

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

**ISI YALITIM SİSTEMLERİ VE ÖZELLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş.Müh. Nurcan CANDAN

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : YAPI MALZEMESİ
Tez Danışmanı : Yrd.Doç. Dr. Mansur SÜMER

Eylül 2007

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ISI YALITIM SİSTEMLERİ VE ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş.Müh. Nurcan CANDAN

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : YAPI MALZEMESİ

Bu tez 12/09/2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd.Doç. Dr. Mansur
SÜMER
Jüri Başkanı

Prof. Dr. Kemalettin
YILMAZ
Üye

Prof. Dr. Ahmet
APAY
Üye

ÖNSÖZ

Yapmış olduğum bu yüksek lisans çalışmasında benden yardım ve desteklerini esirgemeyen sayın hocam Yrd.Doç.Dr. Mansur SÜMER'e, bu tezin yazılması, düzenlenmesi ve basımında emeği geçen tüm dostlarıma, hayatım boyunca benden desteklerini esirgemeyen ve hep yanımda olan aileme ve öğrenim hayatım boyunca bana emeği geçen diğer hocalarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	xi
SUMMARY.....	xii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
ISI YALITIMI.....	3
2.1. Isı Yalıtımı Önemi ve Faydaları.....	3
2.2. Isı Ve Sıcaklık İlişkisi	3
2.3. Isı Akımları.....	4
2.3.1. Isı iletimi(kondüksiyon).....	4
2.3.2. Isı iletimi(konveksiyon).....	4
2.3.3. Isı ışıınımı(radyosyon).....	5
2.4. Sıcaklık –Buhar İlişkisi,Mutlak Ve Bağlı Nem,Buhar Basıncı.....	6
2.5. Isı Yalıtımı Hesaplarında Kullanılan Bazı Tanımlar.....	7
2.5.1. Isıl geçirgenlik.....	7
2.5.2. Özgül ısı.....	7
2.5.3. Isı iletim direnci.....	8
2.5.4. Isı iletim katsayısı.....	8
2.5.5. Buhar basıncı.....	8

2.5.6. Bağıl izofil nem.....	8
2.5.7. Mutlak nem.....	9
2.5.8. Özgül nem.....	9
2.5.9. Çiğ noktası.....	9
2.5.10. Difüzyon direnci.....	9
2.5.11. Terleme.....	9
2.5.12. Yoğuşma.....	10

BÖLÜM 3

ISI YALITIM MALZEMELERİ.....	11
3.1. Isı Yalıtım Malzemelerinin Tanımı.....	11
3.2. Yalıtım Malzemelerinin İç Yapısı.....	11
3.2.1. Taneli olanlar.....	11
3.2.2. Lifli olanlar.....	11
3.2.3. Hücreli olanlar.....	12
3.2.4. Relektif olanlar.....	12
3.2.5. Karma malzemeler.....	12
3.3. Isı Yalıtım Malzemelerinde Aranılan Özellikler.....	12
3.4. Isı Yalıtım Malzemeleri.....	14
3.4.1. Cam yünü.....	14
3.4.2. Taş yünü.....	15
3.4.3. Extrude polistren köpük(xps).....	15
3.4.4. Expande polistren köpük (eps).....	16
3.4.5. Odun talaşı levhalar.....	17
3.4.6. Fenol köpüğü.....	17
3.4.7. Mantar levhalar.....	18
3.4.8. Poliüretan.....	18
3.5. Isı Yalıtımında Kullanılan Malzemelerinin Teknik Özelliklerinin Karşılaştırılması.....	19

BÖLÜM 4.

BİNALARDA ISI YALITIMI.....	23
4.1. Dizayn Esasları.....	23

4.2. Binalarda Isı Kayıpları.....	23
4.3. Dış Duvarların Yalıtımı.....	25
4.3.1. Dıştan yalıtım.....	25
4.3.2. İçten yalıtım.....	27
4.3.3. Kolon, giriş ve perde duvarların yalıtımı.....	29
4.3.4. Sandviç duvarların yalıtımı.....	31
4.3.5. Havalandırılmalı duvarların yalıtımı.....	32
4.3.6. Yalın duvarların yalıtımı.....	33
4.3.7. Toprak temaslı duvarlarda ısı yalıtımı.....	34
4.4. Döşemelerin Yalıtımı.....	35
4.4.1. Zemine oturan döşemeler	35
4.4.2. Çıkma döşemeler	37
4.4.3. Merkezi ısıtması olmayan ara kat döşemelerinin yalıtımı.....	39
4.4.4. Isıtılmayan hacim üstü açık geçit üzeri döşemelerin yalıtımı.	40
4.5. Çatıların Yalıtımı.....	41
4.5.1. Soğuk çatılar.....	43
4.5.2. Ilık çatılar.....	44
4.5.3. Korunmuş çatılar.....	45
4.5.4. Buhar kesiciler (bariyer).....	46
4.5.5. Soğuk çatıların yalıtımı.....	47
4.5.5.1. Çatı arası kullanılmayan çift yönlü kırma çatıların yalıtımı.....	47
4.5.5.2. Çatı arası kullanılmayan tek yönlü kırma çatıların yalıtımı.....	48
4.5.5.3. Çatı arası kullanılan kırma çatılar-çatı arasında çatı katı.....	49
4.5.5.4. Çatı arası kullanılan kırma çatılar-çatı arası oda.....	49
4.5.5.5. Çatı arası kullanılan kırma çatılar –ısı yalıtımı mertek veya çatı tahtası üzerinde.....	50
4.5.5.6. Çatı arası kullanılan kırma çatılar –betonarme plak veya asmolen döşeme veya gaz beton çatı panel üzeri.....	51
4.5.6. Ilık çatılar.....	52

4.5.6.1.Üzerinde yürünen ve yürünemeyen teras çatılar.....	52
4.5.6.2.Üzerinde yürünen ve yürünmeyen teras çatılar.....	53
4.5.7. Metal çatılar.....	54
4.5.7.1. Eğimli metal çatılar.....	55
4.5.7.2. Yerinde montaj eğimli metal çatılar.....	55
4.5.7.3. Isı yalıtımlı hazır sandviç panel çatılar.....	55
4.5.7.4. Düşük eğimli metal çatılar- düz metal çatılar.....	56
4.6. Pencerelerin Yalıtımı.....	57
4.6.1. Çerçeve etkisi.....	58
4.6.2. Perde ve güneşlikler.....	58
4.6.3. Katlı cam sistemi.....	58
4.6.4. Pencerelerin yalıtımında yeni yöntemler.....	59
4.7. Radyatör Arkalarının Yalıtımı.....	60
4.8. Soğuk Depoların Yalıtımı.....	61
4.8.1. Isı geçirgenlik direncinin hesabı.....	62
4.8.2. Yalıtım kalınlığının hesabı.....	64
4.8.3. Yalıtım detayları.....	65
4.8.3.1. Dış duvarları yalıtımı.....	66
4.8.3.2. İç duvarların yalıtımı.....	67
4.8.4. Çatılar.....	67
BÖLÜM 5.	
ÖRNEK BİR PROJE ÜZERİNDE FARKLI ISI YALITIM ÇÖZÜMLERİ...	70
5.1. Örnek Projenin Yalıtım Yapılmadan, Özgül Isı Kaybı ve Yıllık Enerji İhtiyacının Hesaplanması	72
BÖLÜM 6.	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	77
KAYNAKLAR.....	79
EKLER.....	81
ÖZGEÇMİŞ.....	133

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

λ	: Isı iletkenlik katsayısı (W/mK)
μ	: Su buharı direnç faktörü
q	: Isı akısı, birim alandan geçen ısı(W/m ²)
Q	: İletimle geçen ısı (W)
H	: Binanın özgül ısı kaybı (W/K)
t_1, t_2	: Yapı elemanları yüzey sıcaklıkları
α_i, α_d	: İç dış yüzey ısı taşınım katsayısı (W/m ² K)
$Q_{yıl}$: Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Joule)
T_i, T_d	: Aylık ortalama iç/dış sıcaklık
η_{ay}	: Kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü
$1/\alpha_i, 1/\alpha_d$: İç/ dış yüzeyin yüzeysel ısıl iletim direnci (m ² K/W)
P_i	: Su buharının kısmi basıncı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1.	Dıştan yalıtımlı duvarlar.....	26
Şekil 4.2.	Dıştan yalıtılmış bir duvarın yalıtım detaylarının perspektif görünümü.....	27
Şekil 4.3.	Dış duvarların içten yalıtımı ve perspektif görünüm.....	28
Şekil 4.4.	İçten yalıtılmış bir dış duvarın yalıtımına ait perspektif.....	29
Şekil 4.5.	Kolon ve beton perde duvarlarının dıştan ve içten yalıtımı.....	30
Şekil 4.6.	Sandviç duvarların yalıtımı	31
Şekil 4.7.	Havalandırılmalı duvarların yalıtımı.....	32
Şekil 4.8.	Yalın duvarların yalıtımı.....	33
Şekil 4.9.	Toprak temaslı temel duvarlarında ısı yalıtımı.....	34
Şekil 4.10.	Toprak temaslı temel duvarlarının yalıtım perspektifi	35
Şekil 4.11.	Zemine oturan döşemelerin yalıtımı.....	36
Şekil 4.12.	Çıkma döşemelerin dıştan yalıtımı.....	37
Şekil 4.13.	Çıkma döşemelerin içten yalıtımı.....	38
Şekil 4.14.	Merkezi ısıtması olmayan ara kat döşemelerin yalıtımı jeoloji haritası.....	39
Şekil 4.15.	Isıtılmayan hacim üstü açık geçit üstü döşemelerin yalıtımı.....	40
Şekil 4.16.	Yapıların ısıl hareketliliği üzerinde yalıtımın etkisi	42
Şekil 4.17.	Soğuk çatı dizayn prensip şeması.....	43
Şekil 4.18.	Soğuk çatı şekilleri.....	44
Şekil 4.19.	Soğuk çatı çeşitleri.....	44
Şekil 4.20.	Ilık çatıda tabaka sıralaması.....	45
Şekil 4.21.	Ilık çatıda eğim sağlama.....	45
Şekil 4.22.	Korunmuş çatı tipinde tabaka sıralaması	46

