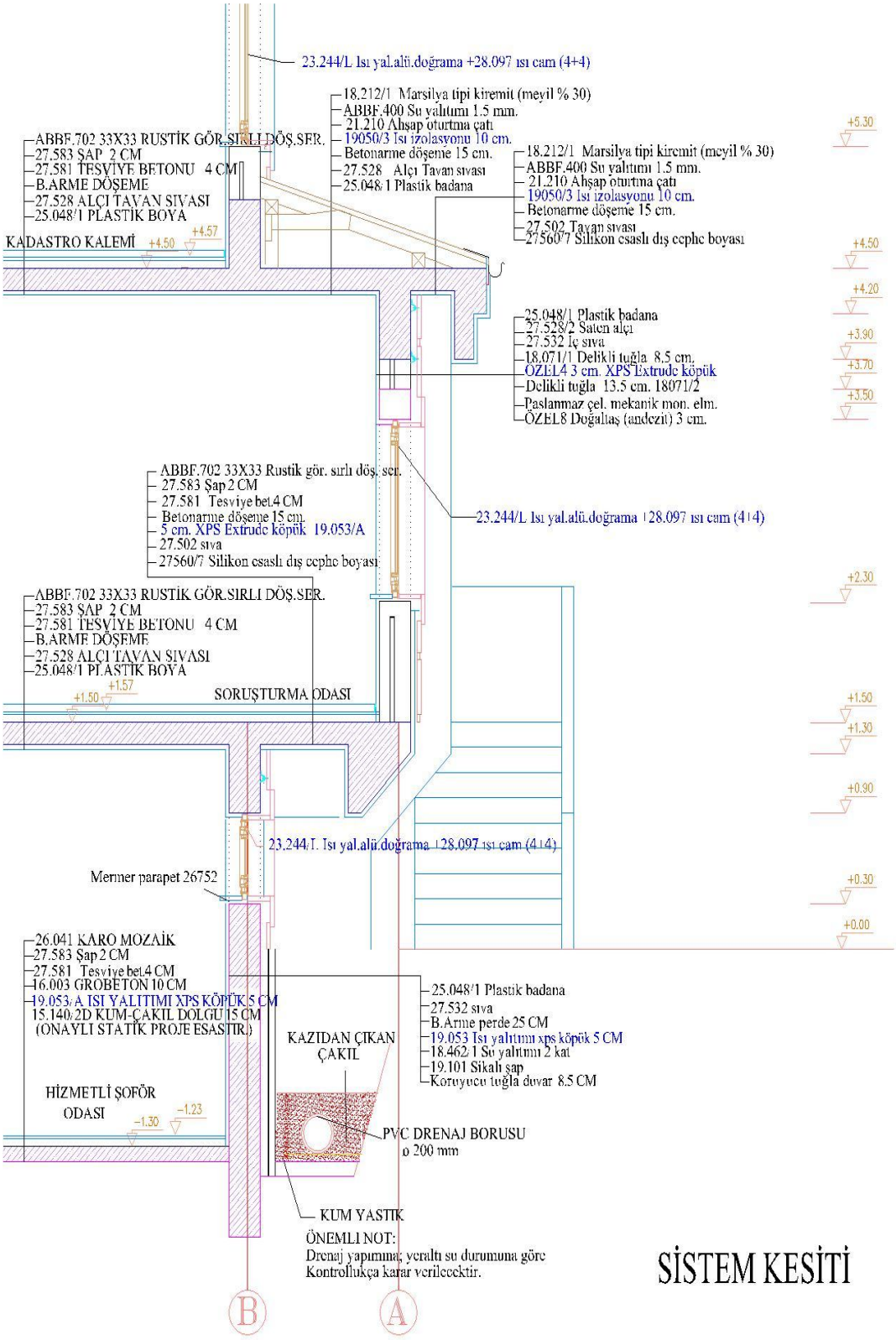


Şekil 2.7. Duvarın iç yüzeyinde XPS uygulaması

Şekil 2.8 ve Şekil 2.9'da adliye binası olarak kullanılacak farklı bir yapının duvar ve döşeme ısı yalıtım detayları görülmektedir.



Şekil 2.8. Duvar ve döşemede ısı yalıtım uygulamaları sistem kesiti



Şekil 2.9. Duvar ve döşemede ısı yalıtım uygulamaları sistem kesiti

2.7.4. Ekspande polistren levha (EPS)

EPS, petrolden elde edilen, köpük halindeki, termoplastik, kapalı gözenekli, tipik olarak beyaz renkli bir ısı yalıtım malzemesidir. Kullanım yeri ve amacına göre farklı boyut ve yoğunlukta, değişik kenar ve yüzey şekillerinde levha ve kalıp olarak üretilmektedir. Tablo 2.13'de EPS'nin fiziksel özellikleri verilmiştir.

Tablo 2.13. EPS'nin fiziksel özellikleri (Anonim 2008)

Yoğunluk(kg/m³)	10–40
Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/m.K)	0.029-0.046
Basınç Dayanımı(N/mm²)	0.0006-0.35
Makaslama Dayanımı(N/mm²)	0.008-0.29
Bükülme Dayanımı(N/mm²)	0.013-0.68
Bükülme Dayanımı(N/mm²)	0.013-0.7
Basınç Altında Elastik Modül(N/mm²)	0.38-3
Sıcaklık Dayanımı(°C)	-180/+100
Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı (μ)	80–225
Boyca Isısal Genleşme Katsayısı(1/°C)	$9*10^{-5}$ - $7*10^{-3}$

EPS Ürünlerinin Yalıtım Amaçlı Kullanım Alanları:

- Binalarda duvarların ısı yalıtımı**,**
- Eğimli ve teras çatıların ve teras bahçelerin ısı yalıtımı,
- Döşemelerin ısı yalıtımı,
- Tavanların ısı yalıtımı,
- Çıkmaların ısı yalıtımı,
- Yüzer döşemelerde darbe sesi yalıtımı,
- Hava sesi yalıtımı,
- Çok örtülü elemanların oluşturulmasI,
- Soğuk hava depolarının ısı yalıtımı,
- Kümeslerin ısı yalıtımı,
- Boruların yalıtımı,

- Jaluzi yuvalarının ısı yalıtımı,
- Boru, tank, depo yalıtımları yapılır.

Dış taraftan EPS yalıtım uygulamaları, hem duvar elemanlarının oluşturdukları yüzeylerle birlikte, kolon, kiriş, hatıl, lento, perde duvar gibi betonarme yüzeylerinde yalıtılarak ısı köprülerinin ortadan kaldırılması sağlar. Hem de binaların atmosferik şartlara karşı korunarak sıcaklık farklılıklarından oluşan genleşme ve büzülme gibi yapı bileşenlerinde meydana gelen fiziksel değişimlerin önlenmesi bakımından en doğru çözümdür. Isı köprülerinin oluşmasını önler. Yazın aşırı ısınmayı önler. Su buharının kesit içinde yoğuşma riski en azdır (Özer 2006).

Çift duvar arasına yerleştirilen ısı yalıtımından oluşan bu sistem, ülkemizde çok yanlış bir şekilde uygulanmaktadır. Bu sistemin ülkemizdeki uygulamalarında kolon, kiriş ve döşemelerin arasına örülen iki tuğla arasına kontrolsüz ve rasgele şekilde yalıtım levhaları yerleştirilir. Bu durumda, aşağıdaki belirtilen sonuçlar ortaya çıkmaktadır:

- Tüm betonarme elemanlar ve yalıtım levhaları arasındaki boşluklar ısı köprüleri oluşturur.
- Cephenin büyük bir bölümü yalıtımsız betonarme elemanlardan meydana gelen ısı köprülerinden oluşur.
- Tüm taşıyıcı elemanlar, atmosfer şartlarına maruz bırakılmıştır, korunmamıştır.
- Kesit içinde yoğuşma ihtimali fazladır.
- İç taraftan yalıtıma nazaran maliyeti artar.
- Yoğuşma, yağmur suyu sızması, vb. sebeplerle kesit içinde meydana gelebilecek suyun dışarı atılabilmesi için uygun detaylar oluşturulmamıştır.
- İki duvar arasında birlikte çalışmalarını sağlayacak bağ elemanları bulunur. İki duvar arasında oluşabilecek suyun, sisteme zarar vermeden dışarı atılabilmesi için gerekli detaylar geliştirilmiştir.
- Dış duvar aynı zamanda cephe kaplaması görevini görür.

Bu sistemde, ısı yalıtım levhaları arasında boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilmeli ve gerekli yerlerde çift duvar arasında oluşabilecek suyun, kolaylıkla

dışarı atılmasını sağlayacak detaylar çözülmelidir. Boşluğa yerleştirilecek ısı yalıtım levhalarının sürekliliğinin sağlanması sistemin verimi için çok önemlidir (Özer 2006).

2.7.5. Poliüretanköpük (PUR)

Poliüretan, iki ayrı kimyasal komponentin bir araya getirilmesi ile üretilir. Levha, sandviç panel ve püskürtme yöntemiyle kullanılan bir ısı yalıtım malzemesidir (Özer 2006). Tablo 2.14'de poliüretanın fiziksel özellikleri verilmiştir.

Tablo 2.14. Poliüretan'ın fiziksel özellikleri (Anonim 2008)

Yoğunluk(kg/m³)	30 – 40
Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/m.K)	0,035
Su Emme Değeri (%) Hacimce	%3-5
Sıcaklık Dayanımı(°C)	-200 / +110 °C
Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı (μ)	30–100

Odun talaşı levhalar, ahşap talaşının bir bağlayıcı ile sıkıştırılarak levha halinde üretilen bir ısı yalıtım malzemesidir. Odun talaşı; odun, kereste ve artıkların özel makinelerde rendelenmesi ile elde olunan belli boyutlarda, ince uzun şerit biçiminde odun parçalarıdır (Özer 2006). Tablo 2.15'den anlaşılacağı gibi odun talaşı levhalarının fiziksel özelliklerinden bahsedilmiştir.

Tablo 2.15. Odun talaşı levhaları'nın fiziksel özellikleri (Anonim 2008)

Yoğunluk(kg/m³)	360-570
Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/m.K)	0,09 - 0,15
Su Emme Değeri (%) Hacimce	%10
Sıcaklık Dayanımı(°C)	max.+110 °C
Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı (μ)	2-5

Cam köpüğü levhalar; çok sert, basınca çok dayanıklı, kolay kırılabilen, sürtünmeye dayanıksız, yüzeyi sürtünmeyle kolay tozlaşabilir, buharı hiç geçirmeyen yalıtım malzemesidir. Cam köpüğünün fiziksel özellikleri tablo 2.16'da yer almaktadır (www.izomet.com.tr).

Tablo 2.16. Cam köpüğünün fiziksel özellikleri (www.izomet.com.tr)

Yoğunluk(kg/m³)	100–200
Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/m.K)	0,052
Su Emme Değeri (%) Hacimce	Su emmez.
Sıcaklık Dayanımı(°C)	-260 / +430°C
Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı (μ)	10000

Fenol köpüğü levhaları; muhtelif yoğunluklarda, sert fakat kırılgan, küçük gözenekli ve yüzeyi sürtünmeyle tozlaşan bir yapıya sahiptir. Tablo 2.17 fenol köpüğü ve Tablo 2.18'de mantar levhaların fiziksel özellikleri verilmiştir.

Tablo 2.17. Fenol köpüğü'nün fiziksel özellikleri (www.izomet.com.tr)

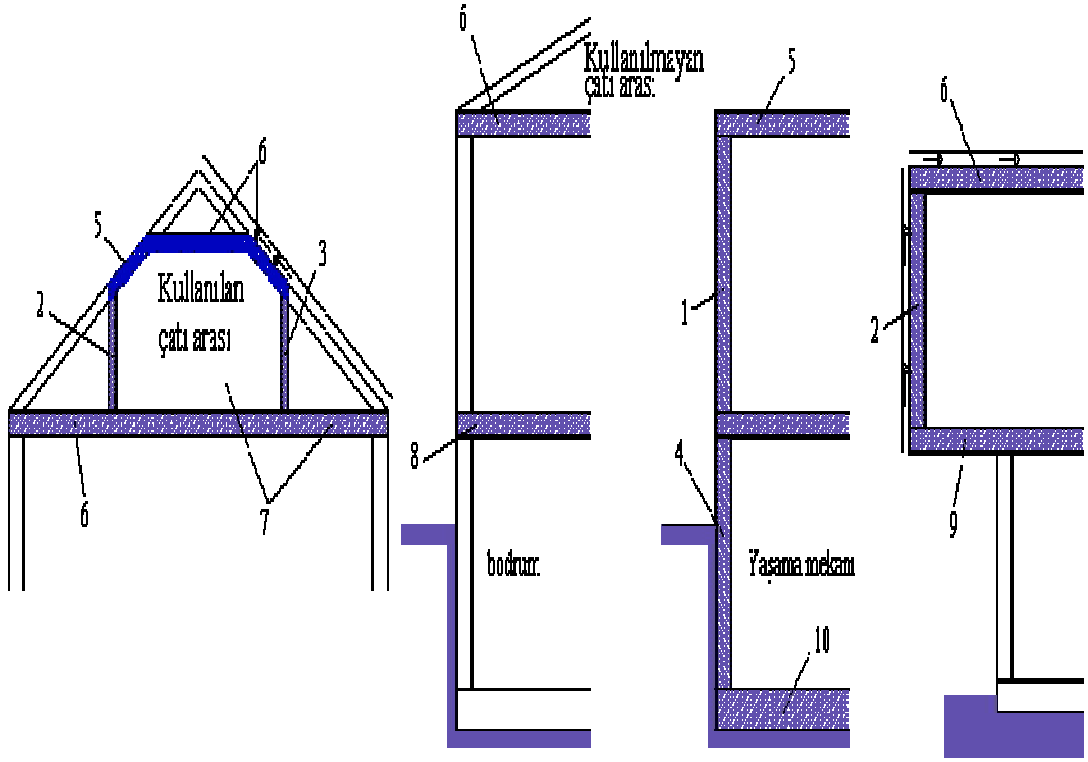
Yoğunluk(kg/m³)	30–35
Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/m.K)	0,04
Sıcaklık Dayanımı(°C)	-180 / +120 °C
Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı (μ)	10-50

Tablo 2.18. Mantar levhaların fiziksel özellikleri (www.izomet.com.tr)

Yoğunluk(kg/m³)	80–500
Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/m.K)	0,04 - 0,055
Sıcaklık Dayanımı(°C)	-180 / +100 °C
Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı (μ)	10-35

3. BİNALARDA ISI YALITIM UYGULAMALARI VE SORUNLARI (İZMİR'DEKİ BULGULAR)

Isı yalıtım uygulamalarında temel prensip yalıtımın kesintisiz uygulanmasıdır. Ayrıca yalıtımın dış ortamı ayıran eleman üzerinde yapılması esas değildir. Uygulamada ısı yalıtımı daima ısıtılan hacimle ona komşu olan düşük sıcaklıktaki hacim arasında yapılmalıdır. Binada ısı yalıtımı yapılacak yerler Şekil 3.1' de ve Tablo 3.1'de hesaplanmış yüzeysel ısıl iletim direnç değerleri verilmiştir.

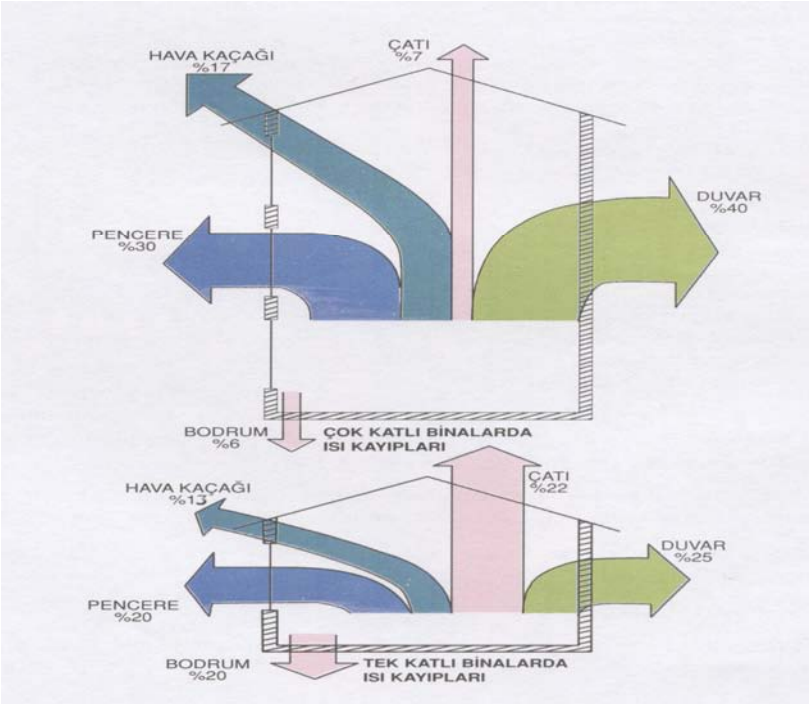


Şekil 3.1. Yapı bileşenlerinin tasarım ve yerleşimi (numaralar Şekil 3.1'deki numaralarına göre verilmiştir) (Anonim 2008)

Tablo 3.1. Hesaplanmış yüzeysel ısıl iletim direnç değerleri (Anonim 2008)

<table>
<tr><td rowspan="2">Sıra no</td><td rowspan="2">Yapı bileşeni tipi[3)]</td><td colspan="2">Yüzeysel ısıl iletim direnci[1)2)]</td></tr>
<tr><td>R_i (m^2K/W)</td><td>R_e (m^2K/W)</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Dış duvar(Sıra 2'de verilenin dışındaki dış duvarlar)</td><td rowspan="4">0,13</td><td>0,04</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Arkadan havalandırılınan giydirme cepheli[4)] dış duvarlar, ısı yalıtımı yapılmayan tavan arasını ayıran alçak duvarlar</td><td>0,08</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Daireler arasındaki ayırıcı duvarlar, merdiven duvarı, farklı kullanım amaçlı çalışma odalarını ayıran duvarlar, sürekli olarak ısıtılmayan mekanlara bitişik bölme duvarı, ısı yalıtımlı tavan arasına bitişik alçak duvar</td><td>5)</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Toprak temaslı dış duvar</td><td>0</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Bir yaşama mekanının dış hava ile sınırını oluşturan yatay ve eğimli, yukarıda yer alan (havalandırılmayan çatı) tavan veya çatı</td><td rowspan="2">0,13</td><td>0,04</td></tr>
<tr><td>6</td><td>Kullanılmayan bir tavan arası veya havalandırılan bir mekan altındaki tavan
(havalandırılan çatı kabuğu)</td><td>0,08</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Daireler arası ayırıcı taban veya farklı kullanım amaçlı çalışma odalarını ayıran taban</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>7.1</td><td>Aşağıdan yukarıya ısı akışı olması halinde</td><td>0,13</td><td rowspan="2">5)</td></tr>
<tr><td>7.2</td><td>Yukarıdan aşağıya ısı akışı olması halinde</td><td>0,17</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Bodrum tavanı</td><td rowspan="3">0,17</td><td>5)</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Bir yaşama mekanının dış hava ile sınırını oluşturan çıkma tabanları</td><td>0,04</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Altında bodrum olmayan bir yaşama mekanının zemine oturan tabanı</td><td>0</td></tr>
<tr><td colspan="4">1) Basitleştirmek amacıyla bütün durumlarda R_i =0,13 m^2 K/W ve 4 ve 10'uncu sıradaki durumlar hariç olmak üzere R_e =0,04 m^2 K/W değerleri hesaplamalarda kullanılabilir.
2) Yapı bileşenlerinin bina üzerindeki konumları için Şekil 3.1'e bakınız.
3) Hava boşluklu sandviç duvarlarda Sıra no 1'de verilen değerler kullanılabilir.
4) Yapı bileşenin iç mekanda yer alması durumunda, hesaplamalarda iç ve dış yüzey ısıl iletim direnç değerleri aynı kabul edilmelidir.</td></tr>
</table>

Şekil 3.2'de binalarda ısı kayıp yerleri ve oranları gösterilmektedir. Buna göre binalarda ısı kayıpları, her ne kadar binanın mimari projesine ve durumuna göre değişse de genel olarak çok katlı bir konut için toplam ısının %40'ı dış duvarlardan, %30,'u pencerelerden, %7'si çatılardan, %6'sı bodrum döşemesinden ve %17'si hava kaçaklarından oluşur. Tek katlı bir konutta ısı kayıpları dış duvarlardan %25, çatıdan %22, pencerelerden %20, bodrumdan %20 ve hava kaçaklarından %13 olarak belirlenmiştir. Bu rakamlardan da anlaşılacağı gibi, binalarda en fazla ısı kaybı sıra ile duvarlar, pencereler, tavan- çatı ve döşemelerden olmaktadır (Altınışık 2006).



Şekil 3.2. Tek ve çok katlı binalarda ısı kayıp yerleri ve oranları (Aşkadar 2005)

Kapılar, pencereler, duvarlar, zemin ve çatı binanın yapı elemanları olup, bina kabuğunu oluşturmaktadır. Bina yapı elemanlarından oluşan hava kaçakları ve ısı kayıpları binanın enerji tüketimini doğrudan etkiler. Bu nedenle hava kaçaklarının belirlenmesi ve önlenmesi, pencere ve kapıların iyileştirilmesi veya yenilenmesi ile birlikte bina yalıtımının yapılması enerji kayıplarını azaltarak tasarruf sağlar.

Binalarda, enerji kayıplarının azaltılması amacıyla bina yapı elemanlarında karşımıza çıkan öncelikli hava kaçakları kontrol noktaları aşağıdadır:

- Pencereler

  Cam-çerçeve arası boşluklar

  Pencere-çerçeve arası boşluklar

- Kapılar

  Kapı-çerçeve arası boşluklar

- Duvarlar, tavan ve zemin

  Çatlaklar

  Küflenen ve nemlenen bölgeler

  Kesişim noktaları

  Süpürgelikler

- Tesisat boşlukları(elektrik, doğalgaz, su vb.)

  Elektrik priz ve düğmeleri

  Kanalizasyon boşlukları

- Bacalar

  Soba bacası

  Aspiratör bacası

  Şömine bacası

- Çatılar

  Çatıya açılan kapaklar

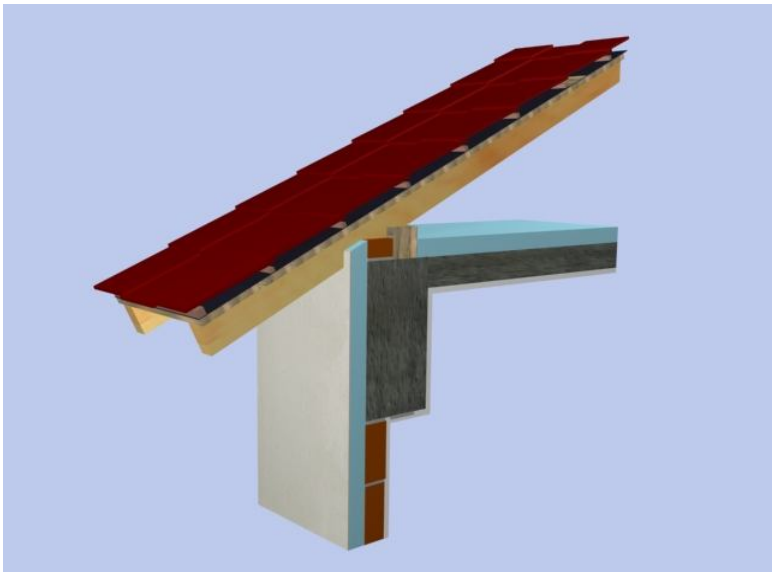
  Çatıdan çıkan baca ve borular (Oğan 2008).