Şekil 4.23.	Çatı arası kullanılmayan kırma çatı detayı	48
Şekil 4.24.	Çatı arası kullanılmayan tek yönlü çatı detayı.....	48
Şekil 4.25.	Çatı arası kullanılan çatılar.....	49
Şekil 4.26.	Çatı arası kullanılan kırma çatı yalıtımı-çatı arasında oda.....	50
Şekil 4.27.	Çatı arası kullanılan kırma çatılar-ısı yalıtımı mertek veya çatı tahtası üzerinde.....	51
Şekil 4.28.	Çatı arası kullanılan kırma çatılar-betonarme plak veya asmolendöşeme.....	52
Şekil 4.29.	Teras çatılarının yalıtımı.....	53
Şekil 4.30.	Ters teras çatılarının yalıtımı.....	54
Şekil 4.31.	Eğimli metal çatı detayı.....	55
Şekil 4.32.	Yerinde montaj eğimli metal çatı detayı.....	56
Şekil 4.33.	Isı yalıtımlı hazır sandviç panel çatı.....	57
Şekil 4.34.	Düşük eğimli metal çatı detayı.....	57
Şekil 4.35.	Radyatör arkalarında ısı kaybı.....	61
Şekil 4.36.	Soğuk depolarda ısı geçirgenlik direnci.....	64
Şekil 4.37.	Havalandırılan ve havalandırılmayan soğuk depolarında yalıtım	66
Şekil 4.38.	Soğuk odalarda dış duvarların yalıtımı.....	67
Şekil 4.39.	Soğuk odalarda iç duvarların yalıtımı.....	68
Şekil 4.40.	Az havalandırılan soğuk çatı.....	69
Şekil 4.41.	Masif örtülü gölgeli çatı	69

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 5.1. Örnek Projenin Isı Kaybeden Alanları.....	72
Tablo 5.2. Ekspande Polistren Yalıtım Levhası Kullanılan Yalıtım Sistemi Maliyet Analizi	75
Tablo 5.3. Ekstrüde Polistren Yalıtım Levhası Kullanılan Yalıtım Sistemi Maliyet Analizi	76
Tablo 5.4. Isı Yalıtım Sistemlerinin Yıllık Enerji İhtiyaçlarının Doğalgaz ve Akaryakıt Karşılıkları	77

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Isı yalıtımı, ısı kayıpları, enerji tasarrufu, ısı yalıtım malzemeleri, yoğuşma, buharlaşma, ısı iletim katsayısı

Bu çalışmanın giriş bölümünde konu ile ilgili genel bilgilendirme yapılmış konunun kapsamı açıklanmıştır.

İkinci bölümde, ısı yalıtımının tanımı yapılarak, önemi ve faydaları üzerinde durulmuş, ısı sıcaklık ilişkisi açıklanmış ve hesaplamalarda kullanılan bazı tanımlara yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde, ısı yalıtım malzemelerinin tanımı yapılarak gruplandırılmış, ısı yalıtımında kullanılan malzemeler ve özellikleri ile ilgili detaylı açıklama yapılmıştır.

Dördüncü bölümde, yapıda ısı kayıplarının meydana geldiği elemanlar; dış duvarlar, döşemeler, çatılar ve pencerelerin yalıtım teknikleri ve esasları şekilsel olarak da gösterilerek izah edilmiştir.

Beşinci bölümde ise 4 katlı örnek bir bina için çeşitli ısı yalıtım teknikleri kullanılarak TS 825 Isı Yalıtım Kuralları esas alınarak yapılan ısı yalıtım hesaplarının sonuçları açıklanmıştır. Bu hesaplar doğrultusunda elde edilen yoğuşma grafikleri, ekonomik uygunluk analizleri ve amortisman hesapları sunulmuştur.

THE DISCUSSION OF THE THERMAL INSULATION AND ITS PECULARITIES

SUMMARY

Key words: Thermal insulation, thermal dissipation, energy saving, materials of thermal insulation, evaporation, coefficient of heat transmission.

In the first part of this study, a short knowledge for the subject and the contents of the study are presented.

And the second part gives us some base know ledges about the importance of thermal insulation and its benefits, the relation between the thermal and the heat is presented, and is given a place some definition is used in the calculation.

And the third part of the study, the description of materials that are used for thermal insulation, especially the technical properties of these materials when they are used on walls in the buildings are explained.

Forth part of the study, tells about the techniques of thermal insulation on the walls, roofs, windows and the upholsteries and these are showed by the diagrams

In the fifth part, for an experimental 4 flat- building thermal insulation have been calculated by the rules of Thermal Insulation Techniques TS 825 and then the results are explained.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Enerji kaynaklarının giderek tüketildiği günümüzde, enerji sarfiyatları gerek ekonomik gerekse ekolojik düzenin yıpranmasına sebep olmaktadır. Buna karşın konfor ve yaşam şartlarını sağlamaya çalıştığımız mekânlarda ihtiyaç duyulan enerji miktarı teknolojinin de gelişmesiyle büyük bir artış göstermektedir. Enerjiye duyulan ihtiyaç ve enerjinin elde edilmesi için ödenen bedeller düşünüldüğünde en az enerjiyle en fazla verim alınması gerekliliği ortaya çıkar. Bu doğrultuda yapılabilecek en doğru seçim enerji tasarrufudur.

Binalarda tüketilen enerjinin büyük kısmının ısıtma ve soğutma amaçlı kullanıldığı göz önünde bulundurulursa ısı yalıtımının enerji tasarrufunda büyük rol oynadığı daha net anlaşılabilir. Özellikle, gelişmiş ülkelere kıyasla enerji tüketimi giderek artan ülkemizde ısı yalıtımı daha önemli hale gelmektedir.

1998'de yürürlüğe giren ve 2000 yılından itibaren binalarda ısı yalıtım zorunluluğu getiren TS 825 Binalarda Isı Yalıtımı Standardı, ülkemizde ısı yalıtımına verilmeye başlanan önemin önemli bir göstergesidir.

Bu çalışmada, ısı yalıtımı ile ilgili genel bilgiler verilmiş, binalarda kullanılan ısı yalıtım malzemeleri ve özellikleri, ısı yalıtım uygulamaları anlatılmış, TS 825 Isı Yalıtım Standardına uygun bir şekilde, çeşitli ısı yalıtım sistem çözümlerinin maliyet ve uygunluk analizleri değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 2. ISI YALITIMI

2.1. Isı Yalıtımı, Önemi ve Faydaları

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

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

Yapı bileşenleri üzerinden farklı sıcaklıktaki iç ve dış ortam arasında ısı kaybını veya ısı kazancını azaltmak için yapılan işlemlerin tümüne ısı yalıtımı adı verilir. Isı yalıtımının esas amacı ısı kaybını veya ısı kazancını azaltmaktır. Kışın soğuktan korunmak için kalın giysiler giyilir. Dış ortam ile vücut sıcaklık farkının fazla olması nedeniyle, vücuttan ortama ısı kaybı söz konusudur. Bu nedenle, üşüme hissi duyulur. Giysiler yalıtım görevini yaparak soğuk ortama olan ısı kaybını azaltır.

Binalarda ısı kaybeden yüzeyler yeterince yalıtılmadığı zaman ısı kaybı ve buna bağlı olarak işletme giderleri artmaktadır. Bu nedenle, daha proje başlangıcında mimar ve mühendis işbirliği sağlanarak, hem sabit yatırımlar, hem de işletme masrafları azaltılır [1].

Isıl sorunların öncelikli önemi, doğal çevreyle, yapma çevre (mekân) arasında ayırıcı bir yapı elemanının varlığını gerektirir. Mekân dışında kalan doğal atmosfer, mevsim, gece-gündüz, coğrafi enlem, yön ve benzeri parametrelere bağlı olarak ısı yönden sürekli değişik bir karakter gösterir. Böyle bir değişkenlik içerisinde insanın kendisini dış etkilerden koruyabilmesi, sağlıklı bir şekilde yaşayabilmesi için gerekli konfor koşulları en iyi düzeyde sağlanmalıdır. Bu gereklilik mekân elemanları ve ilâve enerjiyle sağlanır. Yaz-kış ve gece-gündüz arasındaki ısı farklılıkları mekânın tasarlanmasında veri oluşturan tasarım parametrelerinden birisidir. Soğuk dönemde mekânı sıcak tutmak, sıcak dönemde de mekânı serin tutabilmek için gerekli enerjiyi minimum düzeyde tutabilecek uygun tasarlanmış elemanlara ve malzemelere gereksinim vardır. Ancak, iki mekân arasında bir sıcaklık farkı oluştuğunda da aradaki ayırıcı elemanda önemli ısı sorunlarının ortaya çıkacağı bilinmelidir.

İnsanların yaşadığı mekânlarda ısı akımlarıyla birlikte onun ayrılmaz bir parçası olan buhar akımları ve bunların birlikte oluşturacağı sorunlar da gündeme gelir [2].

Isı yalıtımı enerji tasarrufu sağlamakla birlikte, doğru yalıtım malzemesinin seçimiyle iklimsel ve işitsel konforun yanı sıra yapılarda yangın güvenliği de sağlanabilmektedir. Yalıtım sayesinde, ısı kayıp ve kazançları azaltılarak enerji tasarrufunun sağlanması, çevrenin korunması ısı konfor ve gürültü denetiminin sağlanması, yapı elemanlarında ve yüzeylerde yoğuşmanın azaltılması, ısıtma, soğutma ve enerji sistemlerinde işletme verimliliğinin artırılması ve yapı elemanlarının dış etkilerden korunması mümkün olabilmektedir [3].

Yapılarda ısı etkilerinden korunmanın önemini şu şekilde sıralayabiliriz.

- İnsanların oturduğu veya çalıştığı binalarda ısı etkilerinden korunma; insan sağlığı, onarım giderleri, yakıt ekonomisi ve ilk yapım giderleri açısından önemlidir.
- Isı etkilerinden yeterli olarak korunma sağlığa uygun, huzur verici hacimlerin elde edilmesinin ilk şartıdır.
- Hacimlerin ısı ihtiyacı ve bunu sağlamak için yapılan ısıtma giderleri, hacmi çevreleyen yapı bileşenlerinin ısı yalıtım özelliklerine bağlıdır.

- Isı etkilerinden yeterli korunma, hacmi çevreleyen yapı bileşenlerinin yüzey ve içlerinde terlemeyi, tesisat borularının donmasını ve bunlara bağlı olarak meydana gelen zararları önleyerek, yapının işletim, bakım ve onarım giderlerini azaltır [4].

2.2. Isı ve Sıcaklık İlişkisi

Isı bir enerjidir ve genellikle oluştuğu ortamda kullanılması pek uygun değildir. Bu nedenle, enerjinin çeşitli yollarla başka bir bölgeye taşınması istenir. Isı enerjisi, ortam moleküllerinin hareketi nedeniyle çevreye etkisini gösterir. Enerji kaynağı olduğu sürece, moleküllerin hareketi durdurulamaz ve sürekli olarak çevreye yayılır. Isının transferi ancak iki sistem arasında veya bir sistemle çevresi arasında bir sıcaklık farkı bulunduğu zaman gerçekleşir [1]. Sıcaklık ise bir cisimdeki moleküler hareketin artmasıyla yükselen skaler bir büyüklüktür. Bir cismi oluşturan atomlar ya da moleküller, ortam sıcaklığının artışına bağlı olarak titreşimlerini artırır ya da ortam sıcaklığının azalışına bağlı olarak titreşimlerini azaltır. Başka bir deyişle, bu titreşimin artması fiziksel olarak cismin sıcaklığının artması şeklinde kendini gösterir [2].