3.1. Çatılarda Isı Yalıtımı

Çatı binayı/yapıyı en duyarlı bölgede serbest atmosferle ayıran ve sınırlayan bir yapı elemanıdır. Çatı biçimi ve konstrüksiyonu binanın karşı karşıya kaldığı iç ve dış koşullar ile kullanıcı gereksinimlerinin optimizasyonunu sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Çatı tasarımı, çok sayıda özel bileşenden oluşturulan çok katmanlı kompleks bir konstrüksiyona sahiptir. Çatı alt yapısı, betonarme, çelik ve ahşap malzemeler ve farklı yapım sistemleriyle oluşturulabilir. Bu malzemeler taşıyıcı eleman görevi gördükleri için, sistem seçimi, elemanlarının boyutlarının hesaplanması ve çatı katmanlaşması iyi yapılmalıdır. Bunların yapılmaması çatı konstrüksiyonu oluşturan bileşenlerde boyutsal sapmalara, bileşenlerin ek yerlerinde hatalara, su buharı yoğuşmasına ve hava sızıntılarına sebep olur (Yaşar ve ark.2008).

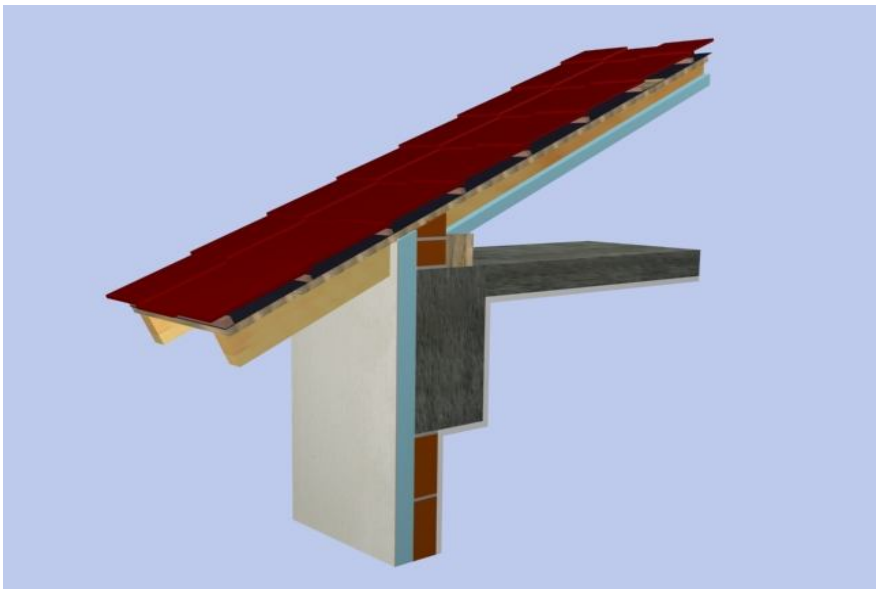
Soğuk iklim bölgelerinde özellikle apartmanların en üst katlarında oturanlar iyi ısınamadıklarından şikâyet ederken; radyatör dilimlerinin arttırılması, kazan suyu sıcaklığının yükseltilmesi önerilen çözümler içinde olmakta, bu seferde alt katlarda oturanlar sıcaklıktan şikâyetçi olup, pencerelerini açmaktadırlar. Sıcak iklim bölgelerinde apartmanlarının en üst katlarında oturanlar ısınamamanın aksine; yaz aylarında evlerinde oturamayacak derecede aşırı yüksek sıcaklıktan şikâyetçi olmakta, konfor arayışlarını soğutma gücü yetsin veya yetmesin her odaya koyulan klimalarla ve gelen yüksek elektrik faturalarıyla sürdürmektedir (Karasu ve Büyüklü 2003).

Oturtma çatılar genellikle bir taşıyıcı döşeme üzerine oturtulan dikme, aşık, kuşak, göğüsleme, mertek gibi elemanlardan oluşan üzeri kiremit bir örtü ile kaplı olan ve çatı arası boşluğu bulunan çatılardır. Çatı eğimi genelde örtü malzemesine göre değişmekle birlikte kiremit çatı örtülerine %33 olarak uygulanır. Asma çatı bir döşeme üzerine oturmayan belli noktalarda taşıyıcılara oturan kendini ve çatı örtüsünü taşıyan, kullanılan malzemeye göre de belli açıklıkları geçebilen çatı sistemleridir. Şekil 3.3'de oturtma çatı olarak tanımlanan bu çözümde çatı hacmi ısıtılmadan ısı yalıtımı döşeme üzerine serilir. Saçak (ve mahya) boyunca sürekli havalandırma sağlanması gerekir. Eğim azaldıkça havalandırma aralığı alanının büyümesi beklenir. Uygulama kolaylığı bulunmaktadır (Aygün ve Kuş 1994).



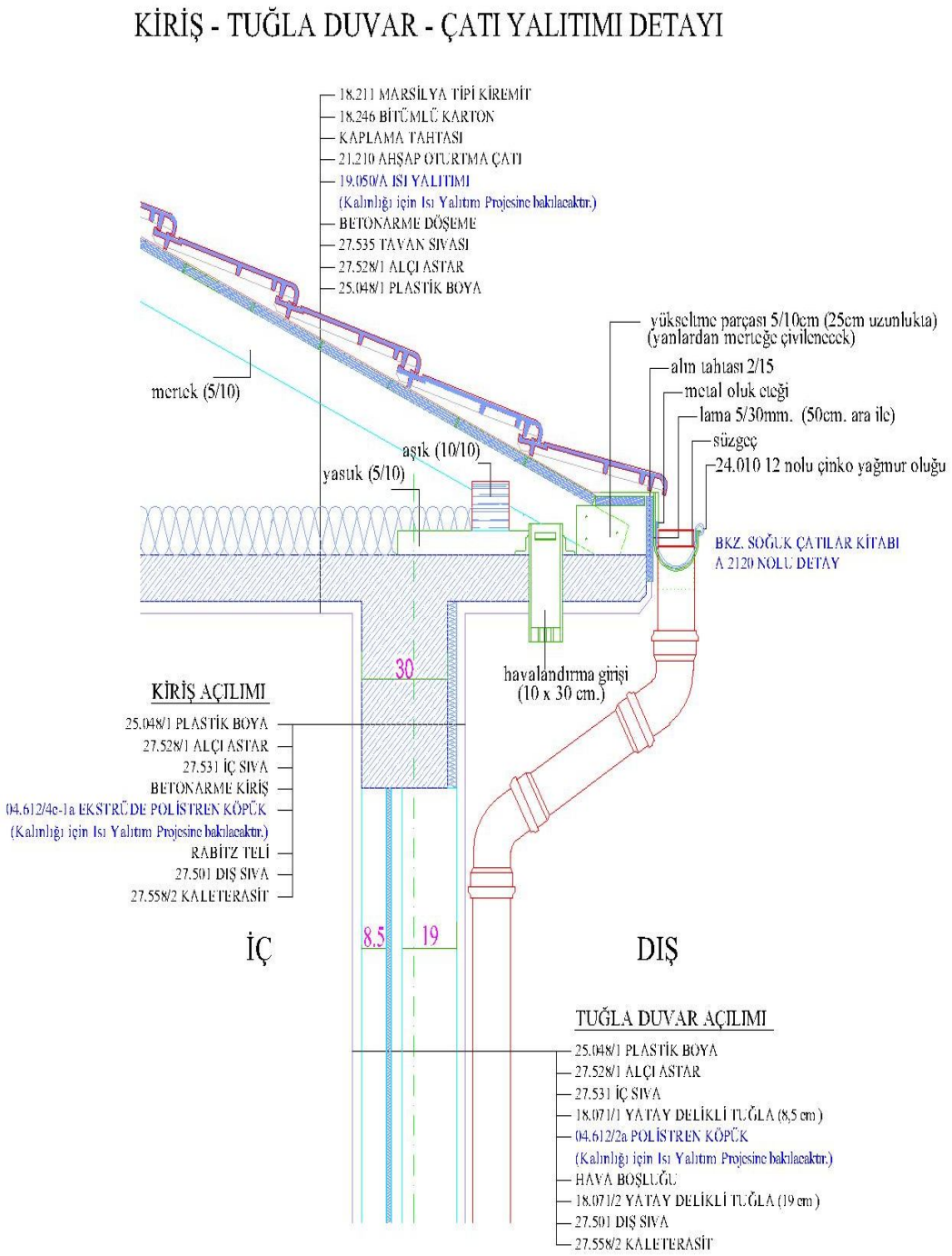
Şekil 3.3. Döşeme üstü ısı yalıtımlı çatı (Aygün ve Kuş 1994)

Şekil 3.4'de ısı yalıtımının mertek arasında bulunması durumunda çatı kesitinin kalınlığı azalmış olur. Yalıtımın mertek açıklıklarını tam olarak doldurabilmesi amacıyla mertek mesafeleri yalıtım modülüne uygun olmalıdır. Isı yalıtımı ve mertek üst kenarı arasında havalandırma sağlayabilecek en az 5 cm boşluk kalmalıdır (Aygün ve Kuş 1994).



Şekil 3.4. Mertek altı ısı yalıtım çatı detayı (Aygün ve Kuş 1994)

Şekil 3.5'de üç yatak odalı betonarme karkas kaloriferli tip sosyal konut mimari uygulama projesinde kiriş- tuğla-duvar soğuk çatı yalıtım detayı gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Üç yatak odalı betonarme karkas kaloriferli tip sosyal konut mimari uygulama projesinde kiriş- tuğla-duvar soğuk çatı yalıtım detayı



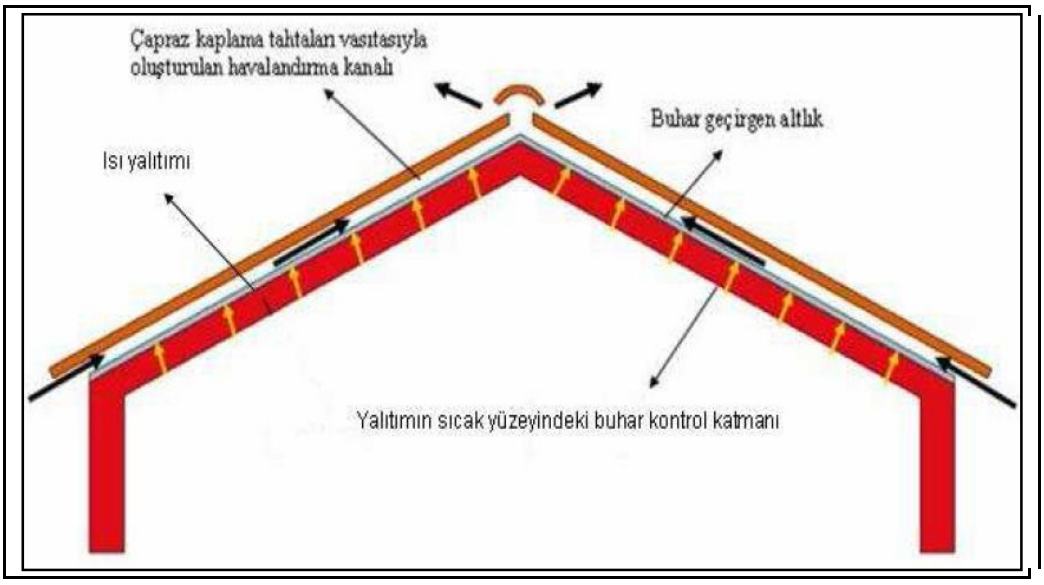
Şekil 3.6. İzmir'in Balçova İlçesinde yapılmış olan bir alışveriş merkezinin çatı arası yalıtım uygulaması



Şekil 3.7. İzmir'in Balçova İlçesinde yapılmış olan bir alışveriş merkezinin çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesi

Şekil 3.6 ve Şekil 3.7'de İzmir'in Balçova İlçesinde yapılmış olan bir alışveriş merkezinin çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesinin nasıl kullanıldığı gösterilmiştir. Isı yalıtımın, çatı arası boşluğunun bulunduğu durumda çatı döşemesi üzerinde kullanılmasından dolayı, çatı aralarının kullanılmaz hale gelmesi, çatıya ait yalıtım ve havalandırma sorunlarının çatı içerisinde çözümüne yönelik araştırmalar hız kazanmış ve çatı arasının kullanılabildiği ve mekâna

katılabildiği yeni çözümler ortaya çıkmıştır. Şekil 3.8'de ısı yalıtımının çatı kesiti içerisinde yer aldığı durumdaki bir çatı konstrüksiyon örneği gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Isı yalıtımının çatı kesiti içinde yer aldığı durumda çatı konstrüksiyonu (Yaşar ve ark. 2008)

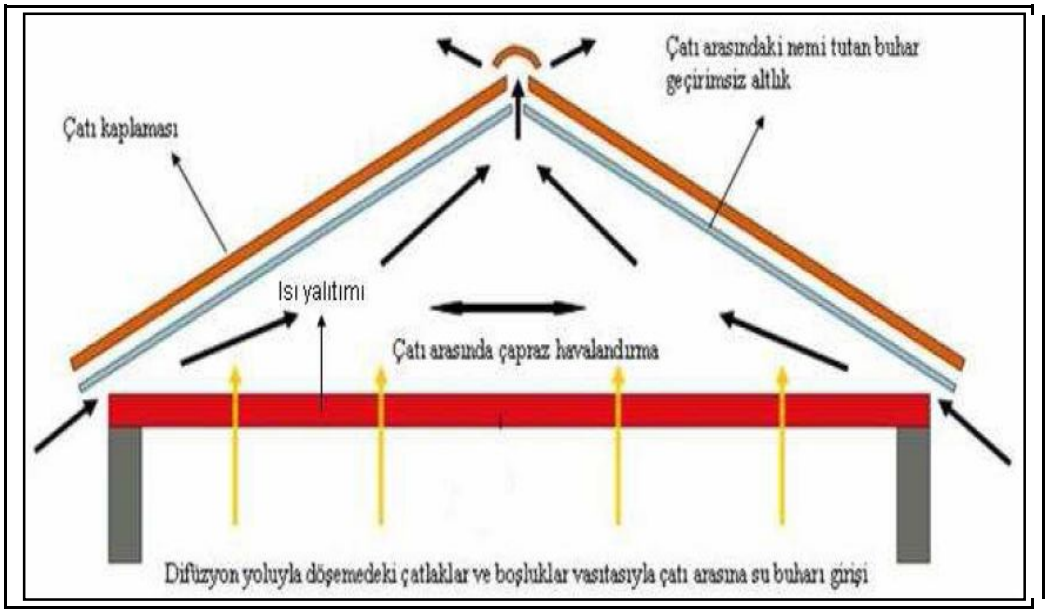
Bu çözümlerde, yalıtım, çatı eğimine paralel doğrultuda yerleştirilir. Bu tür çatı konstrüksiyonunda, çatı örtüsü ve yalıtımın soğuk yüzeyi arasında yeterli bir havalandırma alanı sağlanmalıdır. Çatı girişi yüksekliği bu havalandırma alanının ve yalıtımın kalınlığını karşılayabilecek ölçülerde seçilmelidir. Yalıtım ısıl köprülerinin oluşumunu engelleyecek şekilde düzenlenmelidir. Hava giriş boşluğu, çatı konstrüksiyonunun en alt, çıkış boşluğu en yüksek noktada düzenlenerek çatı konstrüksiyonu bünyesinde sürekli hava dolaşımı sağlanarak yoğuşma olayı engellenmelidir (Yaşar ve ark. 2008).

Çatı kaplamasının üzerine yalıtımın yerleştirilmesi ile çatı strüktürünün büyük sıcaklık değişimlerinden korunması da sağlanmaktadır. Ayrıca su boruları, elektrik hatları mertek aralarından kolaylıkla geçirilebilmekte ve yalıtımın veya buhar bariyerini delmek zorunda kalınmamaktadır. Yapıların tüm dış yüzeyleri ile ısıtılmayan mekânlara bitişik yüzeylerin ısı yalıtımlı olması gerekir. Bu yüzeylerden birisi kullanılmayan çatı arası döşemesidir. Isınan havanın yükselerek çatı döşemesi

altındaki tavana yakın yer almasından dolayı çatı arası yalıtımı önem kazanmaktadır. Kullanılmayan çatı aralarında ısı yalıtımının yeri çatı arası döşemesinin üzeridir (Özenç 2007).

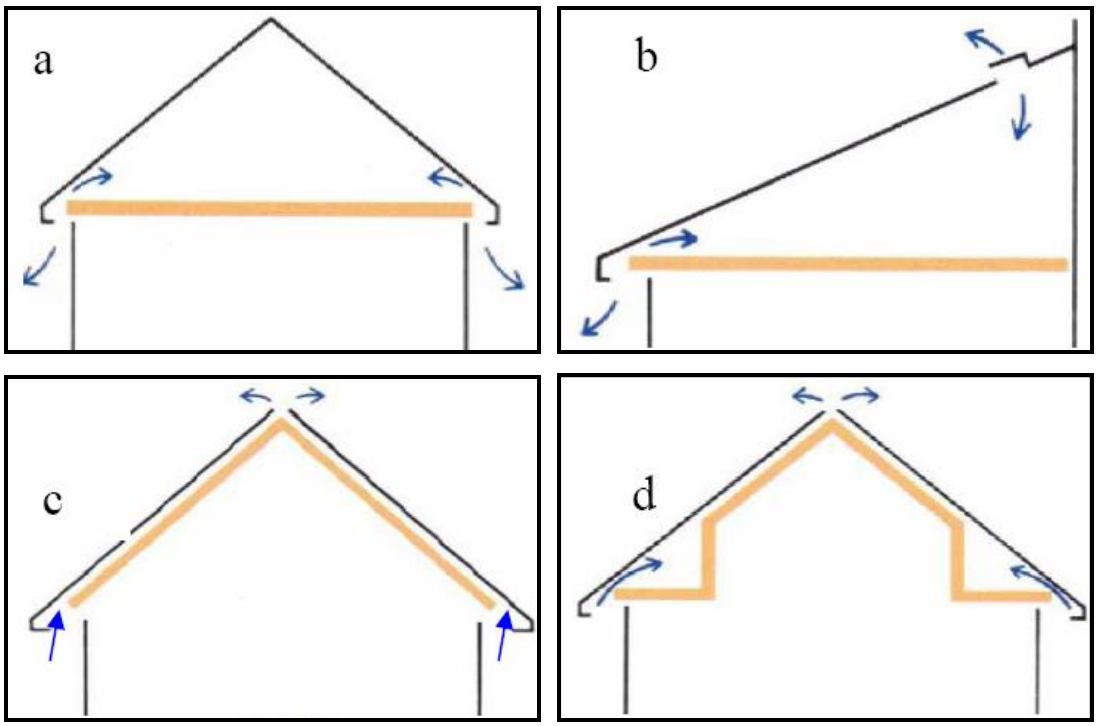
Isı yalıtımı uygulanmadan önce çatı arası temizliği yapılmalı ve çatının su yalıtımı sağlanmalıdır. Isı yalıtım malzemesinin ıslanmasına karşı çatı örtüsü altında önlem alınmalıdır. Çatı döşemesi üzerine buhar geçirimli ısı yalıtım uygulamalarında yalıtımın soğuk tarafında havalandırma gereklidir. Eğer çatı eğimi %10'un altında ise yalıtımın sıcak tarafına buhar kesici konulmalıdır (Özenç 2007).

Çatı arası boşluğunun kullanılmadığı çatılarda, ısı yalıtımı çatı döşemesi üstüne yerleştirilir. Çatı arası döşemesi yapının ısıtılan mekânıyla ısıtılmayan mekânını birleştirdiği için bu döşemede ısı yalıtımı uygulaması gerekmektedir. Bu sayede yapı içerisinden dış ortama kaçan ısı miktarı azalır ve enerji tasarrufu sağlanır. Şekil 3.9'da ısı yalıtımının döşeme üstünde yer aldığı bir çatı konstrüksiyon örneği gösterilmiştir. Yoğuşma, sıcak yaşama mekânlarından toplanan su buharının soğuk çatı içerisine döşeme vasıtasıyla geçmesi sonucu oluşur. Su buharı soğuk yüzeyle karşılaşınca yoğuşur ve küflenmeye yol açar, çatı bileşenlerinde ciddi zararlara neden olur (Yaşar ve ark. 2008).



Şekil 3.9. Isı yalıtımın döşeme üstünde yer aldığı bir çatı konstrüksiyonu (Yaşar ve ark. 2008)

Yapılardaki konfor koşullarının sürekliliği için çatıların nefes alması, içlerinde biriken su buharının ve hareketsiz sıcak havanın dışarı atılması sağlanmalıdır. Çatı havalandırması, rüzgâr ve ısısal etki kullanılarak saçaklardaki ve mahyadaki boşluklarda, ısı yalıtımın kullanım yerine, çatı arası boşluğunun bulunup bulunmamasına göre farklı şekillerde gerçekleşmektedir. Şekil 3.10'da farklı çatı biçimi ve eğimine bağlı olarak havalandırma düzenlemeleri gösterilmiştir (Yaşar ve ark. 2008).



Şekil 3.10. Çatı biçimi ve eğimine bağlı olarak havalandırma örnekleri (Yaşar ve ark. 2008)

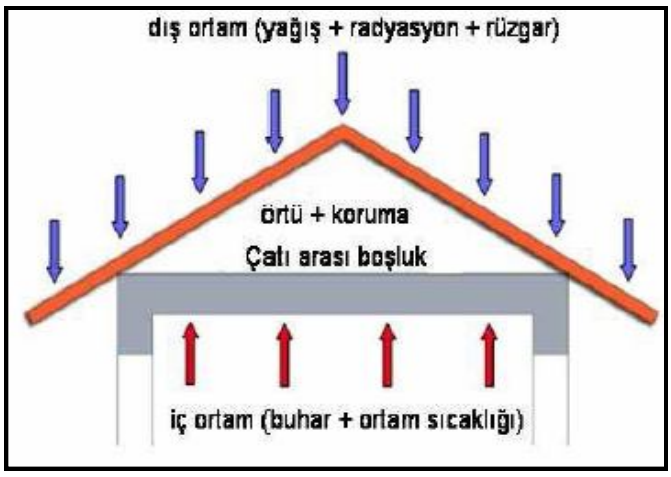
- Oturtma çatılarda çapraz havalandırma sağlamak için saçaklarda hava giriş ve çıkış boşlukları düzenlenerek havalandırma yapılmalıdır.

- Tek yöne eğimli çatılarda havalandırma amacı ile saçaklarda ve çatının duvarla birleşim yerinde havalandırma boşlukları açılmalıdır. Yalıtımın çatı eğimi yönünde uygulandığı durumlarda havalandırma (c,d), saçaklarda ve mahyada açılan boşluklar ile sağlanmalıdır.

- Döşemenin çatı eğimi doğrultusunda yerleştirildiği durumda düzenlenen hava giriş ve çıkış boşlukları
- Döşemenin çatı odasının eğimi doğrultusunda düzenlediği durum ve hava giriş- hava çıkış boşlukları (Yaşar ve ark. 2008).

Çatılarda havalandırma yapılmamış olması çatıların karşı koyması gereken önemli bir unsur olan nem ve onun hareketini denetim altına alınmasını zorlaştıracak, yoğuşmaya ve konstrüksiyonun zarar görmesine neden olacaktır. Havalandırmasız çatılarda, çatı kaplamasının sıcaklığı arttığı için kaplama malzemesinin ömrü azalmakta, kışın çatı saçaklarında buz bentleri oluşmakta, yapının ısıtma ve soğutma yükü artmakta ve yapı konforu azalmaktadır. Havalandırma eksikliği, yalıtım katmanlarının işlevlerini yerine getirememesine, yapıda su ve ısı kaynaklı sorunların doğmasına neden olmaktadır (Yaşar ve ark. 2008).

Havalandırmasız çatılarda, ısı yalıtım katmanı, su yalıtım katmanı, koruyucu tabakalar ve taşıyıcı tek kabuk halinde bulunmaktadır. Tabakaların sıralanışı ısı yalıtımın türüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu tür çatılarda temel prensip, biriken nemin yapıdan uzaklaştırılması değil, hava ve buhar bariyerleri kullanılması vasıtasıyla nem birikiminin engellenmesidir. Şekil 3.11'de çatı arası kullanılabilir bir havalandırmasız sıcak çatı konstrüksiyonu gösterilmiştir (Yaşar ve ark. 2008).



Şekil 3.11. Havalandırmasız sıcak çatı örneği (Yaşar ve ark. 2008)

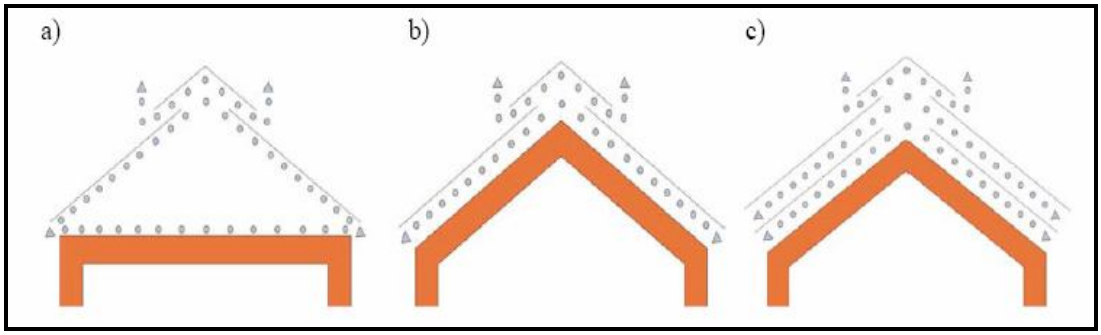
Çatı içerisine giren nem kontrol altına alınabildiği için ek bir havalandırmaya ihtiyaç yoktur. Bu tür çatılarda buhar kesici ve buhar dengeleyici tabakaların kullanılması gereklidir. Havalandırmasız çatılar, sıcak ve nemli iklimlerde dışarıdaki sıcak havanın içeriye girip çatı arası sıcaklığın artmasını engellediği için uygulama alanı bulmaktadır. Çatı arası boşluğu, aşağıdaki sıcak mekândan gelen ısı sonucunda sıcak ve kuru bir mekân haline geldiği için bu çatılar sıcak çatılar olarak da isimlendirilir (Yaşar ve ark. 2008).

Türkiye'de, yağışlı iklim bölgelerinde, hem bu etkene karşı koruyuculuğunun yüksek olması hem de geleneksel yapım yöntemiyle kolayca gerçekleştirilebilmesinden dolayı çeşitli işlevli mimari yapıların çatıları eğimli çatı olarak biçimlendirilmektedir. Yoğuşma vb nedenlerle ile oluşabilecek yapı hasarlarını önlemek veya sistemin ömrünü uzatmak ve ısı yalıtım malzemesinden daha yüksek verim alabilmek için çatı konstrüksiyonu havalandırmalı olarak çözümlenmelidir. Soğuk ve yağışlı bölgelerde havalandırmalı çatıların üzerindeki kar birikimi daha homojen olmakta ve saçaklarda meydana gelen aşırı yığılmalar kontrol altına alınabilmektedir. Havalandırmadan beklenen verimin alınabilmesi için hava giriş ve çıkış yerleri, boyutları, çatının biçimsel özellikleri, eğim açısı ile ilişkileri önem taşımaktadır (Yaşar ve ark. 2008).

Eğimli ahşap çatılarda havalandırma iki temel görevi yerine getirmek için yapılmaktadır. Bunlardan ilki; dış ortamdan veya iç ortamdan yapı içerisine giren nemin veya yapım neminin uzaklaştırılması, ikincisi; yazın yüksek sıcaklıktan dolayı ısınan çatı örtüsünün sıcaklığının düşürülmesine yardımcı olmak ve böylece çatı örtüsünde meydana gelecek yüksek sıcaklıkları engellemektir (Yaşar ve ark. 2008).

Havalandırmalı çatılarda ısı yalıtımının oturduğu birinci taşıyıcı grup olan çatı döşemesi ile çatı örtüsü ve koruyucu tabakaların oturduğu ikinci taşıyıcı grup arasında bir hava tabakası bulunmaktadır. İkinci taşıyıcı grubu, çatı örtüsü ve su yalıtım ürünlerini üzerinde taşır. Bu tür çatılar, soğuk çatı olarak adlandırılmaktadır. Bu çatılardaki temel prensip, çatı arasının, saçaklarda düzenlenen boşluklar vasıtasıyla giren taze havayla sürekli havalandırılması ve nemli havanın mahyadaki boşluklardan dışarı atılmasıdır. Eğimli çatılarda havalandırma Şekil 3.12'de

gösterildiği gibi çatı arasının kullanılıp, kullanılmamasına bağlı olarak farklı şekillerde düzenlenmektedir (Yaşar ve ark. 2008).



Şekil 3.12. Havalandırmalı çatı örnekleri (Yaşar ve ark. 2008)

a) Çatı arası boşluğunun bulunduğu çatılarda havalandırma

b) Çatı arası boşluğunun bulunmadığı çatılarda tek katmanlı havalandırma

c) Çatı arası boşluğunun bulunmadığı çatılarda çift katmanlı havalandırma

Eğimli soğuk (havalandırmalı) çatılarda iki hava boşluğu düzenlenir. Bunlar;

- Çatı örtüsü ve ikincil su geçirmez/örtücü katman arasındaki hava boşluğu

(Şekil 3.12. ,c)

- İkincil su geçirmez/örtücü katman ve ısı yalıtımı arasındaki hava boşluğu

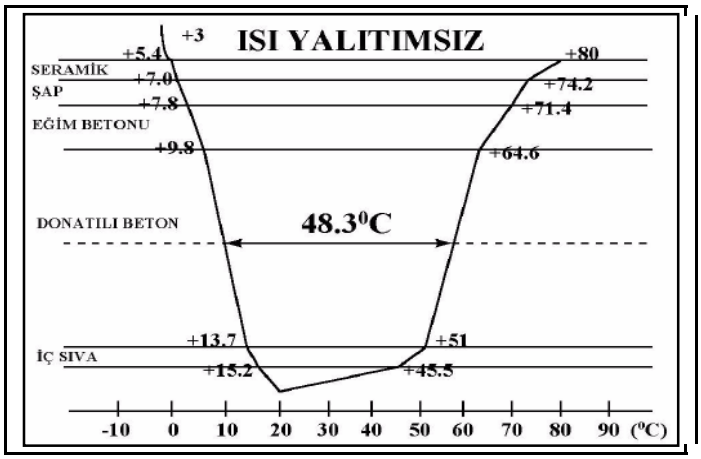
(Şekil 3.12., a,b,c) (Yaşar ve ark. 2008).

Isı yalıtımı, tavan seviyesinde betonarme döşeme üzerine serilir. Isı yalıtımı ile oturtma çatı arasında havalandırma olması zorunludur. Bu uygulama, mevcut binalarda da kullanılabilir. Girilebilen çatı aralarında mevcut ısı yalıtımını yenilerken veya teras çatı üzerine bir oturtma çatı ilave edilirken uygulanabilir. Bu mekânlara sonradan girilerek gerekli kontrol ve müdahaleler yapılabilmelidir. Kış sezonunda, nem yüklü hava, döşeme ve ısı yalıtımını geçerek çatı boşluğuna ulaşırsa, ısı yalıtımı üzerinde bulunan taraftaki soğuk yüzeylerde yoğuşma gerçekleşebilir. Saçak alnı veya 15 °'den düşük eğimli çatılarda min. 25mm., 15 °'den yüksek eğimli çatılarda

ise min. 10mm., sürekli havalandırma boşluğu sağlanmalıdır. Bu boşluk alanlarının toplamı çatı düzlem alanının 1/500'ünden daha az olmayacaktır (Yaşar ve ark. 2008).

Çatıyı oluşturan tabakalar arasında hava boşluğu bulunmayan çatılar sıcak çatılar olarak adlandırılır. Genelde ısıtılan mekânın tavanını oluşturan çatılardır. Üzerine uygulanan yalıtım katmanları arasında boşluk bulundurulmaz. Çatıya üstlenmesini istediğimiz belirli fonksiyonların gerektirdiği minimum eğimdeki (max. %5) üzerinde yürünebilir teraslar, çatı bahçeleri, otoparklar, helikopter pistleri gibi yapılar bu çatı tipini oluştururlar (Özenç 2007).

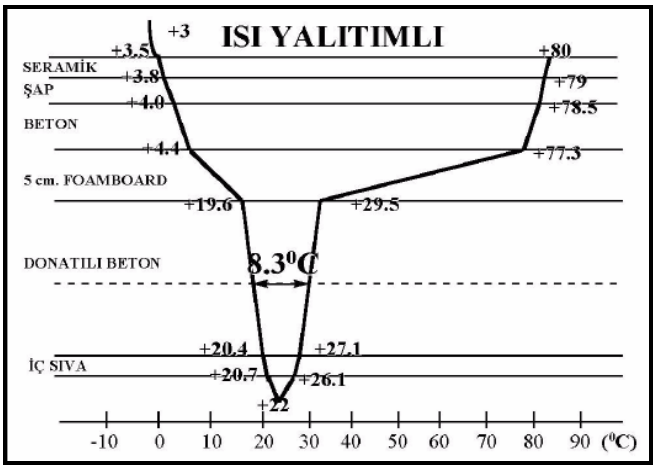
Şekil 3.13'de sıcak etkisinin neden olduğu bazı problemleri incelersek; çatı plağında soğuk ve sıcak dönemlerde aynı fiziksel olaylar meydana gelir. Kabukta sıcak dönemde sıcaklık derecesi ve güneş etkisi ile dıştan içe ve içten dışa doğru, soğuk dönemde içten dışa doğru ısı ve su buharı akımları meydana gelir (Dağsöz ve ark.).



Şekil 3.13. Yaz ve kış mevsimlerinde ısı yalıtımsız çatı plağı kesitindeki sıcaklıklar (Dağsöz ve ark.)

Şekil 3.14'de ısı izolasyon malzemesi kullanarak betonarme çatı plağının bu deformasyondan etkilenmesi önlenmektedir. Aksi halde; meyil betonunun çatlamasına, parapet duvarlarında iç ve dış çatlamalara, su izolasyonun yırtılmasına neden olarak; yağmur sularının iç tabakalara sızmasına, sıva ve boya dökülmesine, leke ve akıntılar meydana gelmesine sebep olur. Teras çatılarda, ısı izolasyonunu

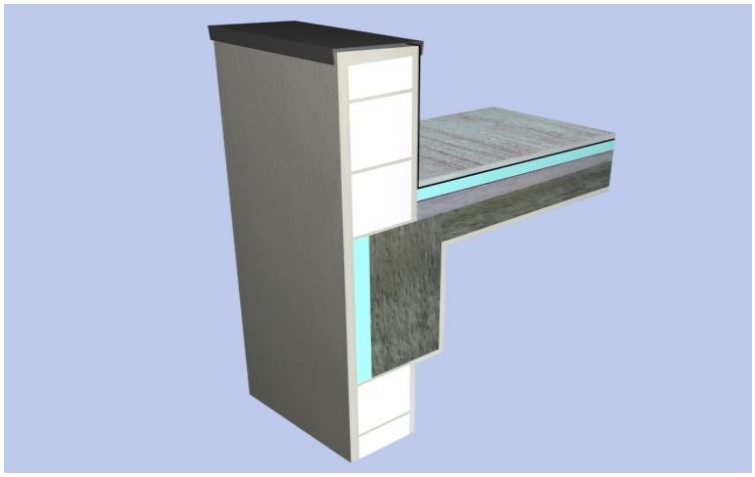
yapmamızın son derece önemli sebebi de, yoğuşma ve terleme olayıdır. Çok defa ısı izolasyonsuz teras çatı altındaki tavanın ıslanmasına, lekelenmesine, sıva ve boyanın dökülmesine neden olan yağmur suyu değil terleme suyudur (Dağsöz ve ark.).



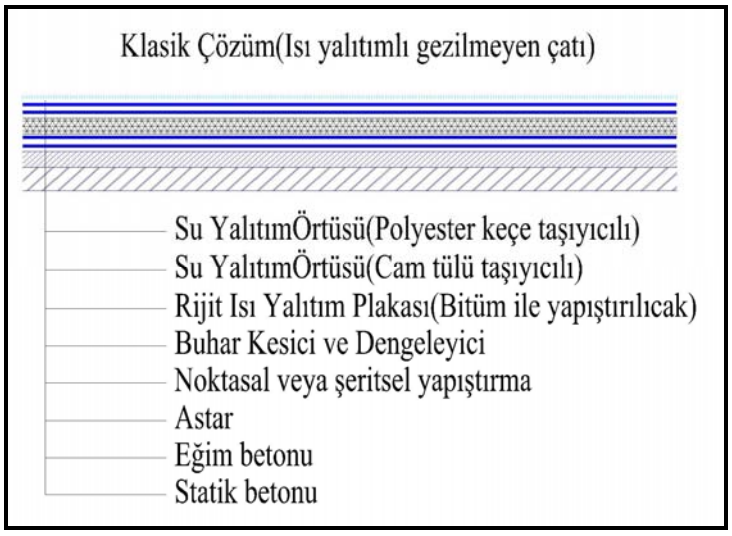
Şekil 3.14. Yaz ve kış mevsimlerinde ısı yalıtımlı çatı plağı kesitindeki sıcaklıklar (Dağsöz ve ark.)

Bazı çatılar örtü elemanları ile iklim şartlarından korunmakta ise de teras çatı dediğimiz dış ortama açık çatılar büyük sıcaklık değişimlerinin etkisi altında kalabilir. Bu değişimler tüm çatı sisteminin durabilitesini etkileyebilir. Kışın ısı kayıplarının azaltılması için çatının ısıl direncinin arttırılması yani yalıtım uygulanması gerekmektedir. Isınan havanın yükselmesi sebebi ile çatı elemanları en fazla ısı kaybının meydana geldiği yüzeylerdir. Dolayısıyla ısıl direncinin daha az tutulmaya çalışıldığı ve yalıtım kalınlığının en fazla olduğu elemanlardır. Yalıtım kalınlığı ve yeri ısı kazanç ve kayıplarının yanında çatı kesitindeki sıcaklık değişimleri de dikkate alınarak değerlendirilir (Özenç 2007).

Şekil 3.15 ve Şekil 3.16'da ısı yalıtım malzemesinin açık gözenekli olması durumunda üzerinde güneş ışınımına karşı korunmuş su kesici, altında ise buhar kesici bulunması gerekir. Isı yalıtımı üzerinde havalandırma olanağının sağlanması durumunda buhar kesiciye gerek duyulmaz. Parapet duvarının yeterli ısı yalıtımını sağlayacak kalınlıkta olması çatı kenarındaki ısı köprüsünü giderir (Aygün ve Kuş 1994).



Şekil 3.15. Sıcak Çatı (Havalandırmalı veya Havalandırmasız) (Aygün ve Kuş 1994)



Şekil 3.16. Isı yalıtımlı gezilmeyen klasik çatı çözümü

Uzun ömürlü bir çatı tasarımı için kullanılan malzemenin sıcaklık karşısındaki tepkileri çatıyı etkileyen aşırı sıcaklıkların değişiminin ve bunların nasıl modifiye edilip dengelenmesinin bilinmesi esastır. Yüksek sıcaklıklar pek çok çatı malzemesinin bozulma hızını arttırır (Özenç 2007).

3.2. Duvarlarda Isı Yalıtımı

Bina dış kabuğunu oluşturan yapı elemanlarının, binayı dış hava şartlarından koruma görevini yerine getirirken, birçok olumsuz koşula karşı da direnç göstermesi

beklenmektedir. Bunun yanında yapım sistemlerinin gelişmesi ile duvarların incelmesi ısıl geçirgenlik dirençlerini düşürmüştür. Soğuk hava koşullarında yapı içinden dışına doğru (sıcaktan soğuğa doğru) ısı hareketinden dolayı bir ısı kaybı söz konusudur. Bu ısı kaybının azaltılmasında en temel etmen yapı kabuğunun ısısal direncinin yüksek olmasıdır. Yapı kabuğunu oluşturan elemanların ısısal direncinin yüksek olması gerek yapı iç sıcaklığının gerekse iç yüzey sıcaklığının istenilen konfor şartları düzeyinde tutulmasını sağlar. Yapı kabuğunun iç yüzey sıcaklığı, yapı içi ısısal konforu etkileyen en önemli öğelerden biridir. Kullanıcı ile yapı kabuğunun iç yüzeyi arasında ışınım yolu ile sürekli ısı alış-verişi söz konusudur (Özenç 2007).

Yapı kabuğunun düşey elemanları olan dış duvarlar, iç mekân ile dış ortamı birbirinden ayırarak, yapıyı ve içinde yaşayan insanları çeşitli etkilerden korurlar. Dış duvarların iç mekân koşullarının belirlenmesindeki etkisi, dış duvarın yapısı ile doğrudan ilişkilidir. Dış duvarların çevrelediği iç ortamı, dış atmosferik olaylardan, sıcaktan, soğuktan, yağmur ve kardan, rüzgardan korumanın yanında, dışardan gelebilecek her türlü tehlikeden korurlar. İnsanların en çok etkilendiği çevre koşullarından biri olan soğuk havaya karşı insanlar, belirli bir sıcaklık ve belirli bir nem ortamı arzu ederler. Soğuk kış günlerinde, bina içinin belirli bir sıcaklıkta tutulması istenir. Belirlenen veya arzu edilen konfor koşulları, ikinci dünya savaşından önce yapılan yığma binaların kalın duvarları sayesinde kendiliğinden sağlanmaktaydı. Bu duvarlar yeterli ısı tutuculuk sağladığı gibi önemli oranda ısı biriktirerek, bina içinde sıcaklık dalgalanmalarını da önlemekteydi. İnce duvarlarla çevrilmiş hacimlerde daha çabuk soğuma, yakıt giderlerinde artma gibi parasal sorunlarla birlikte duvar yüzeyinde ve pencerelerin cam yüzeylerinde nemlenmeler gözlenmiştir. Bu problemler yapı fiziği kavramının gelişmesini sağlamıştır (Gürdal ve Acun 1986).

Basite indirgendiğinde, bir duvarı oluşturan başlıca üç katman olduğu görülür:

- Dış kaplama: Birinci katman olarak dış atmosfer tesirlerine dayanıklı, duvarın taşıyıcı gövdesini dış etkenlerden koruyan ve duvarın görünümünü veren katmandır.

- Çekirdek veya duvar gövdesi: İkinci katman olarak duvarın taşıyıcılığını sağlayan katmandır. Duvarın mekanik fonksiyonlarını yüklenir. Dış duvarın bir karkas içinde kirişlerle taşınması durumunda bile bir çekirdek kısmı vardır. Masif veya iskelet yapıda olabilir.

- İç kaplama: Üçüncü katman olarak, mahalleri kullanım amacına göre belirlenir (Gürdal ve Acun 1986).

Duvar ve döşemelerin sınırladığı iç ortam, yaz ve kış belirli bir sıcaklık derecelerinde tutulmaya çalışılır. Bu sıcaklık derecesi, kullanılan hacme ve hacmi kullanan kişilerin alışkanlıklarına göre 18 º C ile 24 º C arasında değişir. Dış ortam sıcaklığı mevsimlere ve günün saatine bağlı olarak değişmeler gösterir. Isı akımları, iç ve dış ortam arasında sıcaklık farkı olduğu zaman, yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklık tarafına doğru olmaktadır. Bu akım, yazın dıştan içeriye; kışın içten dışarıya doğrudur. Bu akım, ısıtma sistemlerini, insan konforunu etkiler (Gürdal ve Acun 1986).

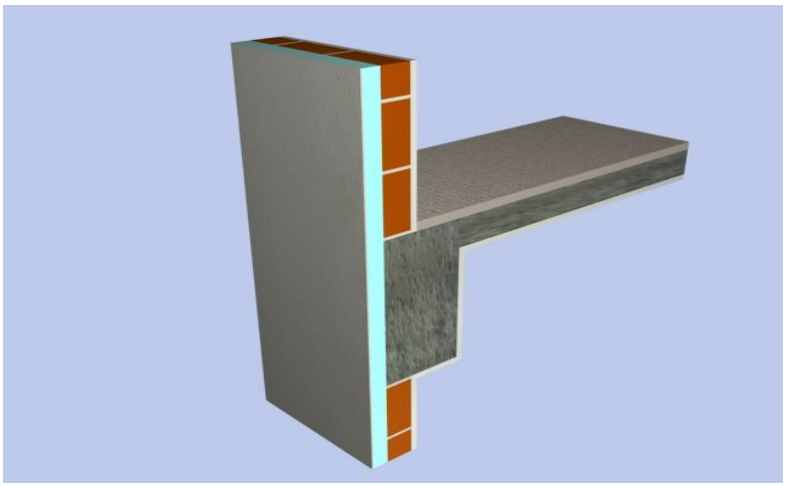
Bu etkinin dışında, dış ortamda, atmosfer sıcaklığından farklı olarak, radyasyon etkisi de görülür. Yaz günlerinde, direkt ve yaygın radyasyon ile duvar yüzeyinin renk ve dokusuna bağlı olarak yüzeyde, atmosfer sıcaklığının üzerinde bir sıcaklık derecesi oluşur. Kış mevsiminde, gece saatlerinde radyasyon etkisi ile yüzeyin niteliklerine bağlı olarak, atmosfer sıcaklığından daha düşük bir sıcaklık yüzeyde meydana gelir. Yüzeyin en sıcak ve en az sıcak dönemlerdeki fark, yapının bütününde, ısıl genleşmesine bağlı olarak uzama ve kısalmalar yapar. Bu fiziksel olayın yapılar için tehlikeli sonuçlar vermemesi için, dilatasyon derzleri yapılmaktadır (Gürdal ve Acun 1986).

Şekil 3.17'de kalınlığı ve katmanları açısından duvarın ısı yalıtım özelliklerinin yeterli olmasının yanında taşıyıcı sisteminde aynı düzeyde yeterli olması gerekmektedir. Bu yönden dış kiriş ve kolonlar ısı köprüsü oluşturmakta ve yoğuşmaya yol açmaktadır (Aygün ve Kuş 1994).



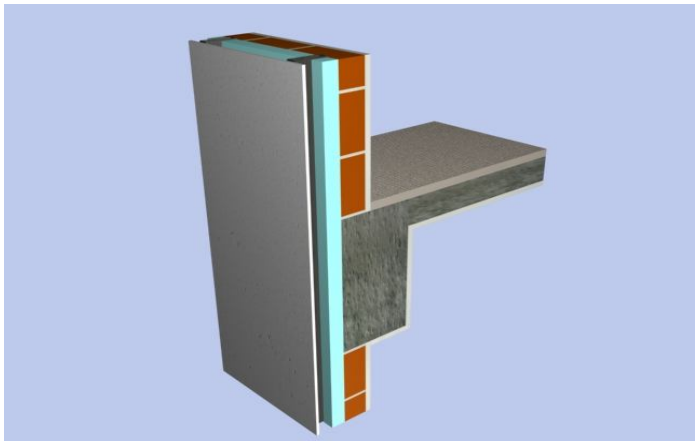
Şekil 3.17. Isı yalıtımsız duvar (Aygün ve Kuş 1994)

Şekil 3.18'de tam ısı yalıtımlı duvarlarda; ısı köprüleri bu çözüm yoluyla tümüyle giderilir, aynı zamanda duvar kalınlığı azaltılmış ve ısı depolama kapasitesinden yararlanılmış olur, kat kullanım alanı artar. Kalınlığın azalması ses yalıtım özelliğini de olumlu yönde etkilemektedir (Aygün ve Kuş 1994).