Bu tanımlardan yola çıkılırsa;

- Kışın konfor şartlarını sağlamaya çalıştığımız daha sıcak iç mekânlardan dış ortamlara doğru,
- Yazın ise daha sıcak dış ortamlardan konfor şartlarını sağlamaya çalıştığımız iç mekânlara doğru bir ısı geçişinin olması kaçınılmazdır[4].

Isı çeşitli yollardan elde edilebilmektedir;

- Mekanik enerjiden elde edilen ısı-Sürtünme yoluyla yani mekanik olarak bir ısı enerjisi açığa çıkar. Örnek olarak matkap ucunun ısınması verilebilir.
- Kimyasal reaksiyonlardan elde edilen ısı-Petrol, kömür, odun gibi bir malzemenin yanmasıyla ısı enerjisi çıkar.
- Elektrik enerjisinden elde edilen ısı-Elektrik akımı bir dirençten geçerken, ısı enerjisi verir. Örnek olarak elektrik sobası verilebilir.
- Işınım yoluyla elde edilen ısı-Güneş ışınları yer kabuğu tarafından tutulmakta ve ısınma başlamaktadır.

- Atom enerjisinden elde edilen ısı-Atomun parçalanmasıyla parçacıklar, büyük bir enerji açığa çıkarırlar [5].

2.3. Isı Akımları

Isı enerjisinin sıcaklıkları farklı iki ortam arasında birinden diğerine geçişi aşağıda belirtilen üç şekilde oluşur;

2.3.1. Isı iletimi (kondüksiyon)

Isı iletimi katı cisimlerde ısı enerjisinin geçiş şeklidir. Enerji, cismi oluşturan moleküllerin titreşimi sonucu bir molekülden diğerine aktarılarak yayılır. Bütün katı cisimlerde ısı enerjisinin geçişi bu şekilde olur. Cismin makro yapısındaki gözeneklilik, boşluk içerme gibi düzensiz bünye yapısına ilişkin özellikler ısı iletimi açısından olumsuz bir ortam oluşturur ve cisim ısıyı daha az iletir hale gelir. Isı iletme elverişliliği sabit bir değer olarak malzemenin bir özelliğini oluşturur. Isı iletim katsayısı (λ), birbirine paralel iki yüzeyin sıcaklıkları arasındaki fark 1°C olduğunda birim zamanda (1 saat), birim alan (1 m^2) bu alana dik yöndeki birim kalınlıktan (1 m) geçen ısı miktarıdır. Birimi $\text{kcal/mh}^\circ\text{C} = 1.163\text{ W/m}^\circ\text{K}$ 'dir.

Cismin makro yapısındaki gözeneklilik, boşluk içerme gibi düzensiz bünye yapısına ilişkin özellikler ısı iletimi açısından olumsuz bir ortam oluşturur ve cisim ısıyı daha az iletir hale gelir.

2.3.2. Isı taşınımı (konveksiyon)

Isı enerjisinin sıvı ve gaz gibi akışkanlardaki geçiş şekli ısı taşınımı diye adlandırılır. Sıcak bir katı cisme temas eden sıvı ya da gaz bir ortam göz-önüne alındığında, sıcaklığı yüksek katı cisimle temas eden gaz veya sıvı moleküllerinin ısıl titreşimleri bu yüzeyden enerji olarak artacaktır. Bunun sonucunda katı cisme temas eden moleküllerin kapladıkları hacim büyüyeceğinden ve ortama göre daha hafif olacaklarından yükselecekler ve böylece onların yerine geçen benzer moleküller de yüzeyden enerji olarak taşınım hareketini başlatacak ve devam ettireceklerdir. Bu

olay sonucunda, yüksek seviyeden düşük seviyeye enerji taşınacağından yüksek enerji seviyeli cismin enerjisi azalacak ve soğuyacaktır. Örneğin bu olay, kış mevsiminde bir hacmin penceresi önündeki havanın bu mekanizmayla soğuyarak aşağı inmesi biçiminde kendini gösterir. Yabancı dilde 'convection' adı verilen bu olayı önleyerek ısı kaybını en aza indirmek amacıyla, özellikle pencerelerde çift cam kullanılmaktadır.

2.3.3. Isı ışıınımı (radyasyon)

Bütün katı ve sıvı cisimler sürekli olarak yüzeylerinden ısı ışıınımları yayarlar, buna ışıınım denir. Bu yayınıcı cismin yüzey sıcaklığına ve yüzey özelliklerine bağlıdır. Çevredeki nesnelere tümüyle bağımsızdır ve bu ısı ışıınıminin taşınabilmesi için herhangi bir taşıyıcı ortama gerek yoktur. Öyle ki, boşlukta bile yayılabilir. Bilindiğı gibi, dünyaya 150 milyon km uzaklıkta bulunan Güneş'ten yayılan ısı ışıınıcı (radyasyon) Dünya ile Güneş arasında herhangi bir ortam olmaksızın Dünya'ya ulaşp onu ısıtabilmektedir. Bunun gibi sıcaklığı yüksek cisimlerden daha düşük sıcaklıktaki cisimlere doğru bir ısı ışıınıcı oluşur. Diğer bir deyişle, bütün cisimler ışıınıcı yoluyla ısı enerjisi yayarlar. Buna ilişkin olarak ısı enerjisinin ışıınlanmasına bağılı genel bir kural koymak olanaksızdır [2].

2.4. Sıcaklık-Buhar İlişkisi, Mutlak ve Bağılı Nem, Buhar Basıncı

İçinde yaşadığımız atmosferi oluşturan gazlardan biri de su buharıdır. Bir gaz karışıımı olan atmosferdeki bileşenlerin her birinin oranı sabittir. Buna karşılık, su buharı miktarı atmosferin sıcaklığı ile değışmektedir.

Havanın belirli sıcaklık derecelerinde 1 m³'ünün sabit basınç altında taşıyabileceğı en fazla su miktarına doymuş su buharı miktarı (G_s) denir. Sıcaklık arttıkça, bu değıer artar. Örneğin, 20°C'de normal atmosfer basıncı altında 1 m³ hava en fazla 17.2 gr su buharını taşıyabilirken, 25°C'de bu miktar 22.9 gr.'a, 100°C'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 ise bağılı nem (cp) (rölatif, nisbî, göreceli nem) adı verilir. Buradan anlaşılacağı gibi doymuş su buharının bağılı nem değıeri %100'dür. Bu değıerin

altında olan bağıl nem değerleri sıcaklık azaldığı takdirde %100'e ulaşacak, yani bu durum yoğuşma olarak görülecektir.

Herhangi bir mekânı dolduran havanın içinde bulundurduğu su buharının da kendine özgü bir basıncı vardır. Bu basınç, sıcaklığa bağlı olarak doymuş buhar basıncı (P_s) olarak adlandırılır. Herhangi bir bağıl nem değerinde bu basınç aynı sıcaklıkta doymuş buhar basıncı ile bağıl nem değerinin çarpımından elde edilebilir. Su buharının basıncı da iç ve dış mekân koşullarına bağlı olarak farklılıklar gösterir. Bu farkın temel nedeni iç ve dış ortam sıcaklıklarının farklı olmasıdır. Burada bağıl nemin çok farklı olması basıncın üzerinde o denli etkili değildir. Kış koşullarında genellikle iç mekân dış mekândan daha sıcak olduğu için iç ortam havası daha fazla su buharı tutar ve bunun sonucunda iç mekânda dışa göre daha yüksek su buharı basıncı oluşur. Bu basınç farkı nedeniyle iç ortamdaki dış ortama doğru bir buhar akımı meydana gelir. Kabaca, buhar akımının ısı akımıyla aynı yönde olduğu söylenebilir [2].

2.5. Isı Yalıtımı Hesaplarında Kullanılan Bazı Tanımlar

2.5.1. Isıl geçirgenlik

Bir yapı bileşeninin birbirine paralel yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkı 1 °C olduğu zaman, birim zamanda, birim kalınlıkta ve birim alandan, bu yüzeylere dik yönde geçen ısı miktarıdır. Isıl geçirgenlik,

$$R = \frac{k}{L}$$

(2.1)

ifadesi ile verilir ve birimi W/m^2K' dir.

2.5.2. Özgül ısı

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

2.5.3. Isı iletim direnci

L Kalınlığındaki bir cismin iki yüzü arasındaki sıcaklık farkı 1 °C olduğu zaman yüzeyin ısı geçişine karşı gösterdiği dirençtir. Birim m²K/W olarak verilir. Fourier ısı iletim yasası,

$$q = kA \frac{T_1 - T_2}{L} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{L}{kA}} \quad (2.2)$$

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

2.5.4. Isı iletim katsayısı

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

2.5.5. Buhar basıncı

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

$$P = P_h + P_b + P_h + \varphi \cdot P_d \quad (2.3)$$

2.5.6. Bağlı (izafi) nem

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

$$\phi = \left(\frac{P_b}{P_d} \right)_T \quad (2.4)$$

ifadesi ile tanımlanır.

2.5.7. Mutlak nem

Nemli havanın birim hacmine karşı gelen nem miktarı olup τ ile verilir. Aşağıdaki bağıntı mutlak nemi tanımlamaktadır.

$$\tau_b = \frac{m_b}{V} \quad (2.5)$$

birimi kg/m^3 'dür.

2.5.8. Özgül nem

Su buharı kütesinin, kuru havanın kütesine oranıdır ve X ile tanımlanır. Özgül nem,

$$x = \frac{m_b}{m_a} \quad (2.6)$$

ifadesiyle verilir.

2.5.9. Çiğ noktası

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

2.5.10. Diffüzyon direnci

Diffüzyon direnci kuru malzemelerde sıcaklığa bağılı olmayan bir madde sabitesi olup, belli bir nem değeri olan malzemelerde nem köprüsünün etkisini taşır. μ ile gösterilir.

2.5.11. Terleme

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

2.5.12. Yoğuşma

Yapı elemanlarının iç tarafında meydana gelen ve ilk oluşumda göz ile fark edilemeyen su birikimidir. Bu su birikimi eğer zamanla kurumuyorsa dışarı atılması gerekir. Bu nedenle, yapı elemanının korunması bakımından bir sınırı hiçbir zaman geçmemelidir [2].

BÖLÜM 3. ISI YALITIMI MALZEMELERİ

3.1. Isı Yalıtım Malzemelerinin Tanımı

Farklı sıcaklıktaki iki ortam arasında ısı transferini azaltmak için yapılan işleme ısı yalıtımı denir. Bunu sağlayan malzemelere ısı yalıtım malzemesi adı verilir. Isı yalıtım malzemelerinin en temel özelliği ısı iletim katsayısıdır. ISO ve CEN Standartlarına göre ısı iletim katsayısı 0,065 W/mK değerinden küçük olan malzemeler ısı yalıtım malzemesi olarak tanımlanır. Diğer malzemeler yapı malzemesi olarak kabul edilir [6].

3.2. Yalıtım Malzemelerinin İç Yapısı

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

3.2.1. Taneli olanlar

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

3.2.2. Lifli olanlar

Malzemelerin lifleri arasındaki serbest hava kanallarının genişliği ve sayısı nedeniyle, yoğunlukları düşüktür. Lifler arasında oluşan hava filmleri, taşınım yolu ile oluşacak ısı transferine bir direnç oluşturur. Bu nedenle, taşınım yolu ile meydana gelen ısı transferi minimumdur. Lifli yalıtım malzemelerinde

serbest hava kanallarının sayısını ve genişliğini azaltmak için dolgu yoğunluğunu arttırmak gerekir. Lifler arasında taşınım yoluyla oluşan ısı transferi, iletim yoluyla oluşan ısı transferinden her zaman daha fazladır. Bu tür malzemeler öncelikle ses yalıtımında tavsiye edilir.

3.2.3. Hücreli olanlar

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

3.2.4. Reflektif olanlar

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

3.2.5. Karma malzemeler

Yukarıda sıralanan 4 grup malzemenin iki veya daha çoğunun bir karışımından meydana gelir. Gerçekte tüm özellikleri bir arada bulunduran malzeme bulmak mümkün değildir [1].

3.3. Isı Yalıtım Malzemelerinde Aranılan Özellikler

Isı kazancını veya kaybını minimuma indirmek için yüzeyler yalıtılır. Uygulanacak yalıtım çeşidinin seçilmesi, her şeyden önce bilgi isteyen bir husustur. Bu nedenle, yüzeylerin yalıtılmasında seçilen malzemelerin uygunluğu ve fiziksel şekilleri önemlidir [1].

Isı yalıtım malzemelerinin istenilen performansını karşılayabilmeleri için boşluk oranı fazla, yoğunluğunun düşük, nem oranının az olması gerekir. Sadece ısı iletkenliği düşünülerek oluşturulan yapı elemanlarının istenilen sonuçları

vermediği görülmektedir. Isı yalıtımının yanında rutubet akımı ve yoğuşma olayının önemi yalıtım malzemesinde başka nitelikleri aramayı gerekli kılmıştır. Malzemede buhar, difüzyon, direnç faktörünün büyük olması buhardan etkilenmeyi azaltmakta, sıcaklık değişimlerinden daha az etkilenmek ve ısıyı depo edebilmek için yoğunluğunun büyük, ısınma ısısının da yüksek olması beklenmektedir [4].

İzolasyon malzemelerinin ham maddeleri de önemlidir; dışa bağımlı ve fiyatı yüksek ham maddelerle elde edilen izolasyon malzemelerinin fiyatları da yüksek olacaktır. Mineral yün bazlı izolasyon malzemelerinin ham maddesi kumdur ve içinde ülkemiz için önem arz eden bor minarelinin uç ürünü (yan ürünü) üleksit kullanılmaktadır. Binalarda, sanayide ve özel sektörde mineral yün kullanımı bor madeni tüketimimizi de arttıracak, milli gelire katkıda bulunacaktır [8].

Tek bir malzemenin bu ve benzeri tüm gereksinmelere sahip olması mümkün değildir. Çeşitli kullanım yerlerine göre, iyi bir izolasyon beklenen genel özellikler şunlardır:

- Isı geçişine karşı yüksek direnç (Düşük ısı iletkenlik katsayısı)
- Yeterli basınç mukavemetine sahip olması, zamanla çökme yapmaması
- Yeterli çekme mukavemetine sahip olması
- Kullanılan sıcaklıkta bozulmaması
- Özelliklerini zaman içinde kaybetmemesi ve çürümemesi
- Birlikte kullanılan malzemelerle reaksiyona girmemesi ve bozulmaması (Kimyasal kararlılık ve dayanıklılık)
- Yanmazlık ve alev geçirmezlik
- Suya ve neme karşı yüksek dayanım
- Uygulama ve işçilik kolaylığı
- Boyutsal kararlılık
- Kokusuz olması
- İnsan sağlığına ve çevreye zarar vermemesi, kaşıntı ve alerji yapmaması
- Detay bazında ekonomik olması
- Hafiflik

- Çeşitli böcek ve mikroorganizmalar tarafından bozulmaması,
- Küf tutmaması[9]

3.4. Isı Yalıtım Malzemeleri

3.4.1. Cam yünü

Cam yünü, silis kumunun 1200 °C -1250 °C'de ergitilerek elyaf haline getirilmesi ile elde edilir. Cam yünü aşağıdaki farklı usullere göre elde edilir.

- Çubuk çekme usulü
- Hazne tambur usulü
- Meme çekme usulü
- Meme üfleme usulü
- Savurma usulü
- Kombine savurma ve uzatma usulü

Kullanım yerine, amacına göre farklı boyut ve teknik özelliklerde, değişik kaplama malzemeleriyle, şilte, levha, dökme, boru şeklinde üretilir. Isı ve ses yalıtımı, akustik düzenlemede kullanılır. "A" sınıfı yanmaz malzemeler grubunda olmaları, kullanım yerlerinde yangın güvenliğini sağlar. Performanslarını koruduğu sürekli azami kullanım sıcaklığı -50/+250 °C aralığındadır.-200°C'ye veya +550°C'ye kadar kullanılan özel camyünü ürünler de üretilebilir. Isı iletkenlik hesap değeri 0,040 W/mK, su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu=1$ dir [3, 9,10].

Diğer izolasyon malzemelerine nazaran pratikte oldukça geniş bir kullanma sahası bulan cam yününün aşağıdaki özelliklerini belirtmekte fayda vardır.

- Yanıcı değildir.
- Higroskopik değildir.
- Kimyasal olarak nötrdür, korozyon tehlikesi yoktur.
- Atmosferik şartlara dayanıklıdır.

- Asitlere karşı (hidrofluorik asit hariç) dayanıklıdır.
- Küf tutmaz.
- Haşerelerin yuvalanması olmaz.
- Bıçakla kolayca istenilen şekilde kesilebilir.
- İşçiliği kolaydır.
- Vana gibi çok girintili olan parçaların izolasyonlarına uygundur.
- Deri ile temas edince kaşındırır bu sebeple eldiven kullanılması tavsiye olunur.
- Sarsıntı ve ufalanmaya mukavimdir.

3.4.2. Taş yünü

Taş yünü, bazalt veya diabez taşının 1350°C - 1400°C'de ergitilerek elyaf haline getirilmesi ile elde edilen bir ısı yalıtım malzemesidir. Kullanım yerine, amacına göre farklı boyut ve teknik özelliklerde, değişik kaplama malzemeleriyle, şilte, levha, dökme, boru şeklinde üretilir. Isı ve ses yalıtımı, akustik düzenleme, yangın yalıtımında kullanılır. Yüksek dayanım sıcaklıkları ve "A" sınıfı yanmaz malzemeler grubunda olmaları, kullanım yerlerinde yangın yalıtımı sağlar. Performanslarını koruduğu sürekli azami kullanım sıcaklığı - 50/+750 °C aralığındadır. Isı iletkenlik hesap değeri 0,040W/mK, su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu =1$ 'dir.

Cam yünü ve taş yünü yalıtım malzemelerinin diğer özellikleri şunlardır: % 100 boyutsal kararlılığa sahiptirler. Sıcağa ve rutubete maruz kaldığında boyutları değişmez. Fiziksel özelliklerim zamana bağlı olarak kaybetmez. Zamanla bozulmaz, çürümez, küf tutmaz, korozyon ve paslanma yapmaz. Böcekler ve mikroorganizmalar tarafından tahrip edilemez. Higroskopik ve kapiler değildir. Ergime sıcaklığı >1000 °C dir. Kolay kesilmesi ve zayıatsız her parçasının değerlendirilmesi, uygulamada fayda sağlar [11].

3.4.3. Extrude polistren köpük (XPS)

Ekstrüde polistren levha, polistiren hammaddesinin ekstrüzyonla levha halinde çekilmesiyle üretilen bir ısı yalıtım malzemesidir [6]

Ekstrüde polistrenin avantajlarının kaynağı üretim teknolojisini oluşturan haddeleme (ekstrüzyon) işlemi ve bunun sonucunda ortaya çıkan kapalı gözenekli hücre yapısıdır. Malzemenin hammaddesi olan tanecikler halindeki polistren, üretim hattına girdikten sonra eritilir, başka katkı maddeleri eklenip ve köpük yapısının sağlanabilmesi için şişirme ajanı ilave edilir. Bu karışım belirli ısı ve basınç koşulları altında bir hat boyunca istenilen kalınlıkta çekilir. Hatta çıkan malzemenin boyunun ve yüzey yapısının (kenar binileri, kanallar, pürüzlendirme) ihtiyaçlar doğrultusunda düzenlenmesiyle son ürün elde edilmiş olur. Basitçe özetlediğimiz bu üretim sürecinin çok değerli bir diğer getirişi malzemenin homojen ve kalitesinin hep aynı seviyede tutulabilmesidir. Bu sürecin sonucunda bal peteği formunda hücre çeperlerinden oluşmuş, daha bilinen bir tabirle kapalı gözenekli hücre yapısına sahip ekstrüde polistren elde edilmiş olur. Sürekli ve düzenli hücre yapısı ve kanalı gözeneklilik ekstrüde polistreni suya ve zamana karşı dayanıklı yapar, yalıtım becerisi ve yüke karşı dayanımının yüksek olmasını sağlar.

Polistren termoplastiktir. İşlendikten sonra yeniden üretim hattına sokulabilir. Bu nedenle ekstrüde polistren tesisleri genellikle zayıatsız çalışırlar. Bir takım nedenlerle kullanılmayan, bini/ kanal açılmasında açığa çıkan vb. malzemeler toplanır, gerekli işlemlerin ardından ilk tanecik formuna getirilir ve yeni imalatlarda kullanılır [12].

XPS üretiminde şişirici gaz olarak HCFC kullanılmaktadır. Üretimde açığa çıkan HCFC ozon tabakasına zarar vermektedir [13].

3.4.4. Ekspande polistren köpük (EPS)

Ekspande Polistren Sert Köpük (EPS-Genleştirilmiş Polistren Köpük), petrolden elde edilen köpük halindeki termoplastik, kapalı gözenekli bir ısı yalıtım malzemesidir.