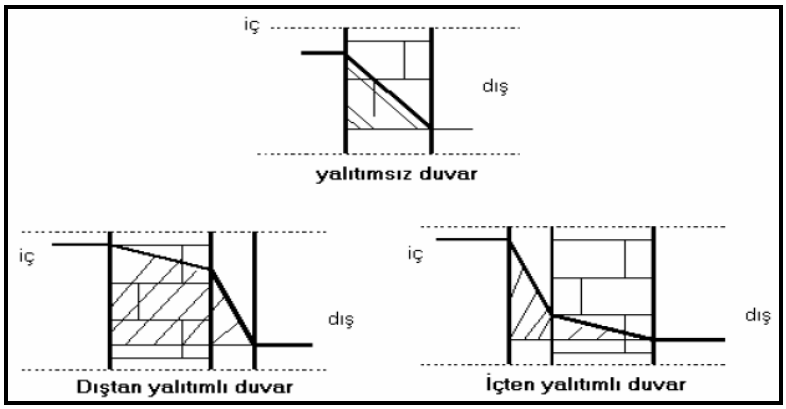
Şekil 3.18. Isı yalıtımlı duvar (Aygün ve Kuş 1994)

Şekil 3.19'da ızgaralı veya profilli levha kaplama duvarlarda; taşıyıcı sistem önüne yerleştirilen bir cephe ızgarası üzerine kaplama yapılabilir veya trapez/ondule levhalar kaplama olarak kullanılabilir. Isı yalıtımı ızgaranın dikme veya kayıtları arasında yer alır. Böylece cephe kalınlığı ile birlikte ağırlığı da yığma kaplamaya göre azalmış olur (Aygün ve Kuş 1994).



Şekil 3.19. Izgaralı veya profilli levha kaplama duvarlar (Aygün ve Kuş 1994)

Şekil 3.20'de gibi yapı dış kabuğunu oluşturan en önemli elemanlardan biri de dış duvarlardır. Bunlarda ısı geçişine karşı yapılması gereken ısı yalıtım uygulamaları verilmiştir:



Şekil 3.20. Isı yalıtım malzemesinin uygulama yerine göre duvarlarda ısı depolama (Taralı alanlar ısı depolamayı göstermektedir). (Dağsöz ve ark.)

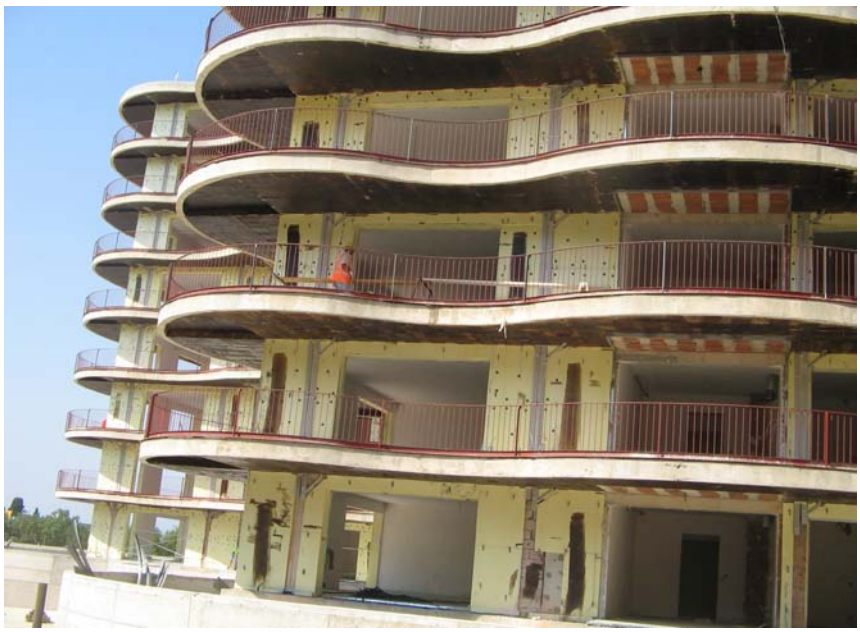
Günümüzde kullanılan geleneksel konstrüksiyonlar betonarme perde, duvar, sıva, tuğla duvar, sıva kendi başlarına yeterli düzeyde yalıtım sağlayamaz. Duvarın ısıl direncinin arttırılması gerekir. Böylece yalıtım, sürekliliğini korur ve binanın gerçek anlamda yalıtılmasını engelleyen ısı köprüleri yok edilir.

Yapı elemanları özellikle taşıyıcı elemanlar ısıl gerilmelerden ve atmosferin olumsuz etkilerinden de korumuş olur ve binanın ömrü uzar. Yeterli kalınlıkta ısı yalıtım malzemesi kullanılması ve yapı fiziğine uygun detay seçilmesi halinde

yoğuşma problemleri oluşmaz. Mevcut binalarda dış taraftan ısı yalıtım uygulaması genel bakım zamanlarına rast getirilirse, yatırım maliyetinden önemli azalmalar sağlanır. Şekil 3.21 ve Şekil 3.22'de İzmir Narlıdere ilçesinde yapılmakta olan konutlarda dışardan (mantolama) ısı yalıtım uygulaması yapılmaktadır.



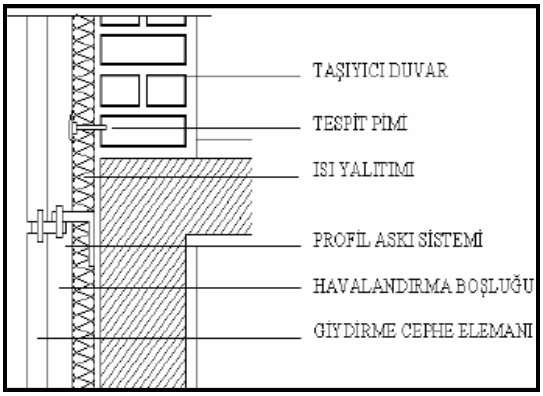
Şekil 3.21. İzmir'in Narlıdere İlçesinde bulunan özel konut kompleksinde dışarıdan (mantolama)ısı yalıtım uygulaması



Şekil 3.22. İzmir'in Narlıdere İlçesinde bulunan özel konut kompleksinde dışarıdan (mantolama) ısı yalıtım uygulaması

Metal tespit elemanlarının kullanıldığı havalandırmalı giydirme cepheler, projesindeki görünüşüne uygun olarak belirtilen açıklıklarda tespit edilir. Her kat döşeme betonuna iç boyutta ayar imkânı veren, galvanize edilmiş çelikten veya alüminyumdan üretilmiş olup özel bağlantılarla tespit edilmiş sistemlerdir. Şekil 3.23'den anlaşılacağı gibi havalandırmalı giydirme cephelerde dört farklı bileşen mevcuttur:

- Yalıtım malzemesi
- Tespit sistemi
- Hava boşluğu
- Dış hava şartlarından koruyucu katmandır.



Şekil 3.23. Giydirme cephe sistemlerde dıştan havalandırmalı yalıtım detayı (Sezer 2005)

Yalıtım malzemesi duvara ahşap veya metal kirişler arasında yerleştirilir. Metal tespit elemanlarının oluşturacağı ısı köprüleri problemlerinin mutlaka çözülmesi gerekir. Isı yalıtım malzemesi olarak yangın emniyeti açısından taş yünü kullanılması tavsiye edilir. Ayrıca hangi yalıtım malzemesi kullanılırsa kullanılsın, hatta hiç yalıtım malzemesi kullanılmamış bile olsa giydirme cephe sistemlerde yanmaz malzemelerden oluşturulmuş yangın bariyerleri kullanılmalıdır. Bu elemanlar kat hizasında hava dolaşımı tamamen önleyecek şekilde tespit edilirler. Boşluktaki hava sirkülâsyonu ise kat yüksekliği içinde çözülür. Aksi takdirde bu boşluğun sürekli olması baca etkisi oluşturarak, yangının çok hızlı bir şekilde ve insanların kaçmasına fırsat bırakmayacak kadar kısa bir sürede tüm cepheye ve binaya yayılmasına neden olacaktır. Çimento veya seramik esaslı plaklar, cam, mermer koruyucu katman için kullanılabilecek malzemelerden bazılarıdır. Yalıtım

pencere ve kapıların çevresinde de uygulanmalıdır. Çatı ve olukların çevresindeki detaylar ısı köprülerine meydan verilmeyecek şekilde çözülmelidir (Özenç 2007).

Şekil 3.24 ve Şekil 3.25'de İzmir Balçova ilçesinde inşaatı bulunan bir alışveriş merkezinin dış cephesinde yalıtımın direkt duvara uygulanması görülmektedir.



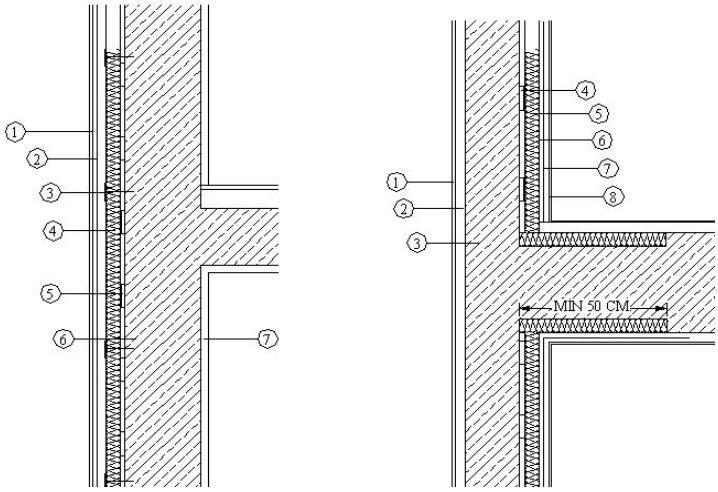
Şekil 3.24. Yalıtımın doğrudan duvara uygulanması



Şekil 3.25. Yalıtımın doğrudan duvara uygulanması

Tüm yalıtım uygulamalarında prensip olarak kesitte yoğuşma kontrolü yapılmalıdır. Bu sistem vasıflı uygulayıcılar tarafından gerçekleştirilmelidir. Sistemin, bütünüyle beton panellerden oluşan binalarda kullanılmaması tavsiye edilmektedir. Çünkü büyük beton panellerde meydana gelen büyük ölçekteki hareketlerin yalıtım malzemesinin yırtılmasına ve koruyucu tabaka çatlaklarının oluşmasına sebep olabileceği ve bu durumda yapı bünyesine nüfuz eden suyun binayı tahrip edebileceği belirtilmektedir (Özenç 2007).

Çift duvar arası yalıtım uygulaması genel olarak aynı ya da farklı kalınlıklarda iki duvar arasına ısı yalıtım malzemesinin yerleştirilmesinden oluşur. Bu uygulama; boşluklu ve boşluksuz olarak iki şekilde gerçekleşmektedir. Isı yalıtım malzemesi yüzey boyunca aynı kalınlıkta kalmalı ve hem temas ettiği yüzeylerde hem de levhalar arasında boşluk oluşmamalıdır. Aksi takdirde kalınlıktaki değişim ısı akışını değiştireceğinden iç yüzey sıcaklığında farklar oluşacaktır veya mevcut olan farklar büyüyecektir. Duvarın iki yüzü arasındaki boşluğu tamamen doldurmadığı zaman yalıtım malzemesi yerinin sıcak tarafa konulması tercih edilmektedir. Çünkü buhar bariyeri iç kaplamanın altına kolayca yerleştirilebilmektedir. Isı yalıtım malzemesinin boşluğun ortasına yerleştirilmesine eğer yeterince itina edilmez ise performans problemlerinin ortaya çıkmasına neden olur. Bu yerleşimde yalıtım malzemesinin ara elemanlara alt ve üst tarafından ve tüm yanlarından hava geçirmeyecek şekilde tespit edilmesi gerekir. Aksi takdirde sanki yalıtım yokmuş gibi bir hava hareketi meydana gelecek ve yalıtımın etkinliğini önemli ölçüde azaltacaktır. Boşluksuz uygulamalarda ısı yalıtımı, iki duvar arasına yerleştirilir. Isı yalıtımı iç duvarın dış yüzü ile temas etmelidir. Dış duvar ile ısı yalıtımı arasında hava boşluğu olabilir. Bu boşluk olmadığında dış duvar buhar geçişini engellemeyecek malzeme yapısına sahip olmalı veya iç tarafta buhar kesici bir tabaka kullanılmalıdır. Mutlaka yoğuşma kontrolü yapılmalıdır. Şekil 3.26'da duvarların içten ve dıştan ısı yalıtım uygulaması detayı verilmektedir.

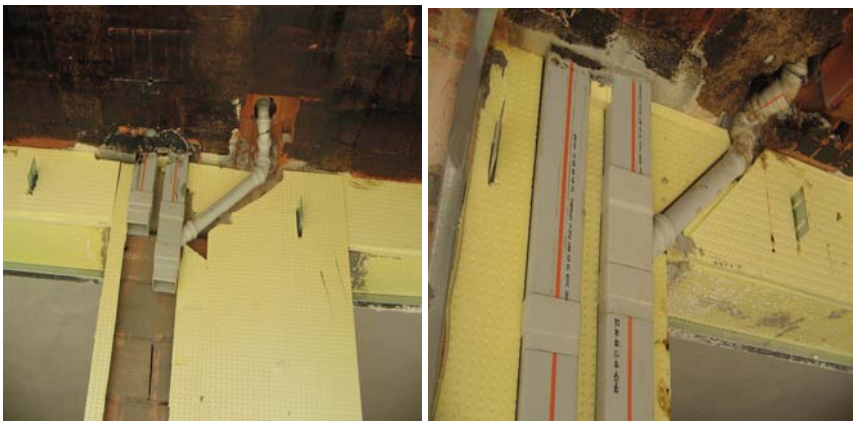


A) Dıştan yalıtım:
1.Dış cephe kaplaması
2. File taşıyıcı ince sıva veya rabitz telli normal sıva
3.Dübel (Isı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur)
4. Isı yalıtımı
5.Yapıştırıcı (Isı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur)
6.Duvar konstrüksiyonu
7.İç sıva

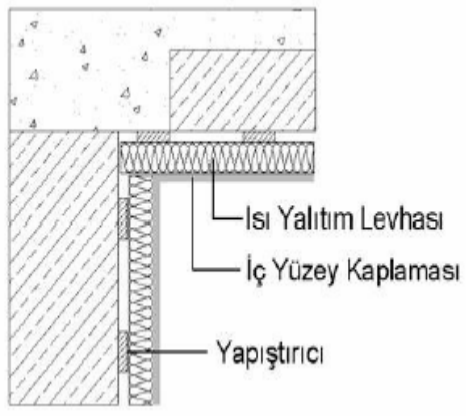
B) İçten yalıtım:
1.Dış cephe kaplaması
2.Sıva
3.Betonarme perde
4.Yapıştırıcı (Isı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur)
5. Isı yalıtımı
6.Buhar kesici membran (yoğuşma kontrolüne göre gerekiyorsa)
7.İç sıva
8.İç kaplama

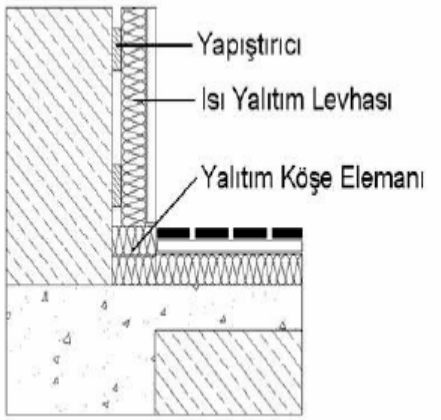
Şekil 3.26. Duvarların dıştan ve içten yalıtım uygulama detayı

Şekil 3.27'de iç duvar bünyesinde kalan kolon, kiriş, hatıl, döşeme alnı vb. ısı köprüsü oluşturulabilecek alanlar kaplanmalıdır. Isı yalıtımı tabakasının tüm cephe boyunca sürekli olması sağlanmalıdır. Aksi halde ısı köprüleri oluşarak ciddi ısı kayıpları ile yoğuşma ve küflenme gerçekleşir (Özenç 2007). Şekil 3.28 ve Şekil 3.29'da duvar-tavan- döşeme birleşim detayları verilmiştir.



Şekil 3.27. Kolon –kiriş-duvarların yalıtılması





Şekil 3.28. Duvar – tavan birleşim detayı **Şekil 3.29** Duvar – döşeme birleşim detayı

Dış duvar malzemesi olarak tuğla kullanılacaksa yeterli donma direncine sahip olmalıdır. Rüzgâr etkisi ile yağmur alan duvarlarda özellikle dikkat edilmelidir. Cephe tuğlasında veya sıva dış yüzeyinde buhar direnci yüksek bir kaplama veya boya kullanmalıdır. Geçirimsiz tabaka başlangıçta duvarların kurumasını önler yoğuşma ve tuzlanma riskini arttırır. Ayrıca duvarın nefes almasını önler. Havalandırma boşluğu olmayan sandviç duvarlarda, iç tarafta buhar kesici kullanılmalıdır (Özenç 2007).

Isı yalıtım malzemesi ile iç duvar dış yüzeyi arasında boşluk bırakılmamalıdır. İç kaplama olarak alçı pano vb. kaplama kullanılıyorsa tavan ve döşeme ile birleşme hatları boyunca ısı panoların arkasına sürekli yapıştırma harcı kullanılarak duvara yapıştırma yapılmalıdır. Panolar duvara yapıştırılırken alt ve üstte boşluk bırakılırsa hava hareketlerinden dolayı ısı kayıpları meydana gelir. Yangın gazlarının duvara sızmalarını önlemek için yanıcı olmayan ısı yalıtım malzemeleri ile doldurulup çift duvar boşluğu üstünden kapatılmalı. Sıvada çatlakların önlenmesi için, sıvadan önce duvarın kuruması beklenilmeli veya sıva dilatasyon derzi kullanılmalıdır (Özenç 2007).

Isı yalıtım malzemelerinin ısı depolama kapasiteleri çok düşüktür. Böylece ısıtma sisteminden iç ortama verilen ısı kısa sürede iç ortamın ısınmasına yarar. Isıtma sistemi kapatılınca da ortam hemen soğur. Bu tip binalarda ısıtma sisteminin kapatılması demek binanın uzun süre kullanılmaması demektir ve bu sırada binanın

soğumasının önemi yoktur. Böylece tüketilen yakıt sonucu elde edilen enerji israf edilmeden kullanıcıları, konforunun sağlanmasına harcanmış olur. Ancak yaz konforu açısından olaya baktığımızda binanın aşırı ısınması mümkündür. Diğer taraftan bina sürekli kullanılıyorsa bina içindeki ısıl konfor şartlarının ısıtma sistemi kapatıldıktan sonrada devam etmesi istenir. Bu durum ancak duvar, döşeme ve tavanlarının ısı depolaması ile mümkündür (Özenç 2007).

Şekil 3.30 ve Şekil 3.31'de görüldüğü üzere duvarların içten yalıtılması, yoğuşma riskinin yüksek olduğu ve ısı köprülerinin oluştuğu uygulamalardır.



Şekil 3.30. İçten ısı yalıtım uygulaması

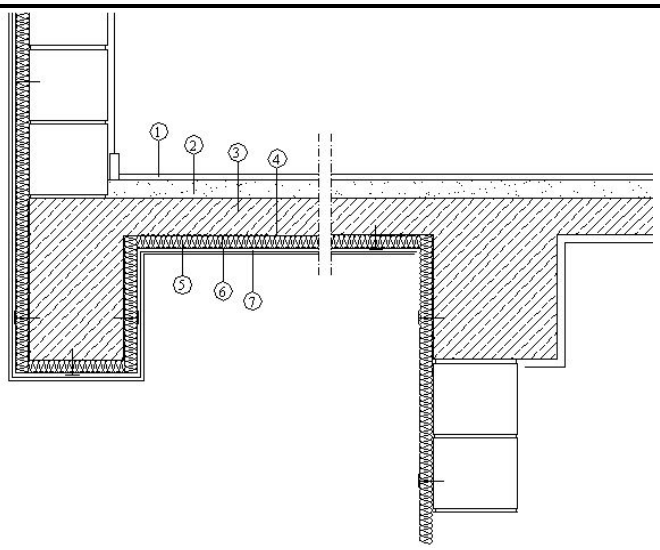


Şekil 3.31. İçten ısı yalıtım uygulaması

Duvar bünyesinde bulunan kolon, kiriş, hatıl vb. tüm ısı köprüleri öncelikle dış yüzeyden, zorunluluk durumunda tavan-döşeme iç yüzeyine en az 50cm dönülerek yalıtılmalıdır. Buhar kesici tabakalar mümkünse tavan ve döşemelere döndürülmelidir. Mutfak ve banyo gibi yüksek buhar üretilen hacimli yerlerde kaynağa yakın noktada su buharının pasif bir baca veya mekanik havalandırma ile dışarı atılması sağlanmalıdır.

3.3. Balkon Ve Kapalı Çıkmalarda Isı Yalıtımı

Şekil 3.32'de tam ısı yalıtımlı çıkmalar; tüm dış yüzey boyunca ısı yalıtımının sürekli olması ısı köprülerini giderdiği gibi kagir duvar kalınlığını ve dolayısıyla ağırlığını azaltma olanağını tanımaktadır.



1. Döşeme kaplaması
2. Düzeltme şapı (3-5cm)
3. Betonarme plak veya asmolen döşeme
4. Yapıştırıcı (ısı yalıtımı kalıp içine konursa gerek yoktur)
5. Isı yalıtımı
6. Dübel (ısı yalıtımı kalıp içine konursa gerek yoktur)
7. File taşıyıcılı ince sıva veya rabitz telli normal sıva

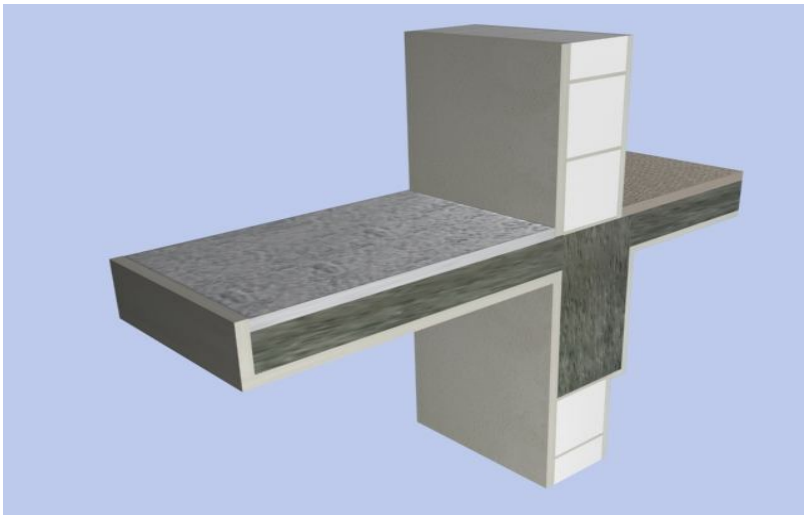
Şekil 3.32. Tam ısı yalıtımlı döşeme (çıkmalar)

Şekil 3.33'de katlar arası döşeme betonu alınları, balkon ve konsol çıkmalar, betonarme döşemelerde kenar bitişlerindeki kirişler dış hava ile temas eden duvar birleşimleri ve özellikle balkonlar çözülmesi en zor ısı yalıtım detaylarını oluşturur.