Polistren taneciklerinin şişirilmesi ve birbirine kaynaşması ile elde edilen EPS (Genleştirilmiş Potistren Sert Köpük) ürünlerde, taneciklerin şişirilmesi ve köpük elde edilmesi için kullanılan gaz pentandır. Pentan tanecikler içinde çok sayıda çok kısa sürede hava ile yer değiştirir. Böylece EPS levhaların bünyesinde bulunan çok sayıdaki (1m³ EPS 'de 3–6 milyar) küçücük kapalı gözenekli hücreler içinde durgun hava hapsolür. Malzemenin %98 'i hareketsiz ve durgun havadır. EPS üretiminde son aşama olan şekil verme (kalıplama) aşamasında, taneciklerin birbiri ile sıkıca kaynaşması sağlanır. EPS blok halinde ve kesilmek suretiyle levha haline getirilir veya levha şeklinde kalıp içinde genleştirilerek üretilebilir [6,13].

3.4.5. Odun talaşı levhalar

Ahşap talaşının manyezit bağlayıcı ile sıkıştırılarak levha halinde üretilen bir ısı yalıtım malzemesidir. Basınç ve bükülmeye karşı dayanımı olan bu levhalar, aynı zamanda ses yalıtımı da sağlamaktadırlar. Güneşin ultraviole ışınlarından etkilenmezler, ancak organik kökenli bir malzeme olması sebebiyle çeşitli böcek ve organizmalardan zarar görebilmektedirler.

Odun talaşı levhaların kullanım sıcaklığı maksimum +110 °C aralığındadır. Isı iletkenlik hesap değeri 0,09–0,15 W/mK, su buharı difüzyon direnç faktörü (μ) 2-5 arasındadır. Yanma sınıfı BS476 standardına göre Class 1,yoğunluğu 360–570 kg/m³ aralığında, su emmeleri hacimce yaklaşık %10 ve basınç dayanımları 200 kPa (20 ton/m²) 'dır [6,9].

3.4.6. Fenol köpüğü

Fenol köpükleri (PF), fenol-formaldehit bakalitine anorganik şişirici ve sertleştirici maddelerin katılmasıyla düşük (30-60 kg/m³) ve yüksek (80-120 kg/m³) yoğunlukta olmak üzere iki şekilde elde edilebilen malzemeler olup, blok, pano, plak, kabuk veya yerinde döküm olarak kullanılabilirler.

Düşük yoğunluklu tipleri, 10°C 'de 0,018-0,022 W/mK ve 100°C'de 0,027-0,031 W/mK 'lik ısı iletkenlik değerine, yüksek yoğunluklu tipleri ise, 20°C'de 0,024-0,029 W/mK ve 50°C'de 0,027-0,032 W/mK 'lik ısı iletkenlik değerine sahip olan fenol köpükler açık gözenekli yapılan sebebiyle, su, hava ve buhara karşı yalıtımları

düşüktür. Buhar difüzyon direnç katsayıları $\mu = 6,8-10$ değerinde olan bu köpükler, kolay su alabilen, kapiler özellikte, kırılğan ve düşük mekanik dayanımdadırlar [9].

3.4.7. Mantar levhalar

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

Heterojen yapıli ve örnekten örneğe değişen ısı iletkenlik katsayısına sahip olan mantar, piyasada kabuk, pano, karo vb. şekillerde bulunmaktadır. Ayrıca mantar, bir bağlayıcı ya da çimento harcına katılarak, ısı tutucu katkıli sıva veya şap halinde de uygulanabilmektedir. Genel özellikleri açısından yapıştırılması, çivilenmesi, kesilmesi kolay, çürümeyen, zor yanan (ancak alev alınca, sonuna kadar yanan), is çıkararak yanan, +130°C 'ye kadar kullanılabilen, 0,04–0,06 kcal/mh°C 'lik ısı iletkenlik değerine ve 120-190 kg/m³ yoğunluğa sahip bir malzemedir. Bu özelliklere ek olarak higroskopik (havanın nemini çeken) olan, kimyevi maddelere dayanıklı, ancak halojenlere, amonyağa ve eter yağlarına dayanıksız olan mantar, basınç altında bitüm gibi bir bağlayıcı eklenerek daha dayanıklı levha mantarlar elde edilebilmektedir. Bu tür levha mantarlar zor yanan, hemen hemen su almayan ve haşarat barındırmayan özelliktedirler [9].

3.4.8. Poliüretan

Poliüretan, iki ayrı kimyasal komponentin bir araya getirilmesi ile üretilir.

Levha,

sandviç panel ve püskürtme yöntemiyle kullanılan bir ısı yalıtım malzemesidir.

Poliüretanların özellikleri şöyledir [14];

Levhalar için;

Isı iletkenlik hesap değeri 0,035 W/Mk 'dır.

Kullanım sıcaklığı: -200 / +110 °C

Yanma sınıfı: B1 - B2 - B3 sınıfı zor, normal ve kolay alev alan

Yoğunluk: 30 – 40 kg/m³

Buhar difüzyon direnç katsayısı: 30–100

Su emme: hacimce %3–5 arası

Mekanik dayanım: 100 – 400 kPa (10 – 40 ton/n²)

Püskürtme için;

Isı iletkenlik hesap değeri 0,035 W/mK

Kullanım sıcaklığı: -200 / +110 °C

Yanma sınıfı: B1 - B2 - B3 sınıfı zor, normal ve kolay alev alan

Yoğunluk: 30 – 40 kg/m³

Buhar difüzyon direnç katsayısı: 30–100

Su emme: hacimce %3–5 arası

Mekanik dayanım: 100 – 400 kPa (10 – 40 ton/m²)

3.5. Isı Yalıtımında Kullanılan Malzemelerinin Teknik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Ülkemizde yüksek pazar payına sahip ısı yalıtım malzemeleri ekspande polistren levha, ekstrüde polistren levha ve mineral yünlerdir. Taş yünü, ekspande polistren levha ve ekstrüde polistren kullanılarak gerçekleştirilen uygulamalar, yalıtım malzemesinin teknik özelliklerine göre değişen sistem performansları sergilemektedirler. Söz konusu üç malzeme de ısı yalıtım malzemesi olmasına rağmen sahip oldukları yoğunluk, ısıl iletim katsayısı, yamalık sınıfı, boyut stabilitesi, buhar difüzyonu, ses yalıtım değerleri gibi temel teknik özellikleri ile farklılık göstermektedirler.

Isı iletim katsayısı: Ekspande polistrenin ısı iletkenliği yoğunluğuna bağlıdır. Yoğunluk arttıkça ısı iletkenliği azalır. Ekspande polistrenin ısı iletkenliği hesap değeri, yoğunluğun 15-45 kg/m³ arasında değerler alması halinde, 0,033

ile 0.040 W/mK arasında değer alır. Ekstrüde polistrenin ısı iletkenliği kullanılan şişirici gaza göre değişmektedir. En düşük ısı iletkenliği Ozon'a zarar veren CFC'lerle sağlanmaktadır. Ozon'a daha az zarar veren HCFC 'lere geçildikçe, ürünün ısı iletkenliği artmakta ve iklim değişikliklerine sebep olan sera etkisi görülmektedir. HCFC'lerin kullanımı yasaklanmıştır. Bu durumda şişirici gaz olarak HFC'ler veya CO₂ kullanılması gereklidir. Bu gazların kullanımı ısı iletkenliğinde yine artışa sebep olmaktadır. Ekstrüde polistrenin ısı iletkenliği hesap değeri, şişirici gaza bağlı olarak, 0,030–0,045 W/mK arasında değerler alır. Sonuç olarak yalıtım projesinde ekspande polistren veya ekstrüde polistren yazılması, ürünün ısı iletkenliğinin tanımlanması için yeterli değildir. En az ekspande polistren için hangi yoğunluğun seçileceği belirtilmeli; ekstrüde polistren için ise, kullanılan şişirici gaz tanımlı olmalıdır. Mineral yünlerin (cam yünü, taş yünü) ısı iletkenlik hesap değerleri 0,040 W/mK ' dır.

Basınç Dayanımı: Mineral yünlerinin %10 deformasyondaki basınç gerilmesi/dayanımı EN 13162'de 0,5–500 kPa arasında verilmektedir. EPS için %10 deformasyondaki basınç gerilemesi EN 13163'te 30–500 kPa olarak verilmekte; XPS'in %10deformasyondaki basınç gerilmesi/dayanımı ise, EN 13164'te 100–1000 kPa olarak verilmektedir.

Su buharı difüzyon direnç faktörü: Mineral yünlerinin su buharı dirençleri çok küçüktür, havaya eşdeğerdir ($\mu=1$). EPS 'nin buhar direnci geniş bir aralıkta değişebilir($\mu=20-100$). Dolayısı ile de uygulamanın gerektirdiği şartlar malzeme israfına sebep olmadan sağlanabilir. XPS'in buhar direnci genellikle yüksektir ($\mu =80-200$). Özel ürünlerde 250'ye kadar çıkabilir.

Yapı fiziğinin büyük önem kazandığı günümüzde, bu çalışmaların önemli bir bölümünü yapı kesitlerinin nefes alabilir şekilde dizaynı oluşturmaktadır. Buhar difüzyon direnci düşük malzemelerin kullanılması, arzu edilen bu özelliği yapı kabuğuna kazandırmaktadır. Bu nedenle taş yünü levhalar ile yapılan mantolama uygulamaları ile diğer ürünlere oranla daha düşük buhar difüzyon direncine sahip kesitler elde edilebilir.

Su emme durumu: Mineral yünleri, açık gözenekleri sebebiyle, özel olarak tedbir alınmaz ise, su emmeleri çok yüksek malzemelerdir. (Hacimce cam yünü % 3-10, Taş yünü %2,5-10)

Kapalı gözenekleri sebebiyle EPS ve XPS 'in su emmeleri düşüktür.(Hacimce XPS % 0-0,5 max., EPS %0-5) Belirli yoğunluklarda EPS 'nin su emme değerleri XPS 'in su emme değerine kadar düşebilir.

Boyut stabilitesi: Sıva ve şap altı uygulamalarında kullanılan yalıtım malzemelerinin boyutsal kararlılığı büyük önem taşımaktadır. Özellikle, üretim teknolojisinden kaynaklanan sebeplerden dolayı, EPS yalıtım plakalarının boyutsal kararlılığa ulaşması yaklaşık 6-7 haftalık bir dinlendirilme süresinin sonunda oluşmaktadır. Malzeme bu sürenin bir kısmını blok, bir kısmını ise levha formunda iken tamamlamalıdır. Gerek EPS, gerekse XPS ısı yalıtım levhaları gözenekli hücre yapısına sahip olmaları nedeni ile ısıl değişimler karşısında boyutsal değişim göstermektedir. Her iki ürünün de lineer uzama katsayıları ve sıcaklık farklarındaki boyutsal değişimleri taş yünü mantolama levhalarına oranla çok daha yüksektir.