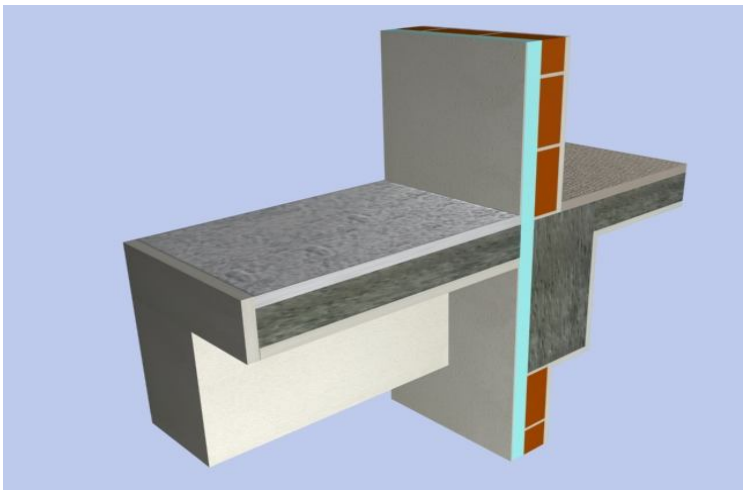
Şekil 3.33. Alışveriş merkezi'nin konsol çıkmasında ısı yalıtımı

Şekil 3.34'de ısı yalıtımsız çıkmalarda, sıcak bölgeler dışında yer alan bina balkonlarında ısı yalıtımı önlemi alınmaması durumunda ısı kayıpları ile birlikte yoğuşma zararları söz konusudur.



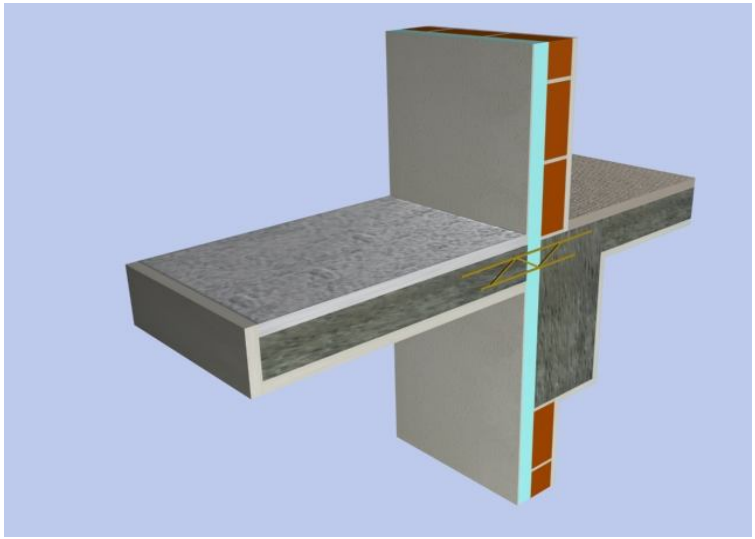
Şekil 3.34. Isı yalıtımsız açık döşeme çıkmaları "balkonlar" (Aygün ve Kuş 1994)

Şekil 3.35 ve Şekil 3.36'da balkon döşemesi kat döşemesinden ayrıklaşan çıkmalarda; kat döşemesi boyunca oluşan ısı köprüsünü gidermek üzere çıkma döşemesi cepheye dik kısa kenarları boyunca kirişler tarafından taşınarak kat döşemesinden ayrılabilir. Böylece ısı köprüsü alanı azaltılarak kiriş kesit alanına indirgenmiş olur ve ısı yalıtımında süreklilik sağlanır.



Şekil 3.35. Ayrık çıkmalar (Aygün ve Kuş 1994)

Özel donatılı çıkmalarda, özel donatı yardımıyla kat ve çıkma döşemeleri arasına beton yerine ısı yalıtımı koyarak konsol olarak çalışabilir (Aygün ve Kuş, 1994).



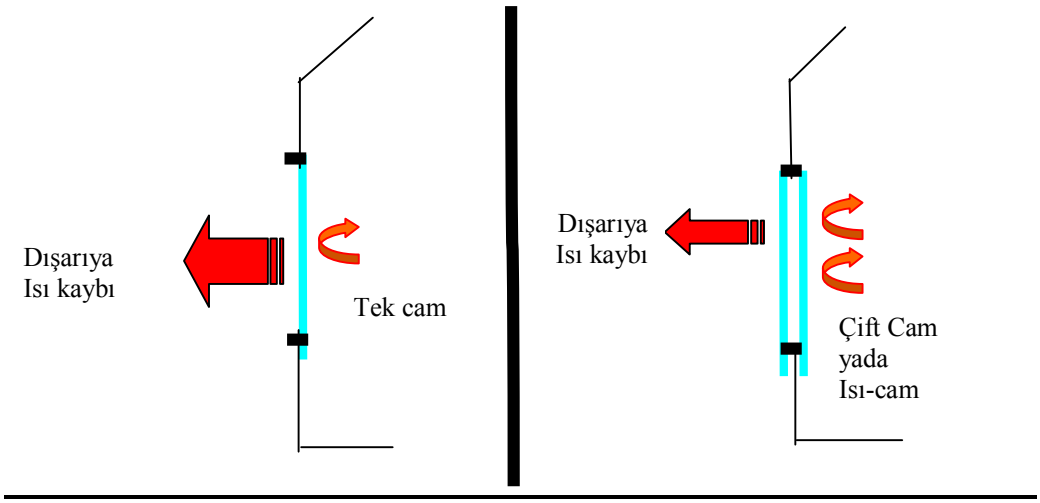
Şekil 3.36. Ayrık çıkmalar (Aygün ve Kuş 1994)

Kapalı çıkmalarda dış duvar ve döşeme yalıtımı sürekli olmalıdır. Dıştan duvar yalıtımı yapılıyorsa, ısı yalıtımı kiriş ve döşeme altına döndürülerek kesintisiz ısı yalıtımı sağlanmalıdır. İçten duvar yalıtımı yapılıyorsa, döşeme de içten yalıtım yapılarak, ısı yalıtımının sürekliliği sağlanmalıdır. Ara kat döşeme betonu ve balkonlarda, tavan ve duvar birleşimlerinde, içten buhar kesici kullanılarak, nemli havanın soğuk yüzeylere ulaşması ve böylece oluşabilecek yoğuşma ve küflenme önlenmelidir. Zemin etüdü ve zemindeki su durumu (zemin rutubeti, basınçsız ve basınçlı su) olarak incelendikten sonra kullanılacak ısı ve su yalıtım malzemelerinin seçimi ve dizilişi yapılmalıdır.

3.4. Pencere ve Kapılarda Isı Yalıtımı

Camın ve ahşap kapıların ısıl iletkenliklerinin yüksek olması, pencere ve kapıların hareketli aksamları ve çerçevelerinin iyi yalıtılmamış olması hava kaçaklarını artırır. Bu nedenle pencere ve kapılar, hava kaçaklarından kaynaklanan

enerji kayıplarının fazla olduğu yerlerdir. Hava kaçaklarını engelleyici en basit ve ucuz önlem, hava kaçaklarının olduğu bölgelerin uygun malzemelerle kapatılmasıdır (Oğan 2008). Şekil 3.37'de tek cam ve çift cam kullanıldığında dışarıya ısı kaybındaki oranı şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.37. Dışarıya ısı kaybında tek cam ve çift camın etkisi

Binalarda pencereler ısı geçirgenliği en fazla olan yapı elemanlarıdır. Yüksek binalarda ısı kayıplarının %7'si, tek katlı binalarda %20'si pencerelerden olmaktadır. Önceleri pencere boyutları bina dış cephe yüzeyi içinde büyük yer tutmaktaydı. Enerji tasarrufunun önem kazanması ile pencere boyutları da küçülmüştür (Altınışık 2006).

Binaların toplam ısı kayıpları içinde pencere ve kapılardan meydana gelen kayıplar önemli bir yer tutarlar. Özellikle ülkemizde, kalitesiz ahşap çerçeve ile birlikte tek cam kullanılması bu yapı elemanlarından kaynaklanan ısı kayıpları artmaktadır. Pencereden meydana gelen ısı kaybının toplam ısı kaybı içindeki yüzdesi pencere/duvar oranına bağlı olmakla birlikte, çok katlı binalarda genellikle %30 ile 40 arasında değişir. Duvarlardan farklı olarak, pencere ve kapıların yalıtım değerlerinin belli bir noktadan sonra iyileştirilmesi teknik olarak mümkün değildir. Bu sebeple de pencerelerin iyileştirilmesi ile toplam enerji tasarruf potansiyelinin yaklaşık %20'si sağlanabilmektedir (Özenç 2007).

Pencere ve kapılarımızı yenilerken;

- Isı iletkenliği düşük olan cam tipleri tercih edilmeli,
- Pencere çerçevelerinin ısıl iletkenliği düşük olmalı,
- Tek cam yerine çift cam kullanılmalı,
- Çift cam seçerken, camlar arası boşluğun ısıl iletkenliği düşük gazlar ile doldurulmuş olanları tercih edilmelidir (Oğan 2008).

Pencerelerde iyi bir ısı yalıtımı, kaliteli, sızdırmasız, doğru uygulanmış ve düşük ısı geçirgenlik değerlerine sahip doğramalar ve yalıtım camı üniteleri ile mümkündür. Pencereleri oluşturan kaliteli doğramalar ile yalıtım camı üniteleri de ısı yalıtımında büyük önem taşır (Şengül ve ark. 2005). Şekil 3.38, Şekil 3.39 ve Şekil 3.40'da görüldüğü üzere çerçeve-duvar birleşiminde ısı köprüleri kesilerek enerji tasarrufu sağlanır.



Şekil 3.38. Hava kaçaklarının olduğu bölgelerin uygun malzemelerle kapatılması



Şekil 3.39. Hava kaçaklarının olduğu bölgelerin uygun malzemelerle kapatılması



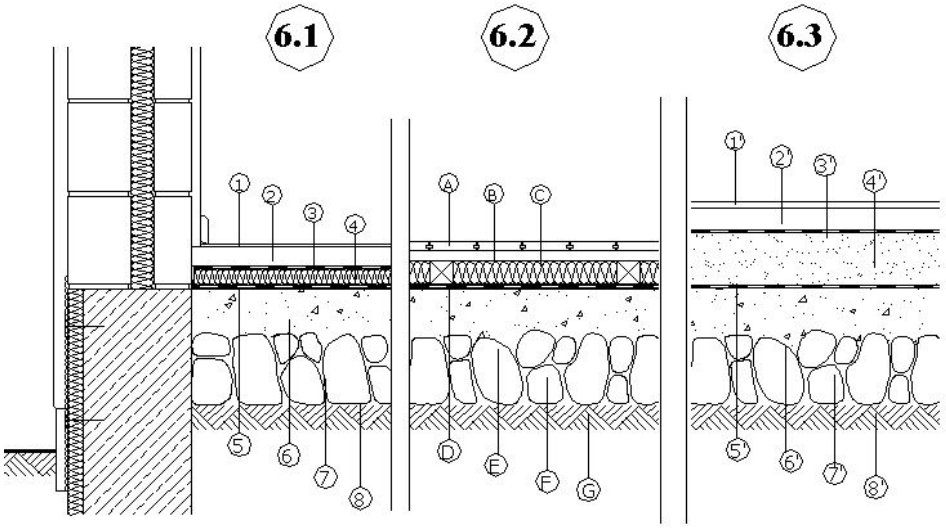
Şekil 3.40. Hava kaçaklarının olduğu bölgelerin uygun malzemelerle kapatılması

Pencere alanı toplam cephenin %25'i olan beş katlı ve hava kaçakları önlenmiş binalarda, tek camlı ahşap çerçeve, yerine, ısı yalıtım tedbirleri alınmış çerçeve ve çift cam kullanılması halinde ise enerji tüketiminde yaklaşık olarak %15 tasarruf sağlanır. Pencereler aynı zamanda güneş enerjisini iç mekâna alarak ısı kayıplarını dengeleyen ısı kazanç noktalarıdır. Binalarda güney duvarların çift camlı pencere olması halinde ısıtma sezonu boyunca net ısı kaybının yalıtımlı duvara nazaran eşit olduğu belirtilmektedir. Bu sebebi kışın güney cephelerinden içeriye girebilen bol miktardaki güneş enerjisidir. Bununla birlikte diğer yönlerde pencerelerden sağlanacak güneş enerjisi miktarı daha az olabilir. Güney ve batı cephelerinde yazın önemli boyutlarda konforsuzluk yaşanmaktadır. Bu cephelerde yalnız ısı kontrol (low-e) kaplamalı camlar kullanılması halinde kış konforu iyileşmekle beraber yazın aşırı ısınma meydana gelebilir. Bundan kaçınmak için güneye ve batı cephelerinde ısı kontrol (low-e) kaplama camların yanında güneş enerjisinin dış ortama geri yansıtan kaplamalarında kullanıldığı gelişmiş iklim kontrol camlarının tercih edilmesi daha uygun olabilir (Özenç 2007).

3.5. Temel (Zemin) Duvar Birleşimlerinde Isı Yalıtımı

Binaların yalıtılmasında farklı noktaların kendine has özellikleri ve uygulama farklılıkları vardır. Örneğin, teras çatılarda ısı yalıtımının yatay yüzeylerde su yalıtımı ile birlikte çözülmesi gerekir. Zemindeki ısı yalıtımında ise yatay ve düşey elemanlarının, zemin rutubetine ve eğer gerekiyorsa basınçlı suya karşı gerçekleştirilen yalıtımla birlikte düşünülmesi gerekir (Özenç 2007).

Zemin kat döşemelerinden olan ısı kayıplarını azaltmak için kullanılan ısı yalıtım tabakalarının detaylarının çözülmesi, yapı kabuğunun diğer bölümlerinde uygulanan ısı yalıtım tabakalarınınkinden farklılık göstermektedir. Bunun en önemli nedeni, zemine yakın ya da direk ilişkide olmasından kaynaklanmaktadır. Şekil 3.41'de zemine oturan döşeme detayı şematik olarak gösterilmiştir.



6.1
1. Döşeme kaplaması
2. Şap
3. Bir Kat Serbest Su Yalıtım Membranı
4. Isı yalıtımı
5. Su yalıtım membranı
6. Grobeton
7. Blokaj
8. Toprak zemin

6.2
A. Ahşap parke
B. Ahşap kör döşeme
C. Ahşap Kadronlar arası ısı yalıtımı
D. Su yalıtım membranı
E. Grobeton

6.3
1. Döşeme kaplaması
2. Su yalıtım membranı
3. Curuf, Perlit, Bims dolgu
4. Su yalıtım membranı
5. Grobeton
6. Blokaj
7. Toprak zemin

Şekil 3.41. Zemine oturan döşeme detayı

Isı yalıtımı genellikle bütün döşeme alanının altında yatay olarak uygulanır. Zemine oturan döşemelerde, su yalıtım membranı uygulanacaksa, döşeme betonunun üstünde veya altında olabilir. Döşeme betonunun altında uygulanacaksa, ısı yalıtım levhalarının altında veya üstünde olabilir. Su yalıtım membranı, ısı yalıtım levhaları ile döşeme betonu arasına yerleştirildiği durumlarda, ısı yalıtım levhaları sudan ve toprakta bulunan diğer kimyasallardan etkilenmemelidir. Döşeme betonu ısı yalıtımında oluşabilecek deformasyonlardan etkilenir. Isı yalıtım malzemesi bünyesine su emmeyen ve bu nedenle deforme olmayan tipte olmalıdır. Isı yalıtımı altındaki zemin iyi sıkıştırılmış olmalıdır. Isı yalıtım malzemesi, yeterli basınç ve uzun süreli yüklere karşı sünme mukavemetine sahip olmalıdır. Isı yalıtım levhaları ve su yalıtım membranı uzun süre serili olarak bırakılmamalıdır. Döşeme betonu dökülmeden hemen önce serilmelidir. Döşeme üzerine sandviç duvar yapılacaksa, döşeme altında kullanılan ısı yalıtımı yukarı doğru döndürülerek, duvar yalıtımı ile ilişkilendirilmelidir. İçten duvar yalıtımında da aynı yöntem uygulanmalıdır. Bu tür

yalıtım uygulamaları, zemin döşemesi prekast kiriş, blok döşeme ve yerinde dökülen döşemelerde kullanılır. Yalıtım, ahşap esaslı döşeme kaplaması veya şap altında yer alabilir. Isı yalıtımının uygulandığı yüzeyin düzgün olması ve koruyucu şapın yeterli kalınlıkta dayanımlı olması gerekmektedir. Nem geçirmez tabaka veya buhar kontrol tabakasını delip geçen tesisatın geçiş noktalarında önlemler alınmalı, derz malzemesi veya bant ile yalıtılmalıdır. Döşeme bitiş malzemesini yerleştirmek için şapın kuruması beklenmelidir. Temel derinliğine ve tipine bağlı olarak, ısı yalıtımı duvarlarda olduğu gibi temellerde de yapılabilir. Düşey yalıtımın dış taraftan uygulanması, binanın içindeki döşemeye uygulanmadığı hallerde faydalı olabilir. Ancak temel derinliğinin yeterli olduğu durumlarda temel duvarlarının dış tarafına ısı yalıtımı eklenebilir. Şekil 3.42 ve Şekil 3.43'de temel duvarların dış taraftan yalıtım tabakasının dış duvar yalıtım tabakası ile devamlılığının sağlanması kolaylıklığı açısından faydalıdır. Eğer kullanılan ısı yalıtım malzemelerinde neme, suya karşı hassasiyet varsa veya zemindeki bileşenlerdeki asit veya kimyasallardan etkileniyorsa ısıl kapasitesi düşecektir. Ayrıca ısı yalıtım tabakasının sürekliliğinin kesildiği yerlerde ısı köprüleri meydana gelir ve yüzey yoğunlaşması oluşur (Özenç 2007).

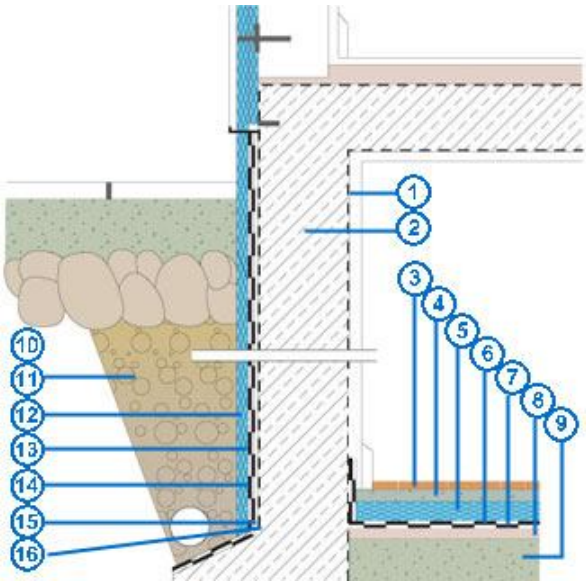


Şekil 3.42. Temel duvarların yalıtılması



Şekil 3.43. Temel duvarların yalıtılması

Bu uygulamaların dışında eğimli çatılarda özellikle çatı arasının kullanılmadığı uygulamalarda, ısı yalıtım tabakasının mineral yün esaslı şiltelerden seçilerek çatı döşemesi üzerine serildiği uygulamalar da mevcuttur. Zemine oturan döşemelerde ise blokajın üzerinde yer alan grobeton ya da betonarme döşeme üzerine su yalıtım uygulaması yapıldıktan sonra arzu edilen yüksek basınç mukavemetine uygun ısı yalıtım levhaları şaşırtmalı olarak serilerek üzerine koruyucu şap tabakası ve seçilen döşeme kaplaması uygulanmaktadır. Şekil 3.44'de temel perde duvarlarında ısı yalıtımlarının kullanılmasıyla, ısı yalıtımı yapılması haricinde elde edilecek ikinci bir yararı ise su yalıtım örtülerinin toprak dolgunun sırasındaki mekanik etkilere ve darbelere karşı korunmasıdır (Aşkadar 2005).



1)İç sıva	2)Betonarme perde duvarı	3)Döşeme kaplaması	4)Şap
5)Yalıtım malzemesi	6)Kat su yalıtımı	7)Kat su yalıtımı	8)Bitüm astar
9) Düzeltme betonu	10) Toprak	11) Drenaj tabakası	12)Isı yalıtım levhası
13)Kat su yalıtımı	14)Kat su yalıtımı	15)Bitüm astar	16) Düzeltme sıvası

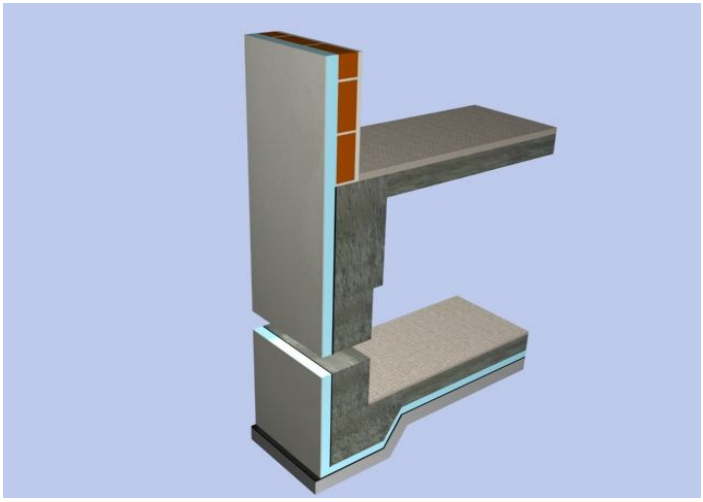
Şekil 3.44. Temel perde yalıtım uygulaması (http://building.dow.com)

Şekil 3.45'de ısıtılmayan bodrumlarda; ısı yalıtımı için en etkili konum dış duvar yalıtımı ile sürekliliğin sağlanabileceği zemin kat döşemesi üst yüzüdür. Yerden ısıtma olanağı da sağlar. Bu konumda yüklere karşı yeterli basınç ve darbe dayanımı olmalıdır. Dış duvardaki yalıtım en az zemin donma derinliğine kadar indirilmelidir (Aygün ve Kuş 1994).



Şekil 3.45. Isıtılmayan bodrum (Aygün ve Kuş 1994)

Şekil 3.46'da perde duvar ve döşemede su ve ısı yalıtımları birlikte bulunur. Özellikle soğuk bölgelerde döşemede ısı yalıtımı büyük yarar sağlar.



Şekil 3.46. Isıtılmayan bodrum (Aygün ve Kuş 1994)

3.6. Uygulama Sorunları

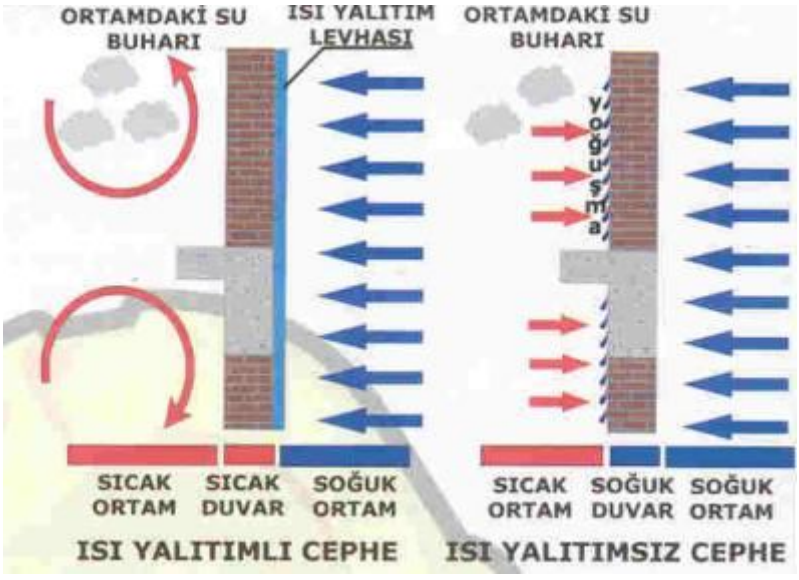
Ülkemizde ısı yalıtımının önemi ile ilgili bilinç seviyesinin zamanla artması ve ısı yönetmeliklerinin yürürlüğe konulmasıyla ile başta büyük şehirlerimiz olmak üzere her ilde ısı yalıtım uygulamaları yapılmaktadır. Yalıtım ülkemiz için halen yeni bir kavram olması nedeni ile hem tasarım hem de uygulama sürecinde bilgi eksikliğinden kaynaklanan problemler meydana gelmektedir. Bu gelişim sürecinde, bazı tasarım ve uygulamalarda; bilgi ve tecrübe eksikliği nedeni ile yapılan hatalar, ısı yalıtım sistemlerinin uygulandığı binalarda, beklenen performansların elde edilememesine neden olmaktadır.