Yanıcılık sınıfı: EPS ve XPS, petrol türevi polistren hammaddesi kullanılarak imal edilen yalıtım malzemeleri olup maksimum kullanım sıcaklıkları 75 °C'dir. Bu dezavantajları nedeni ile yurtdışında yangın riskinin yüksek olduğu bitişik nizam veya çok katlı binalarda bu ürünler belli sınırlar dâhilinde kullanılmaktadır. Ülkemizde de 2002 yılı sonunda Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Yangında Korunma Yönetmeliği gereğince söz konusu malzemelerin kullanım alanları sınırlandırılmıştır. Bu malzemeler DİN 4102 standardına göre yanıcı malzemeler olup B1 sınıfı malzemelerdir. İmalatları sırasında kullanılan yanma geciktirici maddeler, bu malzemelerin yanıcılık sınıflarını bir miktar iyileştirmekle birlikte yanmaz malzeme haline getirmemektedir. Taş yünü ise DİN 4102 standardına göre A sınıfı yanmaz malzeme olup 750 °C maksimum kullanım sıcaklığı ile yangına karşı üstün bir performans göstermektedir. Mantolamada, EPS veya XPS kullanılsa bile, alev yalması ile yangının diğer hacimlere sıçramasını engellemek ve yangının

yayılma hızını azaltmak için, pencere ve kapı kasalarının etrafının taş yünü ile yalıtılması gerektiği unutulmamalıdır.

Ses yalıtımı: Ses yalıtımında temel prensip, dinamik sertliği düşük (yumuşak) malzemelerin sesin geçişinin engelleneceği yapı kesitine yerleştirilmesi ve hava ile yayılan sesin mekanik (hareket) enerjisinin, yalıtım malzemesi bünyesinde absorbe edilmesidir. EPS ve XPS kapalı gözenekli yapılan nedeni ile ses yalıtımı yapmazlar. Taş yünü ise açık gözenekli ve lifli yapısı ile iyi bir ses yalıtım malzemesidir. Bu nedenle ses yalıtımın önemli olduğu mantolama uygulamalarına en uygun ürün taş yünü mantolama levhalarıdır.[13,15]

BÖLÜM 4. BİNALARDA ISI YALITIMI

4.1. Dizayn Esasları

Bina dizaynında hatalar 3 temel esasa dayanır. Bunlar tasarım, işçilik ve kullanım (amaç dışı kullanım) hatalarıdır. Tasarım hatası olarak üç boyutlu malzemelerin ne oldukları, birbirine nasıl uyum sağlayacakları ve proje hataları söylenebilir. İşçilik ise kullanılan malzemelerin kalite ve özelliklerini ifade eder Kullanım hataları binanın amaç dışı bir maksada ayrılmasıdır. Yapılan araştırmalarda binalarda görülen 500 hatanın %42'si tasarım (proje) hatası,%47 işçili ve %11 beklenmeyen kullanım dışı hataları içermektedir. Bütün bunlara karşın tüm bu hataları %50 oranında nem etkilemektedir.

Binalarda nem kaynaklarının en etkin şekli, dış yağmurlardan ziyade içerde ki su buharıdır. Çünkü, konutlarda yaklaşık olarak günde 7 kg su buharlaşır; Eğer çamaşır kurutma var ise bu rakam 15–20 kg/gün'e ulaşabilir. Bu iki kov suyu evin içine dökmeye karşılıktır. Ayrıca doğal havalandırma ile içeri gire atmosfer gazları da yoğunlaşabilir. Bu nedenle, binalar suyun içerde buharlaşır dışarıda yoğunlaşmasını sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu işlemin yerine getirilmesi için, su buharını yoğunlaşmadan dışarı atılabilecek havalandırma yapılmalıdır. Ayrıca, havanın daha fazla su buharı taşıyabilmesi için ısıtma ve yapı ek inancının su buharının yoğunlaşmasına izin vermemesi gerekir[1].

4.2. Binalarda Isı Kayıpları

Binalarda ısı kayıpları, her ne kadar binanın mimarı 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 döşemesinde ve %17' si hava kaçaklarından oluşur. Tek katlı bir konutta ısı kayıpları dış di varlardan %25, çatıdan %22, pencerelerden %20, bodrumdan %20 ve hava kaçaklarından %13

olarak belirlenmiştir. Bu rakamlardan da anlaşılacağı gibi, bunlarda en fazla ısı kaybı sıra ile duvarlar, pencereler, tavan-çatı ve döşemelerden olmaktadır.

Yapılarda ısı yalıtım uygulamalarını,

- a) Sabit yatırımlar,
 - b) İşletme masrafları ve
 - c) Çevre ve insan sağlığına olan etkisi
- Yönünden incelemek gerekir.

Aynı konumda bulunan yalıtılmış ve yalıtılmamış iki bina sabit yatırımlar \ işletme giderleri yönünden karşılaştırılsın. Yalıtılmış binanın sabit yatırımlar yönünden değerlendirilmesinde;

- Kazan ısıtma yüzeyi,
- Yakıt tankı,
- Brülörün kapasitesi,
- Sirkülasyon pompası,
- Baca kesiti,
- Kazan dairesi,
- Giriş-çıkış kolektörleri,
- Vanalar,
- Genleşme tankı,
- Boru çapları ve
- Radyatör ısıtma yüzey alanları

Dikkate alınır.

- Yalıtım nedeniyle imalat iş gücü artar ve
- Tesisin kuruluş iş gücü kısalır.

Yalıtılmış binanın, işletme giderleri yönünden değerlendirilmesinde ise

- Yakıt giderleri %35-40 azalır,
- Elektrik giderleri düşer ve
- Tesisin bakım giderleri azalır.

Yalıtılmış binanın çevre ve sağlık yönünden karşılaştırılmasında şu hususlar göz önüne alınmalıdır.

- Atmosfere atılan emisyon azalır,

- Çevre kirliliği düşer,
- Gürültü kirliliği azalır,
- Sera etkisinin azalmasına neden olur,
- İnsan sağlığına pozitif katkı sağlar,
- Binaların ısı performansını iyileştirir ve binanın korunması sağlanır ve
- Yalıtım ve inşaat sektörüne katkı sağlar.

Binalarda ısı yalıtımının nedenli önemli olduğu yukarıda açıklandı. Enerji tasarrufu için sadece binanın yalıtımı yetmez. Bina yalıtımı ile birlikte, bina içinde kullanılan ısıtma, soğutma ve sıcak su tesisatlarının da mutlaka yalıtılması gerekir. Tesisatın yalıtılması ile enerji kayıp veya kazancının dışında, borular üzerinde yoğuşmanın önüne geçilir.

Binalarda enerji tasarrufunun temeli doğru detay, nitelikli malzeme kullanımı ve doğru uygulamaya dayanır. Yalıtım aslında bir uzmanlık dalıdır. Bu nedenle, yalıtım uygulamaları bu işi bilenler tarafından yapılmalıdır [1].

4.3. Dış Duvarların Yalıtımı

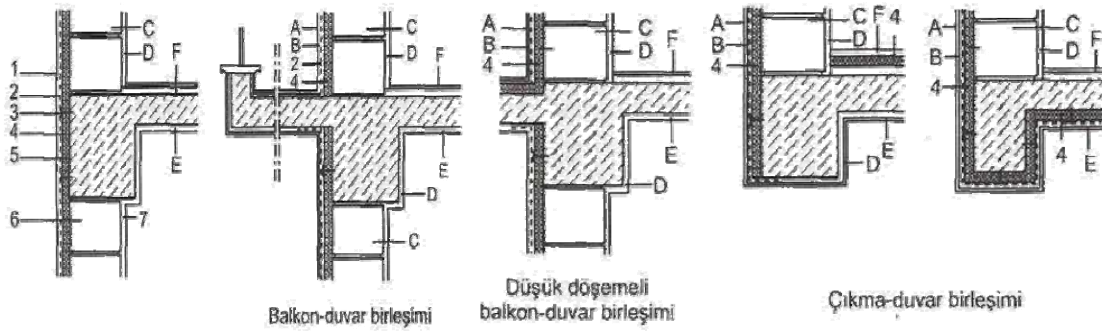
Binalarda dış duvarlardan olan ısı kaybı binanın yüksekliğine göre artar. Diğer bir ifadeyle dış yüzey ne kadar büyürse, ısı kayıplarda o ölçüde artmaktadır. Çok katlı binalarda toplam ısının yaklaşık %40'ı dış duvarlar yoluyla kaybolur. Tek katlı binalarda dış yüzeyin küçülmesi nedeniyle, ısı kayıpları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

Binaların dış duvarların doğrudan atmosferik şartlara maruzdur. Özellikle dört iklimin yaşandığı ülkemizde, yapı bileşenlerinde oluşan genleşme ve büzülme gibi fiziksel değişimler, binaların güvenilir ve uzun ömürlü olmasına negatif yönde etki eder. Fiziksel değişimleri önlemek ve daha güvenilir mekânlara kavuşmak için, binalar standart ve yönetmeliklere uygun yalıtım malzemeleriyle yalıtılmalıdır [1].

4.3.1. Dıştan yalıtım

Dış duvarların yalıtımında duvar yüzeleriyle birlikte kolon, kiriş, lento, hatıl ve perde duvar gibi yapı elemanlarını da yalıtılmak gerekir. Bu elemanların yalıtılmasıyla, ısı köprüleri ortadan kalkar ve yapı elemanları atmosferik şartlara karşı korunur.

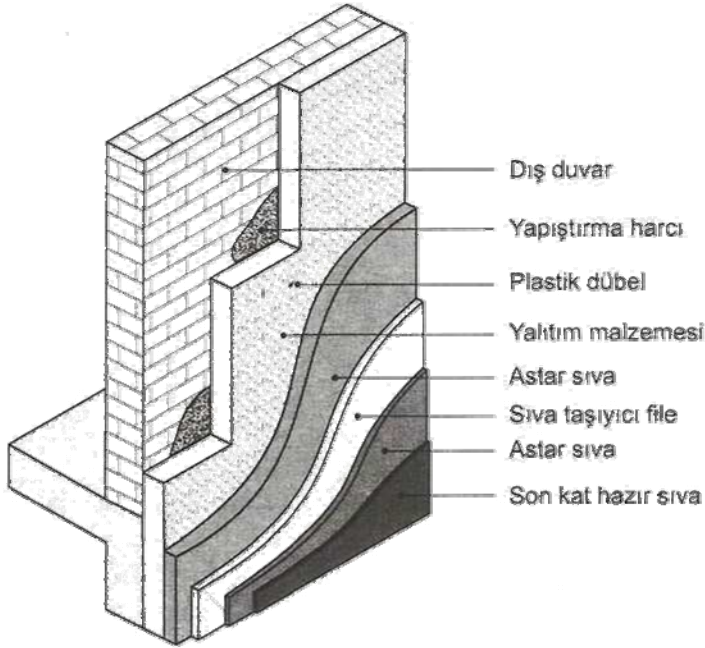
Dıştan yalıtılmış bir dış duvarın yalıtım detayı Şekil 4.1'de verilmiştir. Şekilde düşük döşemeli balkon-duvar birleşimi(a), balkon duvar birleşimi(b), ve çıkma-duvar birleşimi(c) detayları gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Dıştan yalıtımlı duvarlar

- | | |
|--|-------------------------|
| 1. Dış cephe kaplaması | A. Dış cephe kaplaması |
| 2. File taşıyıcılı ince sıva veya Rabitz telli normal dış sıva | B. Sıva |
| 3. Dübel (ısı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur) | C. Duvar konstrüksiyonu |
| 4. Isı yalıtımı | D. İç sıva |
| 5. Yapıştırıcı (ısı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur) | E. Tavan sıvası |
| 6. Duvar konstrüksiyonu | F. Döşeme kaplaması |
| 7. İç sıva | |

Şekil 4.2'de dıştan yalıtılmış bir dış duvarda yalıtım detaylarının perspektifi verilmiştir. Yalıtım levhaları, yüzeye yapıştırıcı sürüldükten sonra aralarında boşluk kalmayacak şekilde duvara tespit edilir. Yapıştırma harcı genel olarak yaklaşık 24 saatte kurur. Harç kurduktan sonra yalıtım levhalarını sağlamlaştırmak için

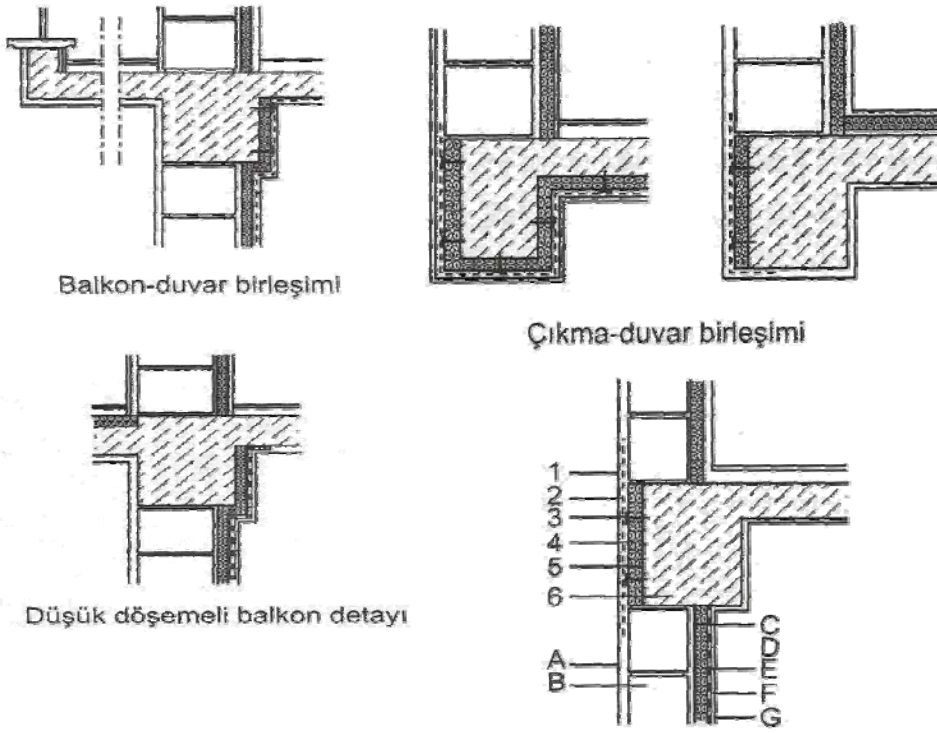


Şekil 4.2. Dıştan yalıtılmış bir duvarın yalıtım detaylarının perspektif görünümü

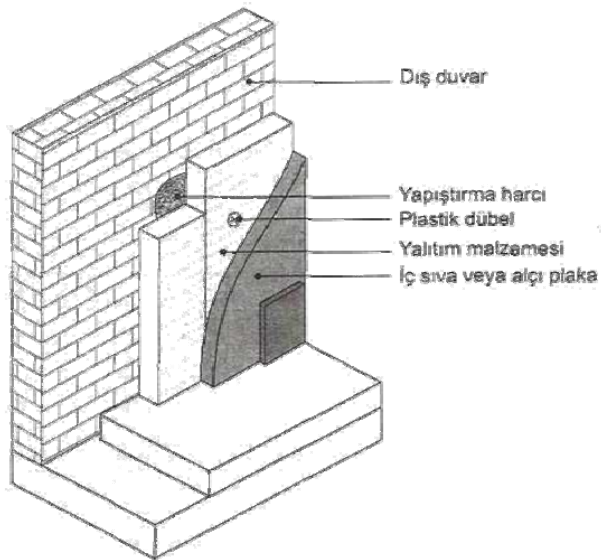
Özel yalıtımlı dübellerle m^2 'ye 6 adet gelecek şekilde levhalar dübellenir. Yalıtım levhası üzerine çok ince astar sıva yapılır. Astar sıva üzerine cam kumaşı esaslı 145-160 gr/m^2 olan file, kenarları 10 cm birbirinin üzerine girebilecek şekilde yerleştirilir. File üzerine yine astar bir sıva atılır. Bu katmanlar kurduktan sonra son kat sıva yapılarak yalıtım uygulaması tamamlanır[1].

4.3.2. İçten yalıtım

Dış duvarların içten yalıtımı, ancak dış taraftan ısı yalıtımı tercih edilemeyen durumlar için uygulanabilir. Dış duvarlara bağlı olan kolon, kiriş ve perde gibi yapı elemanları, ısı köprüsü oluşmaması için yalıtılmalıdır. Şekil 4.3 iç duvarların içten yalıtılması ile ilgili olarak detayları göstermektedir. Şekilde asmolen döşeme (a), çıkma duvar birleşimi (b) Balkon-duvar birleşimi (c) ve düşük döşemeli balkona ait yalıtım detayı verilmiştir.



Şekil 4.3.. Dış duvarların içten yalıtım görünümü



Şekil 4.4 İçten yalıtılmış bir dış duvarın yalıtımına ait perspektif

Şekil 4.3. Dış duvarların içten yalıtımı gösterilmiştir

Şekil 4.4.' de ise içten yalıtıma ait perspektif görünüm

- | | |
|--|---|
| 1. Dış cephe kaplaması | A. Dış cephe kaplaması |
| 2. Rabitz telli sıva | B. Duvar kontrüksiyonu |
| Dübel (ısı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur) | C. Yapıştırıcı |
| 3. Isı yalıtımı | D. Isı yalıtımı |
| 4. Yapıştırıcı (ısı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur) | E. Buhar kesici membran (yoğuşma kontrolüne göre gerekiyorsa) |
| 5. Betonarme kiriş | F. Alçı sıva (donatı filesi ile) ve ya alçı plaka (ek yerlerine file bandı kullanılmalıdır) |
| | G. Saten alçı ve iç kaplama |

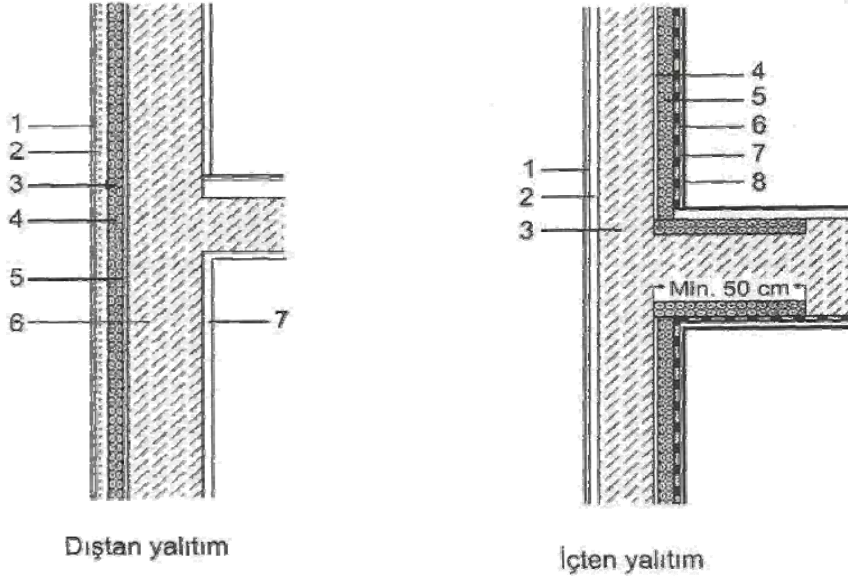
Dış duvarların dıştan veya içten yalıtılmasının avantaj ve dezavantajları vardır. Dıştan yalıtım yapı elemanlarını atmosferik şartlara karşı korur. Sıcaklık farkı nedeniyle, yapı elemanlarında meydana gelen genleşme ve büzülme gibi fiziksel değişimleri minimum seviye tutar veya tamamen önler. Bu durum binaların daha uzun ömürle olmasını sağlar.

İçten yalıtımda yapı elemanı atmosferik şartlara karşı korunamaz. Bu nedenle, binaların ömrü ve güvenilirliği daha az olur. Fakat içten yalıtım dıştan yalıtıma göre daha kolay ve işçiliği daha azdır[1].

4.3.3. Kolon kiriş ve perde duvarların yalıtımı

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

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



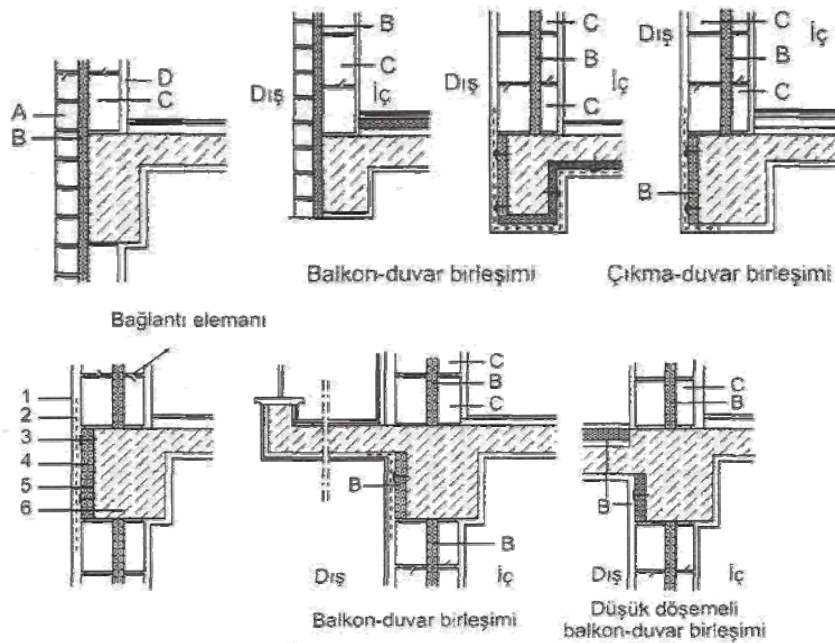
Şekil 4.5. Kolon ve beton perde duvarların yalıtımı, dıştan yalıtım(a), içten yalıtım(b)

- | | |
|--|--|
| 1. Dış cephe kaplaması | 1. Dış cephe kaplaması |
| 2. File taşıyıcılı ince sıva veya rabitz telli normal sıva | 2. Sıva |
| 3. Dübel (ısı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur) | 3. Betonarme perde |
| 4. Isı yalıtımı | 4. Yapıştırıcı (ısı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur) |
| 5. Yapıştırıcı (ısı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur) | 5. Isı yalıtımı |
| 6. Duvar kontrüksiyonu | 6. Buhar kesici membran (yoğuşma kontrolüne göre gerekiyorsa) |
| 7. İç sıva bandı | 7. Alçı sıva (donatı filesi ile veya alçı plaka (ek yerlerine file kullanılmalıdır)) |
| | 8. İç kaplama |

Kolon, kiriş ve perde duvarların yalıtımı, hem beton duvarlardan kalıp içim yalıtım levhası yerleştirilmesi, hem de beton döküldükten sonra dış yüzeye tespit edilerek yapılabilir. Bu elemanlar dıştan yapılmalı ve TS 825 ısı yalıtım yönetmeliğinde verilen esaslara uygun düşen enerji limitleri içinde kalmalıdır. Ayrıca tavan ve taban detayları ısı köprüsü oluşumuna engel olacak şekilde çözülmelidir[1].