Yapının projelendirilmesi aşamasında;

TS 825'e göre ülkemiz 1., 2., 3. ve 4. derece gün bölgesi olmak üzere dört ayrı iklim bölgesine ayrılmıştır. Yapı 1. iklim bölgesinde ise (sıcak), parçalı ve avlulu kütlelere, genelde havalandırmayı sağlayacak, planlamada orta hollü (sofalı) ve çatılarda soğuk çatı sistemleri içinde, geniş saçaklı sistemlerle gidilebilir. Ayrıca pencere yüzeylerini azaltmak ve tesisat çözümlerine özen göstermek gerekir. Yapı 4. iklim 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 gereklidir (Koçu 2002).

Yapılarda duvar ve teraslarda yapı fiziği kurallarına uyulmadığı zaman terleme ve yoğuşma (kondansasyon) sonunda sorunlar ortaya çıkar. Terleme, yapı elemanı yüzeyinde sıcaklık düşmesi ile meydana gelen buharın su haline dönüşmesidir. Yoğuşma ise farklı buhar sıcaklıklarından dolayı yapı elemanının malzemeleri arasında meydana gelen buharın su haline dönüşmesi olayıdır. Şekil 3.47'de yoğuşma faktörünün yalıtımlı ve yalıtımsız cephelerdeki etkisini şematik olarak göstermektedir. Terleme ve yoğuşma yapı malzemelerinin bozulmasına, kaplama malzemelerinin kabarma ve dökülmelerine neden olmaktadır. Detaylanmalarda yoğuşma hesaplarının yapılması ve bu hesaplamalarından çıkan sonuçlara göre malzemelerinin yan yana getirilmesi konusu üzerinde titizlikle durulmalıdır (Koçu ve Dereli 2008).



Şekil 3.47. Yalıtımsız ve yalıtımlı cephelerde yoğuşma faktörü

İnsanlar, nefesleriyle, insan faaliyetleri sonunda kullanılan suyun buharlaşması ile ortama buhar verirler. Buhar geçtiği yerlerde soğumaya uğrarsa yoğuşur. Kışın soğuk günlerde pencere camı üzerinde olan yoğuşma, genelde duvar içinde herhangi bir yerde olabilir ki bu duvarda çeşitli sorunlara neden olur. Bu nedenle duvarı oluşturan yapı malzemelerinden buharın kolay geçmesi yani duvarın teneffüs etmesi istenir. Çoğu kere dışardan gelen yağmur suyunun duvar bünyesine girmemesi için, ince sıvanın çok sert yapılması veya su geçirmez bir boya ile kapatılması istenir. Böyle olduğu zaman içerden gelen su buharı dışarıya atılmaz ise, bu geçirimsiz tabaka altında yoğuşarak birikir, çok soğuk havalarda donar ve kabuklar, parçalar halinde düşer. Bunlar yoğuşmadan geçirimsiz boya altında toplanırsa, boyayı kabartır ve sonra patlatarak dışarı çıkar. Yapılarda rötre, kum içerisindeki mil, yabancı organik maddeler, uygulama yanlışlıkları ve koşulları kaplamalar için önemli sorundur. Duvar malzemeleri ile kaplama malzemelerinin ısısal genleşme katsayıları arasındaki fark oranında yer değiştirmeler sonuçta çatlama, kabarma, dökülmeler biçiminde belirir. Duvar malzemeleri ile sıva malzemeleri arasındaki ısısal genleşme farkı sıva yüzeyinde çatlamalara su almalara neden olur. Terleme ve yoğuşma cephe elemanları içindeki su tutucu malzemelerin değerini düşürmekte, metal bileşim elemanlarını korozyona uğratmakta, yapı yüzeyinde yüzeysel çiçeklenmeler ve kaplama malzemesinin kabarmasına ve dökülmesine neden olmaktadır (Koçu ve Dereli 2008).

Mimar/mühendis düzeyinde sorumluluk sahibi kişilerin bilgi ve tecrübe eksikliğinden kaynaklanan tasarım hatalarının bazıları aşağıda verilmiştir;

- Yalıtım kalınlıklarının TS 825'e göre hesaplanmadan belirlenmesi bir mimari detay sorunudur.

- Yoğuşma tahkiklerinin yapılmamasından dolayı binanın çeşitli bölgelerinde bozulmalar gerçekleşmektedir. EK-B ve EK-C'de hesapları yapılmış olan konut ve işyerinin yoğuşma grafiği verilmiştir. TS.825, binalarda ısı yalıtımı uygulaması ile birlikte yalıtım malzemesinin nem geçişine ve nem yoğuşması ile ıslanmasına karşı korunması için de nem yalıtımı uygulamasına da önem verilmesi gerekir.

- Detay projelerinin oluşturulmamasından kaynaklanan sorunlar vardır.

  (su basman, parapet detayları, vb.)

- TS. belgesine sahip olmayan ürünlerin kullanımı,

- Yalıtım sistemini oluşturan komponentler ve uygulandığı yüzey arasındaki uyuma dikkat edilmemesi,

- Uygulamadaki diğer önemli hata ısı yalıtım malzemesinin seçiminde yaşanmaktadır. Isı yalıtım malzemesi seçerken: ısı iletkenliği, mekanik özellikleri, hacimce su emme oranı, buhar geçirgenlik direnci, fayda/maliyet karşılaştırması ve gerekiyorsa, ses yalıtım kabiliyeti, özellikle kaplamasız kullanılacaksa, yanıcılık özelliği birlikte incelenmelidir. Farklı yalıtım sistemlerinde kullanılacak yalıtım malzemesinin özelliklerinin de farklı olması gerekir. Dışardan yalıtım uygulamasında, ısı yalıtım malzemesinin buhar direnci düşük olmalıdır; giydirme cephe gibi hava cereyanının etkin olduğu detaylarda ise, malzemenin yanıcılık özelliği önem kazanır. Bundan dolayı maddi kaygıların, teknik gerçeklerin önüne geçmesine göz yumulmaması ve hatalı malzeme seçmemek gerekir.

Yapılan araştırmada genel olarak aşağıdaki uygulama hatalarına rastlanmaktadır:

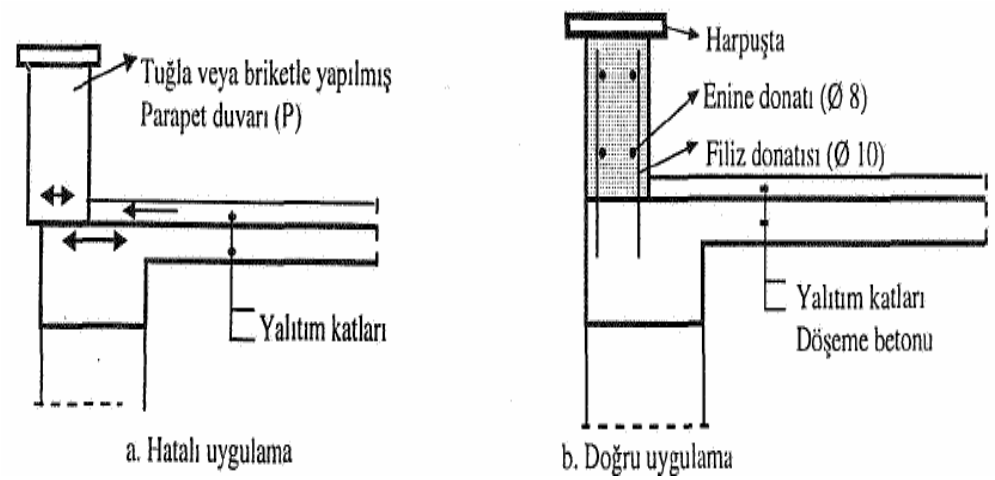
- Eksik malzeme kullanımı, kalınlığı yetersiz yalıtım levhası kullanımı,

- Ucuz olduğu için farklı fonksiyonlara sahip yapıştırıcıların kullanımı,

- Yetersiz sayıda ve yanlış yerlerde dübel kullanımı,

- Teras çatılarda parapetlerin doğru yalıtılmamasından kaynaklanan sorunlar vardır. Uygulamada çoğunlukla son kat döşemesi döndükten sonra, parapet duvarı tuğla veya briket ile yapılmaktadır. Döşeme betonu, parapet duvarı ve teras çatının son kat malzemesi farklı genleşme kat sayısına sahip oldukları için, ısı değişimi nedeniyle farklı miktarlarda genleşmektedir. Şekil 3.48'de hem hatalı uygulama hem de doğru uygulama verilmiştir. Bunun sonucunda

hasarlı bölgeden su girişi olacağından çeşitli olumsuzluklara neden olmaktadır.



Şekil 3.48. Parapet duvarının tasarımı

- Isı yalıtım levhalarının arasındaki boşlukların harç veya sıva ile doldurulmasından ve yalıtım levhalarının şaşırtmalı olarak yerleştirilmemesinden dolayı yalıtım görevini yerine getiremez. Aşağıdaki Şekil 3.49'da ısı yalıtım levhaları şaşırtmalı olarak doğrudan duvara monte edilmiştir.



Şekil 3.49. Doğrudan duvara monte edilmiş ısı yalıtım uygulaması

- Isı yalıtım levhalarının şaşırtmalı olarak yerleştirilmemesi
- Profil, harpuşta, vb. yardımcı malzemelerin kullanılmaması,
- Dübel deliğinin büyük açılması veya gereksiz yere dübel deliği açılmasından kaynaklanan sorunlarda vardır. Bu noktalar ısı geçişine sebep olur. Aşağıdaki Şekil 3.50'de araştırma sırasında yapılan gözlemlerde bir özel binada hatalara rastlanmıştır. Yanlış yerlerde açılmış olan dübel deliği uygulama sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 3.50. Gereksiz yere dübel deliği açılmasından kaynaklanan yalıtım sorunu

- Su yalıtımı ile ısı yalıtımının birleşim detaylarının iyi çözülmemesi,
- Buhar kesicinin delinmesi,
- Giydirme cephe uygulamalarında kaplamanın ısı yalıtım malzemesine monte edilmesi,
- Ölçüleri uyumsuz profillerin kullanımı,
- Yüzeyi düzgün olmayan cephelerin düzeltilmemesi
- Donatı filelerinde bindirme yapılmaması veya filenin kullanılmamasıdır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Isı yalıtımının çevre kirliliği ile doğrudan bir bağlantısı vardır. Isı yalıtımsız bir binadaki yakıt sarfiyatıyla ısı yalıtımlı bir binadaki yakıt sarfiyatı aynı değildir. Isı yalıtımı yapılmadığı takdirde gereksiz enerji sarfiyatı yapılmasının yanında daha fazla yakıt tüketildiği için de hava kirliliğini yol açmaktadır. Zararlı gazların atmosferdeki birikimi küresel ısınmaya neden olmakta ve iklimlerde önemli değişiklikler olmasına neden olmaktadır.

Isı yalıtımının yetersizliğinin sağlık ve parasal kayıplar, hava kirliliği, bitki örtüsünün bozulması gibi önemli sonuçları vardır. Yapılan çalışmada ısı yalıtımının yararlarına ilişkin olarak vurgulanan tespitler şunlardır :

- Kışın yapı elemanlarının iç yüzey sıcaklıkları artar ve böylece yoğuşma riski azaltılarak küflenme vb. olaylar önlenir. EK-A, EK-B ve EK-C'de yer alan hesaplarda konut ve işyeri olarak nitelendirilen örnek binalarda doğru ısı yalıtımı yapıldığı takdirde hiçbir bölgesinde yoğuşma olmayacağı sonucuna varılmıştır.

- Araştırılmada bulunulan İzmir yöresindeki konut ve işyeri örnek (EK-A, EK-B ve EK-C'de verilen) binalarının yalıtımsız ve yalıtımlı olarak hesaplamaları yapılmıştır. Konut olarak kullanılan binanın yalıtımsız hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı $Q_{yıl}$ = 28,23 kW/m^3 bulunmuştur. Aynı binanın yalıtımlı hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı $Q_{yıl}$ = 11,03 kW/m^3 hesaplanmıştır.
- İşyeri olarak kullanılacak binanın yalıtımsız hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı $Q_{yıl}$ = 32,50 kW/m^3'tür. Aynı binanın yalıtımlı hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı $Q_{yıl}$ = 12,85 kW/m^3'tür. Konut ve işyeri binalarının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı yalıtımlı ve yalıtımsız olarak yapılan hesaplamalarda 2.5 kata kadar tasarruf edildiği görülmüştür. Binalarda yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı; uygulanan yalıtım kalınlığına, pencere boyutlarına, malzemelere, detay özelliklerine, güneş enerjisi kazancına bağlı olarak, ısı kaybı oranlarının değiştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan çalışmaya göre, binalarda ısı enerjisi tasarrufu, ancak doğru uygulanmış bir ısı yalıtımı ile sağlanabilmektedir. Yapılan araştırmalar doğrultusunda ısı yalıtımı yapılarak enerji sarfiyatını ve çevre kirliliğini azaltmak için bir takım önlemler ve öneriler şu şekilde sıralanabilir :

- Isı yalıtımı konusunda ilgili mühendislikler bilgilendirilmeli, üniversitelerde de bu konuya gereken önem verilmelidir.
- Isı yalıtım bilincinin sadece teknik elemanlar tarafından değil kullanıcı tarafından da özümsenmesi sağlanmalıdır.
- Kaçak yapılaşmanın önüne geçilmeli ve ruhsatlı binalar için ısı yalıtımına teşvik edici kolaylıklar getirilmelidir.
- Detay projelendirilmesi yapılırken sadece TS. 825 göz önünde bulundurmamalı ayrıca yapı fiziği şartlarını, fiziksel, mekanik, kimyasal sorunları, genleşme, yoğuşma, su, nem yalıtımlarını ve farklı malzemelerin birbiri ile uyum sağlanmasına dikkat edilmelidir.
- Yapılan tasarımlarda estetik kaygıların getireceği yalıtım problemlerini en aza indirecek tasarımlar uygulamaya konulmalıdır.
- Belediyeler ısı yalıtımlı binalarda özel vergi indirimlerine gitmelidir.
- Isı yalıtımı üreten firmaların malzeme üretiminde özellikle ülkemizin doğal hammaddelerini kullanma yönünde çaba sarf etmelidir.
- Yapı tasarımında ısı enerjisi tasarrufu ve çevre sorunları çözülmüş olmalıdır. Doğal güneş enerjisinden maksimum düzeylerde yararlanmalı, gereksiz pencere boşluklarından kaçınılmalı, yönlendirme, hakim rüzgar, dikkate alınmalı ve güneş kontrol sistemleri geliştirilmelidir.
- Yapı taşıyıcı sisteminin dış etkilere karşı korunması, yatay taşıyıcılar yalıtılmalı, düşey taşıyıcılar içeri çekilmeli, dışta kalması zorunlu olduğunda ise ısı etkilerinden korumayı sağlayacak hesaplamalara dayanan uygun malzemelerle üretilmiş kılıflarla kaplanmalı, özellikle yatay taşıyıcı elemanların dış duvar yüzeyinde yer alması halinde taşıyıcı elemanın olanaklar ölçüsünde en dar yüzeyin dış yüze getirilmesine özen gösterilmelidir.
- Uzman olmayan kişilerin yapacakları bilinçsiz uygulamalarla binalarda enerji tasarrufu sağlanamayacağı gibi konforsuz mekanlar elde edilir. Bu yüzden

teknik elemanların yapılan işin başında durması ve kontrollerin aksatılmaması gerekir. Çizilen detayların doğru uygulanması da önemlidir.

- Yapının mimari ve statik fonksiyonuna göre yapıyı meydana getiren elemanların ısı geçirgenlik dirençlerinin yeterli olabildiği ısı yalıtımının dizilişlerinin doğru olarak sınırlanmasına dikkat edilmelidir.
- Isı yalıtımı sağlayan yapı malzemeleri yapıda kesintisiz bir şekilde uygulanmalı, ısı köprülerine fırsat verilmemelidir.

Yapılardaki ısı kayıp ve kazançları genel olarak mimari proje ve projede kullanılan yapı elemanlarının fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişiyor. Mimari projeler çizilirken ısı köprülerine neden olacak tasarımlardan mümkün olduğunca uzak durmalı ve TS. 825 ısı yalıtım hesaplarına göre detaylar düşünülmelidir. Yalıtımın uygulanma biçimi ve etkileri, proje çizilmeden önce fizibilite aşamasında ele alınmalıdır.

5. KAYNAKLAR

1. Akıncı, H. 2007. "Günümüzde Uygulanan Isı Yalıtım Malzemeleri, Özellikleri, Uygulama Teknikleri ve Fiyat Analizleri" , Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Sakarya.

2. Aksoy, M.A., Keçeciler, A., Onural, A.Ş. 2001. " Konutlarda Isı Yalıtımı Yöntemlerinde Ekonomik Uygulamalar", TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Yalıtım Kongresi, 23-24-25 Mart, Eskişehir, s.81-86.

3. Aksoy, U.T., Keleşoğlu, Ö. 2007. "Bina Kabuğu Yüzey Alanı ve Yalıtım Kalınlığının Isıtma Maliyeti Üzerinde Etkileri",Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi Dergisi, Cilt:22, No:1, s. 103-109.

4. Aşkadar, M.A. 2005. "Isı Yalıtımı ve Konutlarda Enerji Verimliliği" İzolasyon Dünyası, Sayı.55, Eylül-Ekim, s.54-58.

5. Altınışık, K. 2006. "Isı Yalıtımı", Nobel Yayın Dağıtımı, Yayın No:954, 1. Basım, Ağustos, Ankara.

6. Anonim, 2008. "Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği",Resmi Gazete.

7. Anonim, 2008. "TS. 825" Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Türk Standardı, Mayıs.

8. Anonim 2001. İzolasyon Dünyası, Teknik Dergi, Ocak Sayısı.

9. Aytaç, A., Aksoy, U.T. 2006. "Enerji Tasarrufu İçin Dış Duvarlarda Optimum Yalıtım Kalınlığı ve Isıtma Maliyeti İlişkisi", Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi Dergisi, Cilt:21, Sayı:4, s. 753-758.

10. Çengel, Y.A. 1998. "Heat Transfer", a Practical Approach, Mc Graw Hill Book.

11. Dağsöz, A.K., Işıkel, K., Bayraktar, K.G. "Yapılarda Sıcak Etkisinin Getirdiği Problemlerin Isı Yalıtımı İle Çözümü Ve Enerji Tasarrufu",IV Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Ve Sergisi, s.329-339.

12. Eriç, M. 1994. “Yapı Fiziği ve Malzemesi”, Literatür Yayınları:2, 1. Basım, Nisan, İstanbul.

13. Evcil, N. 2000. “Isı İzolasyon ve Dış Duvarların Enerji Etkin Yenilenmesi”, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

14. Gürdal, E., Acun, S. 1986. “Dış Duvarların Tasarımında Isı ve Rutubet Faktörlerinin Etkisi”, Yapı Endüstri Merkezi, İç ve Dış Duvar Malzemeleri ve Kaplama Semineri, İstanbul.

15. Incopera, F.F., DeWitt, D.P. 2001. “Isı ve Kütle Geçişinin Temelleri”, Literatür Yayınevi, 4.Ed., İstanbul.

16. Karakoç, T.H. 1997. “Enerji Ekonomisi”, Demirdöküm Yayınları.

17. Karasu, T., Büyüklü, K. 2003/5. “Çatılarda Yalıtımın Önemi ve Konutlarda Uygulama Örnekleri”, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı:427, s.112-115.

18. Karakoç, T.H., Binyıldız, E., Turan, O. 1999. “ Binalarda ve Tesisatta Isı Yalıtımı”, Eylül.

19. Koçu, N. 2000. “Yapılarda Isı Yalıtımının Enerji Tasarrufuna ve Hava Kirliliğine Etkisi”, İpek Yolu, K.T.O. Yıl.13. Sayı.145, Mart, Konya, s.25-29.

20. Koçu, N. 2002. “ Konya Çevresinde Yapılarda Isı Yalıtım Uygulamalarının TSE 825’e Göre Değerlendirilmesi ve Çevre Kirliliğine Etkisi” Makine Mühendisleri Odası, Tesisat Mühendisliği, Sayı74, Mart-Nisan, Eskişehir.

21. Koçu, N. 2007. “Isı Yalıtımsız Yapıların Atmosfer Kirliliğine ve Küresel Isınmaya Etkisi” Mimaran Dergisi Yıl.1. Sayı.2, Yaz, Konya, s.70-79.

22. Koçu, N., Dereli, M. 2008. “Yapı Cephelerini Görsel Yönden Olumsuz Olarak Etkileyen Sorunlar ve Nedenlerin Analizi”, IV. Ulusal Çatı&Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu, 13-14 Ekim, İstanbul.

23. Oğan, N. 2008. “Enerji Verimliliği Teknik Kitapçık”, İTÜ Enerji Enstitüsü ve Heinrich Böll Stiftung Derneği Türkiye Temsilciliği, 1. Baskı, İstanbul, Eylül.

24. Özenç, A. 2007. “Edirne’deki Isı Yalıtım Uygulamaları”, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

25. Özer, M. 2006. “Yapılarda Isı ve Su Yalıtımları”,İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi, İstanbul.

26. Peker, T. 2007. “Sağlık ve Yalıtım”, İzolasyon Dünyası, Sayı.64, Mart-Nisan, s.8-12.

27. Savaş, S. 2000. “T825, Binalarda Isı Yalıtım Kuralları ve Uygulama Sorunları”, Tesisat Mühendisliği, Kasım-Aralık.

28. Sezer, Ş. F. 2005. “ Türkiye’de Isı Yalıtımın Gelişimi ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtım Sistemleri”, Uludağ Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Dergisi, Cilt:10, Sayı:2, s.79-85.

29. Şengül, D., Sayın, B., Kaplan, S.A. 2005. “Su ve Isı Yalıtımının Yapılarda Uygulanmasının Gerekliliği ve Yalıtımdaki Uygulamaların Emniyet ve Ekonomi Açısından Değerlendirilmesi”, II. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi, 17-19 Kasım, İstanbul, s.457-466.

30. Thermal Insulation of Housing in Turkey (Aygün M., Kuş H.). 1994. 22nd International IAHS Symposium on Housing Construction and Financing, International Association for Housing Science, pp.42-51, Salzburg,3-7 October.

31. Toydemir, N., Gürdal, E., Tanaçan, L. 2000. “Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme”, Literatür Yayınları, İstanbul, Temmuz.

32. Yaşar, Y., Pehlevan, A., Maçka, S. 2008. “Eğimli Çatılarda Havalandırma”, 4. Ulusal Çatı& Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu”, İTÜ Mimarlık Fakültesi, 13-14 Ekim, Taşkışla, İstanbul.

33. Yılmaz, Z., Koçlar Oral, G., Manioğlu, G., 2000. "Isıtma Enerjisi Tasarrufu Açısından Bina Kabuğu Isı Yalıtım Değerinin Bina Formuna Bağlı Olarak Belirlenmesi", İTÜ Araştırma Fonu, Proje no: 985, İstanbul.

34. http://www.izomet.com.tr

39. http://building.dow.com

EKLER

6.1. EK–A.

İZMİR YAMANLAR ÖZÜRLÜLER REHABİLİTASYON MERKEZİ'NİN ISI YALITIMSIZ HESABI

(ISI İHTİYACI KİMLİK BELGESİ)

Sahibi: Özürlüler Reh. Mrk. —Misafirhane
Pafta/ Ada/ Parsel: -
Binanın Tanımı: KONUT
Semt/ İlçe/ İl: Karşıyaka/ Merkez/ İZMİR

	Müsaade edilen Maximum yıllık Isıtma enerjisi ihtiyacı	Hesaplanan Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı
A_{top} = 1900,16 m^2 **$V_{brüt}$ = 4500 m^3** **A/V = 0,422 m^{-1}** **A_n = 1400 m^2**	**Q = 11,86 kW/m^3**	**$Q_{yıl}$ = 28,23 kW/m^3**

860 x $Q_{yıl}$ / (Yakıtın alt ısıl değeri x Sistemin verimi)
860 x 28,23 / (9940 x 0,75)

Birim hacim başına tüketilecek yakıt miktarı	**3,26 kg /m^3**

Yıllık tüketilecek yakıt miktarı	**14,67 ton**

Önemli not: Buradaki hesaplama sonucu elde edilen yakıt miktarı, binanın TS. 825!deki kabullerine göre yalıtılması sonucu elde edilmektedir. Yerleşim birimlerindeki iklimsel koşullara uygun değişiklik gösterebilecek olan bu değer her zaman gerçek tüketimi vermeyebilir.

A_{top} =Dış duvar, tavan, taban/döşeme pencere kapı vb. yapı bileşenlerinin ısı kaybeden yüzey alanlarının toplamı dış ölçülerine göre bulunur. Birimi m^2 dir.
$V_{brüt}$ =Binayı çevreleyen dış kabuğun ölçülerine göre hacmidir. Birimi m^3 dir.
A/V =Isı kaybeden toplam yüzeyin (A_{top}) ısıtılmış yapı hacmine ($V_{brüt}$) oranıdır. Birimi m^{-1} dir.
Q = A/V oranına bağlı olarak müsaade edilen maximum yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacıdır. Birimi kW/m^3, kW/m^2 dir.
$Q_{yıl}$ = Bu bina için hesaplanmış olan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı. Birimi kW/m^3, kW/m^2 dir.
A_n = Binanın net kullanım alanıdır. (A_n = 0,32 x $V_{brüt}$ formülü ile hesaplanır.)

Bölge No: 1
Havalandırma Tipi: Doğal Havalandırma
Bina Tipi: Okul, konut, normal, donanımlı binalar vb.
Ortam İç Sıcaklık (Ti): 19 °C
Kat Yüksekliği: 290cm
Havalandırma Kayıpları (Hh): 1188 W/K
İletim Kayıpları (H): 4136,202 W/K
Hava Değişim Debisi (nh): 1
$V_{brüt}$: 4500 m^3
A_{top} :1900,16 m^2
A/V : 0,422

Bu binanın A/V'ye göre olması gereken maksimum ısıtma enerjisi ihtiyacı: 11,86 KW/m^3

BİNANIN ÖZGÜL ISI KAYBI HESABI

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Eleman. Kalınlığı d (m)	Isı İletkenlik Hesap Değeri λ_h (W/mK)	d / λ_h (m^2K/W)	Isı İletkenlik Katsayısı U (W/ m^2K)	Isı Kaybeden Yüzey A (m^2)	Isı Kaybı A x U (W/K)
BRİKET DUVAR			**0**	**1,005**	**267**	**268,342**

- İç yüzey film katsayısı
- Kireç harcı, kireç-çimento harcı
- 3 sıra boşluklu; genişlik < 300mm
- Çimento harcı
- Dış yüzey film katsayısı

BETON DUVAR (Kolon-kiriş-perde)	**0,343**	**2,915**	**194**	**565,598**

- İç yüzey film katsayısı
- Kireç harcı, kireç-çimento harcı
- Donatılı beton
- Çimento harcı
- Dış yüzey film katsayısı

TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR	**0,312**	**3,205**	**83**	**266,026**

- İç yüzey film katsayısı
- Kireç harcı, kireç-çimento harcı
- Donatılı beton
- Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri
- Dış yüzey film katsayısı

TERAS ÇATI (Yürünmeyen)	0,383	2,611	530	1107,05

- İç yüzey film katsayısı
- Kireç harcı, kireç-çimento harcı
- Donatılı beton
- Şap
- Mastik asfalt kaplama > 7mm
- Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri
- Kum, çakıl, kırma taş(mıcır)
- Dış yüzey film katsayısı

DÖŞEME ZEMİN	0,597	1,675	530	443,886

- İç yüzey film katsayısı
- Seramik yer karoları
- Çimento harcı
- Tesviye betonu
- Donatılı beton
- Grobeton
- Kum, çakıl, kırma taş(mıcır)
- Dış yüzey film katsayısı

KAPI	0	5,5	9	49,5

PENCERE	0	5	84,92	424,6

CAM PANEL CEPHE	0	5	178,54	892,7

CAM TUĞLA	0	5	23,7	118,5

Yapı elemanlarından iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı: 5324,202 W/K

$H = H_i + H_h$

H_i = 5324,202 W/K
H_h = 1188 W/K
H = 6512,202 W/K

YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç kullanım faktörü	Isıtma enerjisi ihtiyacı
	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı kayıpları	İç ısı kazancı	Güneş enerjisi kazancı	Toplam			
	$H = H_i + H_h$ (W/K)	$T = T_i - T_d$ (K, C)	$H(T_i - T_d)$ (W)	Φi (W)	Φg (W)	$\Phi T = \Phi i + \Phi g$ (W)	Γ (-)	n_{ay}	Q_{ay} (kj)
Ocak	5324,202	11	58566	7200	5108	12308	0,21	0,991	120.185.856
Şubat		9,7	51644		6430	13630	0,264	0,977	99.343.584
Mart		7,5	39931		8043	15243	0,382	0,927	66.873.600
Nisan		3,3	17569		8518	15718	0,895	0,673	18.118.080
Mayıs		0	0		10071	17271	0	0	0
Haziran		0	0		10575	17775	0	0	0
Temmuz		0	0		10303	17503	0	0	0
Ağustos		0	0		9639	16839	0	0	0
Eylül		0	0		8128	15328	0	0	0
Ekim		0,9	4791		6534	13734	2,867	0,294	0
Kasım		5,7	30347		4902	12102	0,399	0,918	49.862.304
Aralık		9,6	51112		4461	11661	0,228	0,988	102.617.280

$Q_{yıl}$ = 457.000.704

$Q_{yıl}$ = 0,278 x 1/100 x 457.000.704 = 127046,196 kWh

Bu bina için sınırlandırılan enerji miktarı Q' = 11,86 kW/m^3

Bu bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı Q = 28,23 kW/m^3

- **Q < Q' olduğundan bu bina için yapılmış olan ısı yalıtım projesi standarda uygun değildir.**

İZMİR YAMANLAR ÖZÜRLÜLER REHABİLİTASYON MERKEZİ'NİN ISI YALITIM HESABI

(ISI İHTİYACI KİMLİK BELGESİ)

Sahibi: Özürlüler Reh. Mrk. —Misafirhane
Pafta/ Ada/ Parsel: -
Binanın Tanımı: KONUT
Semt/ İlçe/ İl: Karşıyaka/ Merkez/ İZMİR

	Müsaade edilen Maximum yıllık Isıtma enerjisi ihtiyacı	Hesaplanan Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı
A_{top} = 1900,16 m^2 **$V_{brüt}$ = 4500 m^3** **A/V = 0,422 m^{-1}** **A_n = 1400 m^2**	**Q = 11,86 kW/m^3**	**$Q_{yıl}$ = 11,03 kW/m^3**

860 x $Q_{yıl}$ / (Yakıtın alt ısıl değeri x Sistemin verimi)
860 x 11,03 / (9940 x 0,75)

Birim hacim başına tüketilecek yakıt miktarı	**1,27 kg /m^3**

Yıllık tüketilecek yakıt miktarı	**5,72 ton**

Önemli not: Buradaki hesaplama sonucu elde edilen yakıt miktarı, binanın TS. 825!deki kabullerine göre yalıtılması sonucu elde edilmektedir. Yerleşim birimlerindeki iklimsel koşullara uygun değişiklik gösterebilecek olan bu değer her zaman gerçek tüketimi vermeyebilir.

A_{top} =Dış duvar, tavan, taban/döşeme pencere kapı vb. yapı bileşenlerinin ısı kaybeden yüzey alanlarının toplamı dış ölçülerine göre bulunur. Birimi m^2 dir.
$V_{brüt}$ =Binayı çevreleyen dış kabuğun ölçülerine göre hacmidir. Birimi m^3 dir.
A/V =Isı kaybeden toplam yüzeyin (A_{top}) ısıtılmış yapı hacmine ($V_{brüt}$) oranıdır. Birimi m^{-1} dir.
Q = A/V oranına bağlı olarak müsaade edilen maximum yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacıdır. Birimi kW/m^3, kW/m^2 dir.
$Q_{yıl}$ = Bu bina için hesaplanmış olan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı. Birimi kW/m^3, kW/m^2 dir.
A_n = Binanın net kullanım alanıdır. (A_n = 0,32 x $V_{brüt}$ formülü ile hesaplanır.)

Bölge No: 1
Havalandırma Tipi: Doğal Havalandırma
Bina Tipi: Okul, konut, normal, donanımlı binalar vb.
Ortam İç Sıcaklık (Ti): 19 °C
Kat Yüksekliği: 290cm
Havalandırma Kayıpları (Hh): 1188 W/K
İletim Kayıpları (H): 1577,108 W/K
Hava Değişim Debisi (nh): 1
$V_{brüt}$: 4500 m^3
A_{top} :1900,16 m^2
A/V : 0,422

Bu binanın A/V'ye göre olması gereken maksimum ısıtma enerjisi ihtiyacı: 11,86 KW/m^3

TOPRAK TEMASLI DUVAR UYGULAMALARINDA;

YAPI ELEMANLARI	**KALINLIK (m)**	**ISIL İLETKENLİK (W/mK)**	**d/λ , 1/α**
Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,17
Kireç harcı , kireç-çimento harcı	0,02	0,87	0,023
Normal beton, (TS 500'e uygun),doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,3	2,1	0,143
Su yalıtım membranı (Çift kat)	0,005	0,19	0,026
Yüzeyi pürüzlü veya pürüzlü ve kanallı levhalar (XPS)	0,025	0,031	0,806
Yatay delikli tuğlalarla duvarlar – TS4563 (baskı duvarı)	0,085	0,45	0,18
Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (Dış)			-
		TOPLAM	**0,729 W/m^2K**

DUVAR UYGULAMALARINDA;

YAPI ELEMANLARI	**KALINLIK (m)**	**ISIL İLETKENLİK (W/mK)**	**d/λ , 1/α**
Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13
Kireç harcı , kireç-çimento harcı	0,02	0,87	0,023
Briket	0,3	0,3	1,0
Çimento harcı	0,03	1,4	0,021
Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (Dış)			0,04
		TOPLAM	**0,869 W/m^{2}K**

BETON DUVAR UYGULAMALARINDA; (DIŞ KOLON-KİRİŞ YÜZEYLERDE)

YAPI ELEMANLARI	**KALINLIK (m)**	**ISIL İLETKENLİK (W/mK)**	**d/λ , 1/α**
Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13
Kireç harcı , kireç-çimento harcı	0,02	0,87	0,023
Normal beton, (TS 500'e uygun),doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,3	2,1	0,143
Yüzeyi pürüzlü veya pürüzlü ve kanallı levhalar (XPS)	0,03	0,031	0,968
Çimento harcı	0,03	1,4	0,021
Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (Dış)			0,04
		TOPLAM	**0,763 W/m^{2}K**

TERAS (YÜRÜNMEYEN) ÇATI UYGULAMASI;

YAPI ELEMANLARI	KALINLIK (m)	ISIL İLETKENLİK (W/mK)	d/λ , 1/α
Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13
Kireç harcı , kireç-çimento harcı	0,02	0,87	0,023
Normal beton, (TS 500'e uygun),doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,15	2,1	0,071
Eğim betonu	0,03	1,047	0,029
Mastik asfalt kaplama >7mm	0,002	0,7	0,003
Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0,003	0,19	0,016
Filtre elamanı (PVC folyo)	0,001	0,19	0,005
Yüzeyi düzgün ciltli levhalar (XPS) Foambord1500	0,04	0,028	1,429
Ayırıcı keçe, yün	0,01	0,052	0,192
Çakıl	0,05	0,7	0,071
Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (Dış)			0,04
		TOPLAM	**0,498 W/m^{2}K**

TOPRAĞA OTURAN DÖŞEME UYGULAMASI;

YAPI ELEMANLARI	KALINLIK (m)	ISIL İLETKENLİK (W/mK)	d/λ , 1/α
Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,17
Döşeme kaplaması	0,03	3,5	0,009
Yapıştırma Harcı	0,02	1,4	0,014
Tesviye betonu	0,03	1,047	0,029
Donatılı beton	0,1	2,1	0,048
Grobeton	0,10	1,047	0,096
Kömür Curufu	0,15	0,23	0,652
Kum, çakıl, kırma taş (mıcır)	0,15	0,7	0,214
Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (Dış)			
		TOPLAM	**0,812 W/m^{2}K**

BİNANIN ÖZGÜL ISI KAYBI HESABI

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Eleman. Kalınlığı d (m)	Isı İletkenlik Hesap Değeri λ_h (W/mK)	d / λ_h (m^2K/W)	Isı İletkenlik Katsayısı U (W/ m^2K)	Isı Kaybeden Yüzey A (m^2)	Isı Kaybı A x U (W/K)
BRİKET DUVAR			**0**	**1,005**	**267**	**268,342**

- İç yüzey film katsayısı
- Kireç harcı, kireç-çimento harcı
- 3 sıra boşluklu; genişlik < 300mm
- Çimento harcı
- Dış yüzey film katsayısı

YOĞUŞMA ÇİZELGESİ

Tabaka	Tabaka kalınlığı	Su buharı difüzyon direnç katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Isı iletkenlik hesap değeri	Yüzeysel ısıl iletim direnci, malzemenin ısıl direnci	Sıcaklık	Doymuş su buharı basıncı
İç yüzey film katsayısı			0		0,13	20	2340
Kireç harcı	0,02	15	0,3	0,87	0,023	16,08	1829
3 sıra boşluklu <300mm	0,25	5	1,55	0,32	0,781	15,387	1750
Çimento harcı	0,03	15	2	1,4	0,021	-8,16	306
Dış yüzey film katsayısı					0,04		
						-8,794	290

Toplam Sd (m):2 **U (W/ m^2K) :1,005** **q(W/ m^2) : 30,15**

SONUÇ: Sistemin su buharlaştırabilme kabiliyeti yoğuşan su miktarından büyük olduğundan ve yoğuşma suyu miktarı 1 kg/ m^2 dan az olduğu için TS. 825 madde:9.2.5.2.1 c ile uyumludur.

BETON DUVAR (Kolon-kiriş-perde)	**1,311**	**0,763**	**194**	**147,979**

- İç yüzey film katsayısı
- Kireç harcı, kireç-çimento harcı
- Donatılı beton
- Yüzeyi pürüzlü veya pürüzlü ve kanallı levhalar
- Çimento harcı
- Dış yüzey film katsayısı

YOĞUŞMA ÇİZELGESİ

Tabaka	Tabaka kalınlığı	Su buharı difüzyon direnç katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Isı iletkenlik hesap değeri	Yüzeysel ısıl iletim direnci, malzemenin ısıl direnci	Sıcaklık	Doymuş su buharı basıncı
İç yüzey film katsayısı			0		0,13	20	2340
Kireç harcı	0,02	15	0,3	0,87	0,023	17,024	1942
Donatılı beton	0,3	70	21,3	2,1	0,143	16,498	1878
Yüzeyi pürüzlü veya ….	0,03	80	23,7	0,031	0,968	13,225	1522
Çimento harcı	0,01	15	23,85	1,4	0,007	-8,933	286
Dış yüzey film katsayısı					0,04		
						-9,084	282

Toplam Sd (m):23,85 **U (W/ m^2K) :0,763** **q(W/ m^2) : 22,89**

SONUÇ: Bu yapı bileşeninin hiçbir bölgesinde yoğuşma gerçekleşmemiştir.

TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR	**1,405**	**0,712**	**83**	**59,075**

- İç yüzey film katsayısı
- Kireç harcı, kireç-çimento harcı
- Donatılı beton
- Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri
- Cam tülü armatürlü bitümlü pestil
- Yüzeyi düzgün levhalar
- Yatay delikli tuğlalarla duvarlar (TS. 4563)
- Dış yüzey film katsayısı

TERAS ÇATI (Yürünmeyen)	**2,009**	**0,498**	**530**	**211,05**

- İç yüzey film katsayısı
- Kireç harcı, kireç-çimento harcı
- Donatılı beton
- Şap
- Mastik asfalt kaplama > 7mm
- Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri
- Pvc örtü
- Yüzeyi düzgün levhalar
- Keçe, yün
- Kum, çakıl, kırma taş(mıcır)
- Dış yüzey film katsayısı

YOĞUŞMA ÇİZELGESİ

Tabaka	Tabaka kalınlığı	Su buharı difüzyon direnç katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Isı iletkenlik hesap değeri	Yüzeysel ısıl iletim direnci, malzemenin ısıl direnci	Sıcaklık	Doymuş su buharı basıncı
İç yüzey film katsayısı			0		0,13	20	2340
Kireç harcı	0,02	15	0,3	0,87	0,023	18,058	2072
Donatılı beton	0,15	70	10,8	2,1	0,071	17,714	2028
Şap	0,03		10,8	1,047	0,029	16,653	1897
Mastik asfalt kap.	0,002	50000	110,8	0,7	0,003	16,22	1845
Poli.bitümlü su yalıtım..	0,003	20000	170,8	0,19	0,016	16,175	1840
PCV örtü	0,001	42000	212,8	0,19	0,005	15,936	1812
Yüzeyi pürüzlü veya	0,04	80	216	0,028	1,429	15,861	1804
Keçe,yün	0,01		216	0,052	0,192	-5,488	386
Kum, çakıl, kırma taş	0,05	1	216,5	0,7	0,071	-8,356	301
Dış yüzey film katsayısı					0,04		
						-9,402	275

Toplam Sd (m):216,05 **U (W/ m^2K) :**0,498 **q(W/ m^2) :** 14,94

SONUÇ: Bu yapı bileşeninin hiçbir bölgesinde yoğuşma gerçekleşmemiştir.

DÖŞEME ZEMİN	**1,249**	**0,801**	**530**	**212,17**

- İç yüzey film katsayısı
- Seramik yer karoları
- Çimento harcı
- Tesviye betonu
- Donatılı beton
- Grobeton
- Kömür curufu
- Kum, çakıl, kırma taş(mıcır)
- Dış yüzey film katsayısı

KAPI	**0**	**4**	**9**	**36**

PENCERE	**0**	**3**	**84,92**	**254,76**

Doğu Grubu Pencereleri Isı geçirgenlik katsayısı (U) :3 Isı ileten pencere alanı :8,1 m^2 Gölgelenme faktörü :0,8 Güneş geçirme faktörü :0,75	**Batı Grubu Pencereleri** Isı geçirgenlik katsayısı (U) :3 Isı ileten pencere alanı :0 Gölgelenme faktörü :0,8 Güneş geçirme faktörü :0,75
Kuzey Grubu Pencereleri Isı geçirgenlik katsayısı (U) :3 Isı ileten pencere alanı :38,41 m^2 Gölgelenme faktörü :0,8 Güneş geçirme faktörü :0,75	**Batı Grubu Pencereleri** Isı geçirgenlik katsayısı (U) :3 Isı ileten pencere alanı : 38,41 m^2 Gölgelenme faktörü :0,8 Güneş geçirme faktörü :0,75

Toplam pencere alanı:84,92 m^2
İç ısı kazancı: 254,76

CAM PANEL CEPHE	0	1,8	178,54	321,372

Doğu Grubu Pencereleri	**Batı Grubu Pencereleri**
Isı geçirgenlik katsayısı (U) :3	Isı geçirgenlik katsayısı (U) :1,8
Isı ileten pencere alanı :0	Isı ileten pencere alanı :70,54 m^2
Gölgelenme faktörü :0,8	Gölgelenme faktörü :0,8
Güneş geçirme faktörü :0,5	Güneş geçirme faktörü :0,5

Kuzey Grubu Pencereleri	**Batı Grubu Pencereleri**
Isı geçirgenlik katsayısı (U) :1,8	Isı geçirgenlik katsayısı (U) :1,8
Isı ileten pencere alanı :42 m^2	Isı ileten pencere alanı : 66 m^2
Gölgelenme faktörü :0,8	Gölgelenme faktörü :0,8
Güneş geçirme faktörü :0,5	Güneş geçirme faktörü :0,5

Toplam pencere alanı:178,54 m^2
İç ısı kazancı: 321,372

CAM TUĞLA	0	2,8	23,7	66,36

Doğu Grubu Pencereleri	**Batı Grubu Pencereleri**
Isı geçirgenlik katsayısı (U) :2,8	Isı geçirgenlik katsayısı (U) :2,8
Isı ileten pencere alanı :0	Isı ileten pencere alanı :0
Gölgelenme faktörü :0,8	Gölgelenme faktörü :0,8
Güneş geçirme faktörü :0,75	Güneş geçirme faktörü :0,75

Kuzey Grubu Pencereleri	**Batı Grubu Pencereleri**
Isı geçirgenlik katsayısı (U) :2,8	Isı geçirgenlik katsayısı (U) :2,8
Isı ileten pencere alanı :23,7 m^2	Isı ileten pencere alanı : 0
Gölgelenme faktörü :0,8	Gölgelenme faktörü :0,8
Güneş geçirme faktörü :0,75	Güneş geçirme faktörü :0,75

Toplam pencere alanı:23,7 m^2

İç ısı kazancı: 66,36

Yapı elemanlarından iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı:
2765,108 W/K

$\underline{H = H_i + H_h}$

H_i = 2765,108 W/K
H_h = 1188 W/K
H = 3953,108 W/K

YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç kullanım faktörü	Isıtma enerjisi ihtiyacı
	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı kayıpları	İç ısı kazancı	Güneş enerjisi kazancı	Toplam			
	$H = H_i + H_h$ (W/K)	$T = T_i - T_d$ (K, C)	$H(T_i - T_d)$ (W)	Φi (W)	Φg (W)	$\Phi T = \Phi i + \Phi g$ (W)	Γ (-)	n_{ay}	Q_{ay} (kj)
Ocak	2765,108	11	30416	7200	5108	12308	0,405	0,915	49.647.168
Şubat		9,7	26821		6430	13630	0,508	0,86	39.136.608
Mart		7,5	20738		8043	15243	0,735	0,743	24.395.904
Nisan		3,3	9124		8518	15718	1,723	0,44	5.723.136
Mayıs		0	0		10071	17271	0	0	0
Haziran		0	0		10575	17775	0	0	0
Temmuz		0	0		10303	17503	0	0	0
Ağustos		0	0		9639	16839	0	0	0
Eylül		0	0		8128	15328	0	0	0
Ekim		0,9	2488		6534	13734	5,52	0,166	0
Kasım		5,7	15761		4902	12102	0,768	0,728	18.014.400
Aralık		9,6	26545		4461	11661	0,439	0,898	41.661.216

$Q_{yıl}$ = 178.578.432

$Q_{yıl}$ = 0,278 x 1/100 x 178.578.432= 49644,804 kWh

Bu bina için sınırlandırılan enerji miktarı Q' = 11,86 kW/m^3

Bu bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı Q = 11,,03 kW/m^3

- **Q < Q' olduğundan bu bina için yapılmış olan ısı yalıtım projesi standarda uygundur.**

6.2. EK–B.

İZMİR YAMANLAR ÖZÜRLÜLER REHABİLİTASYON MERKEZİ'NİN ISI YALITIMSIZ HESABI

(ISI İHTİYACI KİMLİK BELGESİ)

Sahibi: Özürlüler Reh. Mrk. —Misafirhane
Pafta/ Ada/ Parsel: -
Binanın Tanımı: İŞYERİ
Semt/ İlçe/ İl: Karşıyaka/ Merkez/ İZMİR

	Müsaade edilen Maximum yıllık Isıtma enerjisi ihtiyacı	Hesaplanan Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı
A_{top} = 12476 m^2 **$V_{brüt}$ = 23500 m^3** **A/V = 0,531 m^{-1}** **A_n = 7520 m^2**	**Q = 13,48 kW/m^3**	**$Q_{yıl}$ = 32,5 kW/m^3**

860 x $Q_{yıl}$ / (Yakıtın alt ısıl değeri x Sistemin verimi)
860 x 32,5 / (9940 x 0,75)

Birim hacim başına tüketilecek yakıt miktarı	**3,75 kg /m^3**

Yıllık tüketilecek yakıt miktarı	**88,12 ton**

Önemli not: Buradaki hesaplama sonucu elde edilen yakıt miktarı, binanın TS. 825!deki kabullerine göre yalıtılması sonucu elde edilmektedir. Yerleşim birimlerindeki iklimsel koşullara uygun değişiklik gösterebilecek olan bu değer her zaman gerçek tüketimi vermeyebilir.

A_{top} =Dış duvar, tavan, taban/döşeme pencere kapı vb. yapı bileşenlerinin ısı kaybeden yüzey alanlarının toplamı dış ölçülerine göre bulunur. Birimi m^2 dir.
$V_{brüt}$ =Binayı çevreleyen dış kabuğun ölçülerine göre hacmidir. Birimi m^3 dir.
A/V =Isı kaybeden toplam yüzeyin (A_{top}) ısıtılmış yapı hacmine ($V_{brüt}$) oranıdır. Birimi m^{-1} dir.
Q = A/V oranına bağlı olarak müsaade edilen maximum yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacıdır. Birimi kW/m^3, kW/m^2 dir.
$Q_{yıl}$ = Bu bina için hesaplanmış olan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı. Birimi kW/m^3, kW/m^2 dir.
A_n = Binanın net kullanım alanıdır. (A_n = 0,32 x $V_{brüt}$ formülü ile hesaplanır.)

Bölge No: 1
Havalandırma Tipi: Doğal Havalandırma
Bina Tipi: Okul, konut, normal, donanımlı binalar vb.
Ortam İç Sıcaklık (Ti): 19 °C
Kat Yüksekliği: 420cm
Havalandırma Kayıpları (Hh): 6204 W/K
İletim Kayıpları (H): 22313,93 W/K
Hava Değişim Debisi (nh): 1
$V_{brüt}$: 23500 m^3
A_{top} :12476 m^2
A/V : 0,531

Bu binanın A/V'ye göre olması gereken maksimum ısıtma enerjisi ihtiyacı:
13,48 KW/m^3

BİNANIN ÖZGÜL ISI KAYBI HESABI

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Eleman. Kalınlığı d (m)	Isı İletkenlik Hesap Değeri λ_h (W/mK)	d / λ_h (m^2K/W)	Isı İletkenlik Katsayısı U (W/ m^2K)	Isı Kaybeden Yüzey A (m^2)	Isı Kaybı A x U (W/K)
BRİKET DUVAR			**0**	**1,005**	**1723**	**731,658**

- İç yüzey film katsayısı
- Kireç harcı, kireç-çimento harcı
- 3 sıra boşluklu; genişlik < 300mm
- Çimento harcı
- Dış yüzey film katsayısı

BETON DUVAR (Kolon-kiriş-perde)	**0**	**0,763**	**1728**	**318,078**

- İç yüzey film katsayısı
- İç yüzey film katsayısı
- Kireç harcı, kireç-çimento harcı
- Kireç harcı, kireç-çimento harcı
- Donatılı beton
- Çimento harcı
- Dış yüzey film katsayısı

TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR	**0,312**	**3,205**	**361**	**157,051**

- İç yüzey film katsayısı
- Kireç harcı, kireç-çimento harcı
- Donatılı beton
- Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri
- Dış yüzey film katsayısı

TERAS ÇATI (Yürünmeyen)	**0**	**0,498**	**4093**	**629,866**

- İç yüzey film katsayısı
- Kireç harcı, kireç-çimento harcı
- Donatılı beton
- Şap
- Mastik asfalt kaplama > 7mm
- Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri
- Kum, çakıl, kırma taş(mıcır)
- Dış yüzey film katsayısı

DÖŞEME ZEMİN	**0**	**0,801**	**4093**	**638,511**

- İç yüzey film katsayısı
- Seramik yer karoları
- Çimento harcı
- Tesviye betonu
- Donatılı beton
- Grobeton
- Kum, çakıl, kırma taş(mıcır)
- Dış yüzey film katsayısı

DIŞ KAPI	**0**	**5,5**	**40**	**220**

PENCERE	**0**	**5**	**438**	**2190**

Yapı elemanlarından iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı:
28517,93 W/K

$H = H_i + H_h$

H_i = 28517,93 W/K
H_h = 6204 W/K
H = 34721,93 W/K

YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç kullanım faktörü	Isıtma enerjisi ihtiyacı
	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı kayıpları	İç ısı kazancı	Güneş enerjisi kazancı	Toplam			
	$H = H_i + H_h$ (W/K)	$T = T_i - T_d$ (K, C)	$H(T_i - T_d)$ (W)	Φi (W)	Φg (W)	$\Phi T = \Phi i + \Phi g$ (W)	Γ (-)	n_{ay}	Q_{ay} (kj)
Ocak	28517,93	11	313697	37600	8884	46484	0,148	0,999	692.735.328
Şubat		9,7	276623		11312	48912	0,177	0,996	590.732.352
Mart		7,5	213884		14267	51867	0,243	0,984	422.096.832
Nisan		3,3	94109		15411	53011	0,563	0,831	129.745.152
Mayıs		0	0		18038	55638	0	0	0
Haziran		0	0		18872	56472	0	0	0
Temmuz		0	0		18421	56021	0	0	0
Ağustos		0	0		17227	54827	0	0	0
Eylül		0	0		14548	52148	0	0	0
Ekim		0,9	25666		11584	49184	1,916	0,407	14.639.616
Kasım		5,7	162552		8637	46237	0,284	0,97	305.083.584
Aralık		9,6	273772		7738	45338	0,166	0,998	592.334.208

$Q_{yıl}$ = 2.747.367.072

$Q_{yıl}$ = 0,278 x 1/100 x 2.747.367.072 = 763768,046 kWh

Bu bina için sınırlandırılan enerji miktarı Q' = 13,48 kW/m^3

Bu bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı Q = 32,5 kW/m^3

- **Q < Q' olduğundan bu bina için yapılmış olan ısı yalıtım projesi standarda uygun değildir.**

İZMİR YAMANLAR ÖZÜRLÜLER REHABİLİTASYON MERKEZİ'NİN ISI YALITIM HESABI

(ISI İHTİYACI KİMLİK BELGESİ)

Sahibi: Özürlüler Reh. Mrk. —Misafirhane
Pafta/ Ada/ Parsel: -
Binanın Tanımı: İŞYERİ
Semt/ İlçe/ İl: Karşıyaka/ Merkez/ İZMİR

	Müsaade edilen Maximum yıllık Isıtma enerjisi ihtiyacı	Hesaplanan Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı
A_{top} = 12476 m^2 **$V_{brüt}$ = 23500 m^3** **A/V = 0,531 m^{-1}** **A_n = 7520 m^2**	**Q = 13,48 kW/m^3**	**$Q_{yıl}$ = 12,85 kW/m^3**

860 x $Q_{yıl}$ / (Yakıtın alt ısıl değeri x Sistemin verimi)
860 x 12,85 / (9940 x 0,75)

Birim hacim başına tüketilecek yakıt miktarı	**1,48 kg /m^3**
Yıllık tüketilecek yakıt miktarı	**34,78 ton**

Önemli not: Buradaki hesaplama sonucu elde edilen yakıt miktarı, binanın TS. 825!deki kabullerine göre yalıtılması sonucu elde edilmektedir. Yerleşim birimlerindeki iklimsel koşullara uygun değişiklik gösterebilecek olan bu değer her zaman gerçek tüketimi vermeyebilir.

A_{top} =Dış duvar, tavan, taban/döşeme pencere kapı vb. yapı bileşenlerinin ısı kaybeden yüzey alanlarının toplamı dış ölçülerine göre bulunur. Birimi m^2 dir.
$V_{brüt}$ =Binayı çevreleyen dış kabuğun ölçülerine göre hacmidir. Birimi m^3 dir.
A/V =Isı kaybeden toplam yüzeyin (A_{top}) ısıtılmış yapı hacmine ($V_{brüt}$) oranıdır. Birimi m^{-1} dir.
Q = A/V oranına bağlı olarak müsaade edilen maximum yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacıdır. Birimi kW/m^3, kW/m^2 dir.
$Q_{yıl}$ = Bu bina için hesaplanmış olan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı. Birimi kW/m^3, kW/m^2 dir.
A_n = Binanın net kullanım alanıdır. (A_n = 0,32 x $V_{brüt}$ formülü ile hesaplanır.)

Bölge No: 1
Havalandırma Tipi: Doğal Havalandırma
Bina Tipi: Okul, konut, normal, donanımlı binalar vb.
Ortam İç Sıcaklık (Ti): 19 °C
Kat Yüksekliği: 420cm
Havalandırma Kayıpları (Hh): 6204 W/K
İletim Kayıpları (H): 8066,013 W/K
Hava Değişim Debisi (nh): 1
$V_{brüt}$: 23500 m^3
A_{top} :12476 m^2
A/V : 0,531

Bu binanın A/V'ye göre olması gereken maksimum ısıtma enerjisi ihtiyacı:
13,48 KW/m^3

BİNANIN ÖZGÜL ISI KAYBI HESABI

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Eleman. Kalınlığı d (m)	Isı İletkenlik Hesap Değeri λ_h (W/mK)	d / λ_h (m^2K/W)	Isı İletkenlik Katsayısı U (W/ m^2K)	Isı Kaybeden Yüzey A (m^2)	Isı Kaybı A x U (W/K)
BRİKET DUVAR			**0,995**	**1,005**	**1723**	**731,658**

- İç yüzey film katsayısı
- Kireç harcı, kireç-çimento harcı
- 3 sıra boşluklu; genişlik < 300mm
- Çimento harcı
- Dış yüzey film katsayısı

BETON DUVAR (Kolon-kiriş-perde)	**1,311**	**0,763**	**1728**	**318,078**

- İç yüzey film katsayısı
- İç yüzey film katsayısı
- Kireç harcı, kireç-çimento harcı
- Kireç harcı, kireç-çimento harcı
- Donatılı beton
- Yüzeyi pürüzlü veya pürüzlü ve kanallı levhalar
- Çimento harcı
- Dış yüzey film katsayısı

TOPRAĞA TEMAS EDEN DUVAR	**1,318**	**0,759**	**361**	**273,9**

- İç yüzey film katsayısı
- Kireç harcı, kireç-çimento harcı
- Donatılı beton
- Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri
- Cam tülü armatürlü bitümlü pestil
- Yüzeyi pürüzlü veya pürüzlü ve kanallı levhalar
- Yatay delikli tuğlalarla duvarlar (TS. 4563)
- Dış yüzey film katsayısı

TERAS ÇATI (Yürünmeyen)	2,009	0,498	4093	629,866

- İç yüzey film katsayısı
- Kireç harcı, kireç-çimento harcı
- Donatılı beton
- Şap
- Mastik asfalt kaplama > 7mm
- Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri
- PVC örtü
- Yüzeyi düzgün levhalar
- Keçe, yün
- Kum, çakıl, kırma taş(mıcır)
- Dış yüzey film katsayısı

DÖŞEME ZEMİN	1,249	0,801	4093	638,511

- İç yüzey film katsayısı
- Seramik yer karoları
- Çimento harcı
- Tesviye betonu
- Donatılı beton
- Grobeton
- Kömür curufu
- Kum, çakıl, kırma taş(mıcır)
- Dış yüzey film katsayısı

DIŞ KAPI	0	4	40	160

PENCERE	0	3	438	1314

Doğu Grubu Pencereleri	**Batı Grubu Pencereleri**
Isı geçirgenlik katsayısı (U) :3	Isı geçirgenlik katsayısı (U) :3
Isı ileten pencere alanı :16 m^2	Isı ileten pencere alanı :16
Gölgelenme faktörü :0,8	Gölgelenme faktörü :0,8
Güneş geçirme faktörü :0,75	Güneş geçirme faktörü :0,75

Kuzey Grubu Pencereleri	**Batı Grubu Pencereleri**
Isı geçirgenlik katsayısı (U) :3	Isı geçirgenlik katsayısı (U) :3
Isı ileten pencere alanı :263 m^2	Isı ileten pencere alanı : 143 m^2
Gölgelenme faktörü :0,8	Gölgelenme faktörü :0,8
Güneş geçirme faktörü :0,75	Güneş geçirme faktörü :0,75

Toplam pencere alanı:438 m^2
İç ısı kazancı: 1314

Yapı elemanlarından iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı:
14270,013 W/K

$H = H_i + H_h$
H_i = 14270,013 W/K
H_h = 6204 W/K
H = 20474,013W/K

YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç kullanım faktörü	Isıtma enerjisi ihtiyacı
	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı kayıpları	İç ısı kazancı	Güneş enerjisi kazancı	Toplam			
	$H = H_i + H_h$ (W/K)	$T = T_i - T_d$ (K, C)	$H(T_i - T_d)$ (W)	Φi (W)	Φg (W)	$\Phi T = \Phi i + \Phi g$ (W)	Γ (-)	n_{ay}	Q_{ay} (kj)
Ocak	14270,013	11	156970	37600	8884	46484	0,296	0,966	290.475.070
Şubat		9,7	138419		11312	48912	0,353	0,941	239.480.066
Mart		7,5	107025		14267	51867	0,485	0,873	160.043.045
Nisan		3,3	47091		15411	53011	1,126	0,589	41.127.264
Mayıs		0	0		18038	55638	0	0	0
Haziran		0	0		18872	56472	0	0	0
Temmuz		0	0		18421	56021	0	0	0
Ağustos		0	0		17227	54827	0	0	0
Eylül		0	0		14548	52148	0	0	0
Ekim		0,9	12843		11584	49184	3,83	0,23	0
Kasım		5,7	81339		8637	46237	0,568	0,828	111.595.965
Aralık		9,6	136992		7738	45338	0,331	0,951	243.324.000

$Q_{yıl}$ = 1.086.045.408

$Q_{yıl}$ = 0,278 x 1/100 x 1.086.045.408 = 301920,623 kWh

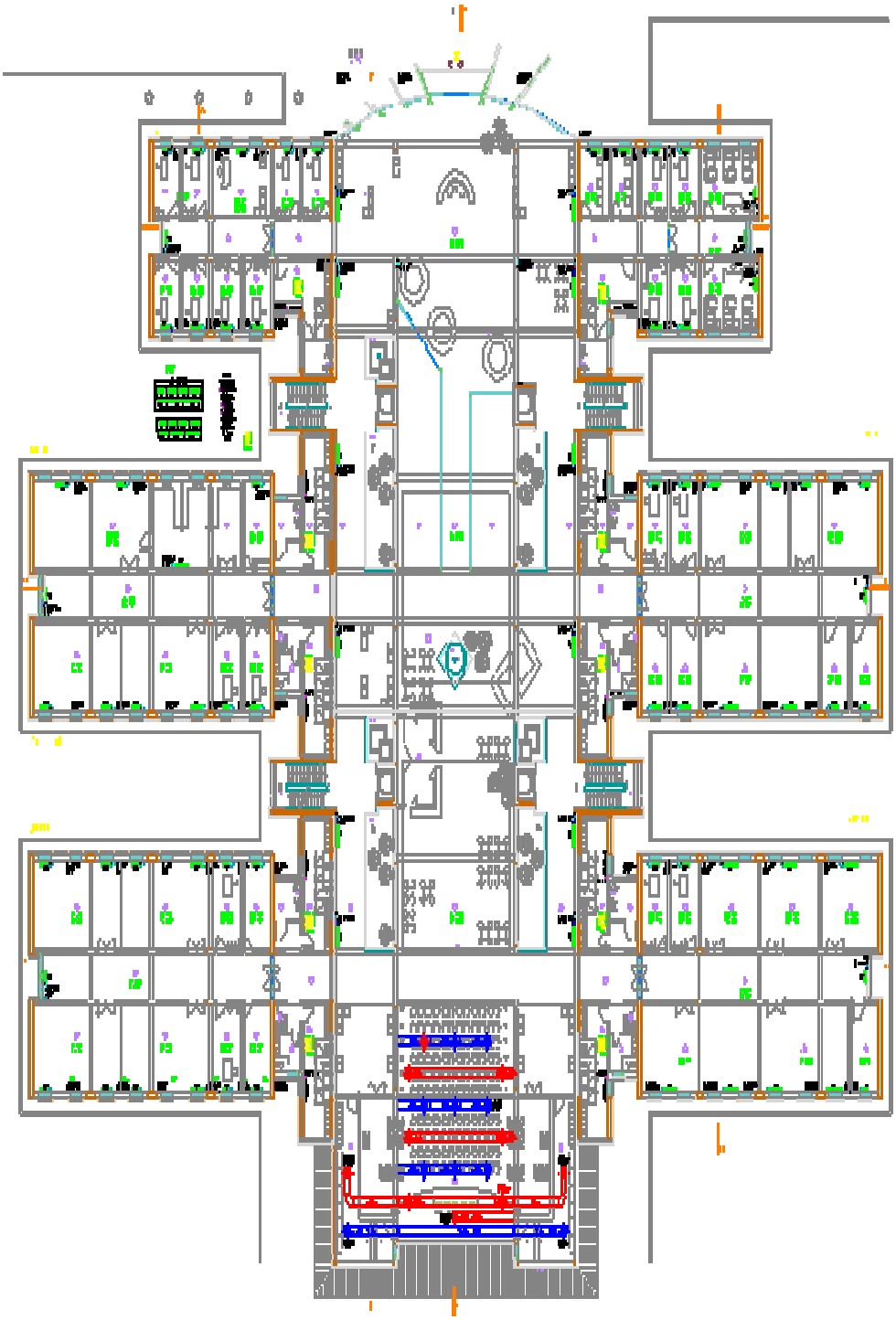
Bu bina için sınırlandırılan enerji miktarı Q' = 13,48 kW/m^3

Bu bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı Q = 12,85 kW/m^3

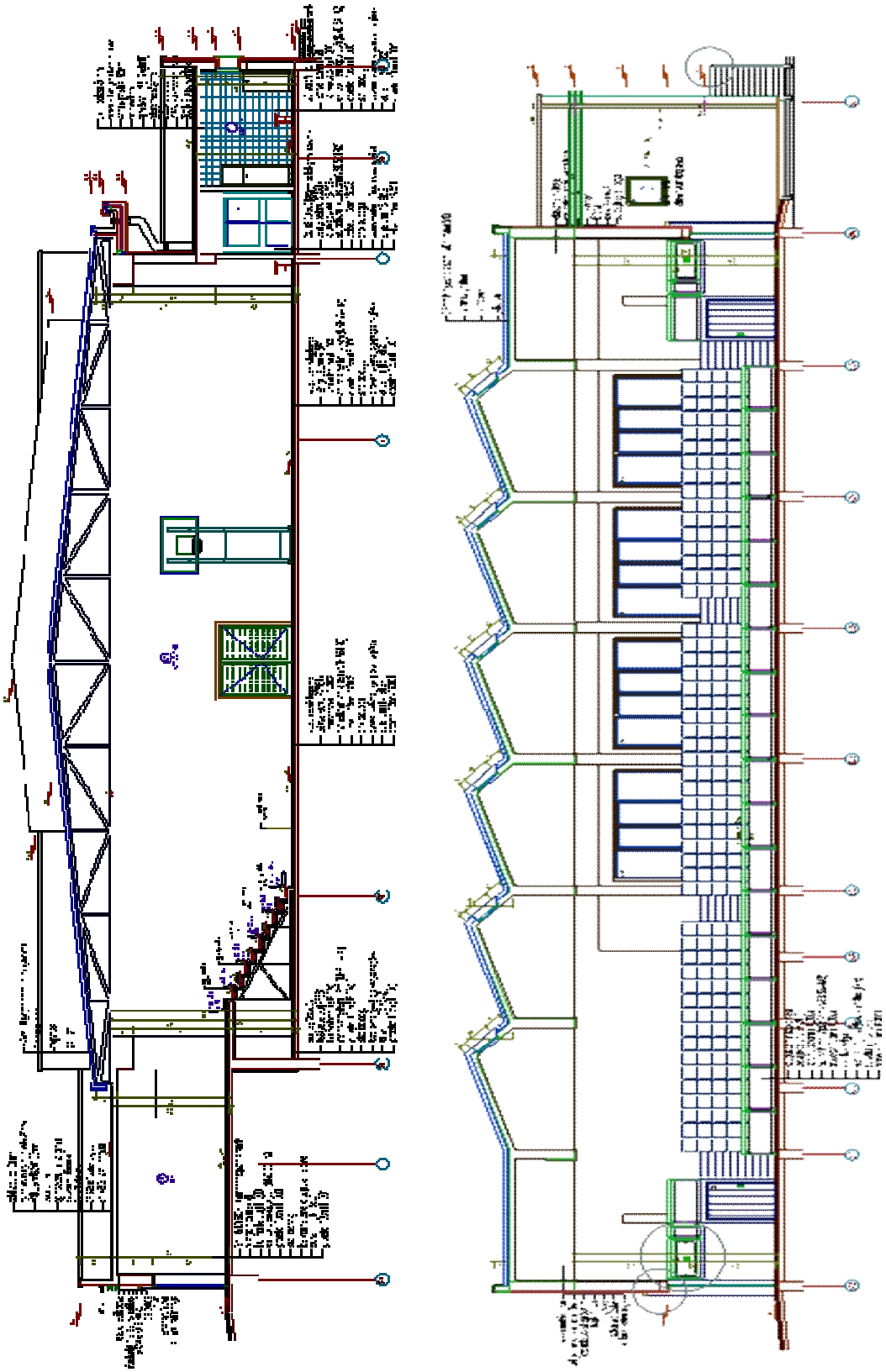
- **Q < Q' olduğundan bu bina için yapılmış olan ısı yalıtım projesi standarda uygundur.**

6.3.

EK–C. PLAN VE KESİTLERİ



İzmir Yamanlar Özürlüler ve Rehabilitasyon Merkezi Planı



İzmir Yamanlar Özürlüler ve Rehabilitasyon Merkezi A-A Kesiti- B-B Kesiti