4.3.4. Sandviç duvarların yalıtımı

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



Şekil 4.6. Sandviç duvarların yalıtımı

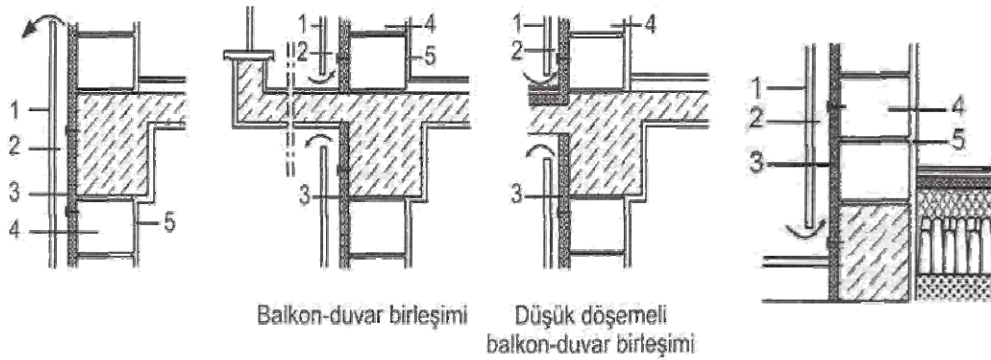
- | | |
|--|--|
| 1. Dış cephe kaplaması | A. Pres tuğla |
| 2. Rabitz telli sıva | B. Isı yalıtımı |
| 3. Dübel (ısı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur) | C. Duvar malzemesi (gaz beton, tuğla, bims, vb.) |

3. Isı yalıtımı D. İç sıva
4. Yapıştırıcı (ısı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur)
5. Betonarme kiriş veya döşeme alanı

Şekilde balkon-duvar birleşimi (a), düşük döşemeli balkon-duvar birleşimi (b), farklı balkon-duvar birleşimi (c) ve düşük döşemeli balkona ait yalıtım detayları verilmiştir[1].

4.3.5. Havalandırmalı duvarların yalıtımı

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

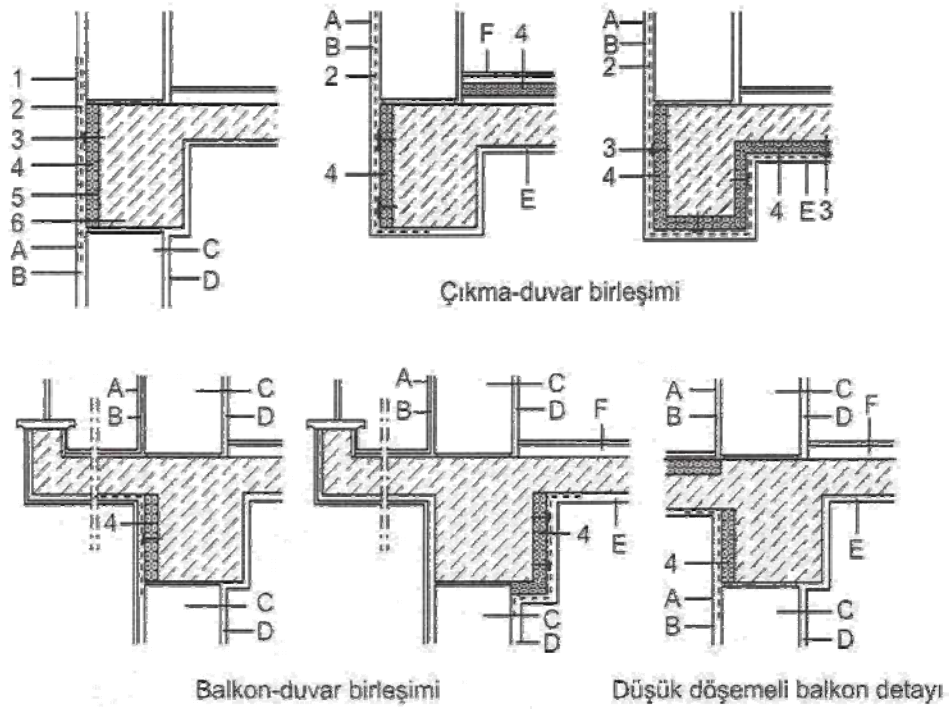


Şekil 4.7. Havalandırmalı duvarların yalıtımı, asmolen döşeme (a), balkon-duvar birleşimi (b), düşük döşemeli balkon-duvar birleşimi (c) ve çıkma duvar birleşimi (d)

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

4.3.6. Yalın duvarların yalıtımı

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

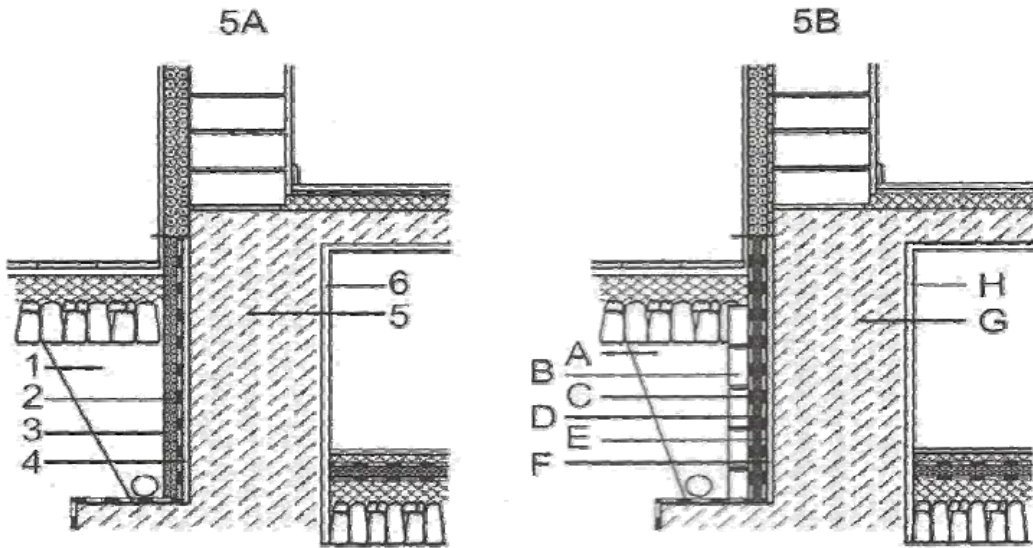


Şekil 4.8. Yalın duvarların yalıtım detayı, çıkma duvar birleşimi (a) balkon duvar birleşimi (b) ve düşük döşemeli balkon detayı (c)

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

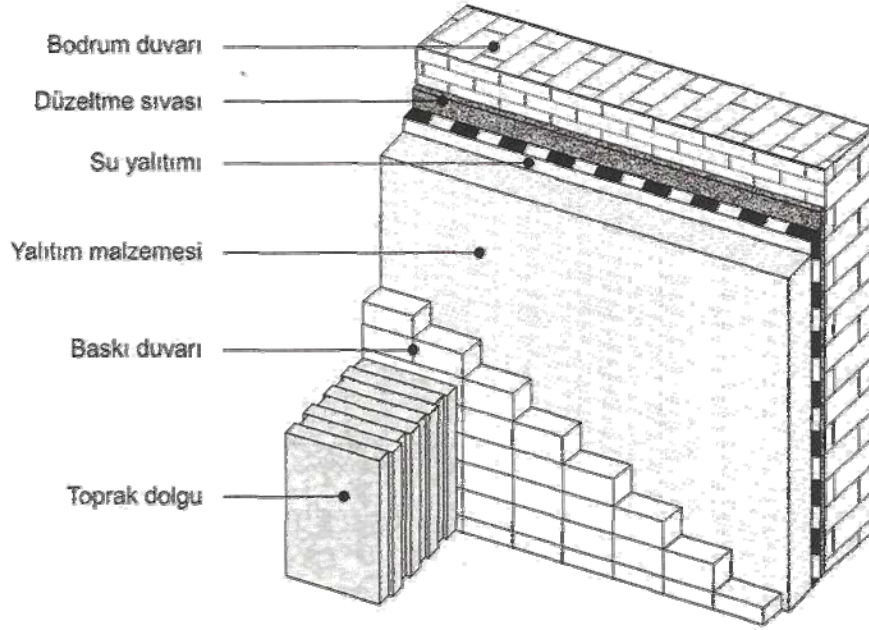
4.3.7. Toprak temaslı temel duvarlarda ısı yalıtımı

Temel duvarı, binanın toprakla temas eden duvar ve zemin alanlarını kapsar. Temel duvarlarda yalıtım, binayı dışardan çevreler. Şekil 4.9 toprak temaslı temel duvarlarında ısı yalıtım detaylarını göstermektedir. Temel duvarların dıştan yalıtımında ısı yalıtımı ile birlikte su yalıtımı da yapıldığından, binanın temel duvarlarını dış etkilere karşı korur ve yapının ömrünü uzatır. Temel duvarların dış yalıtımının avantajı ısı köprüsü oluşturmadan yapıyı dıştan sarması ve binayı mekanik hasarlardan korumasıdır. Şekil 4.10' da toprak temaslı temel duvarının ısı yalıtım detayına ait perspektif verilmiştir.



Şekil 4.9. Toprak temaslı temel duvarlarında ısı yalıtımı, baskı duvarı yok (a), baskı duvarı var (b)

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



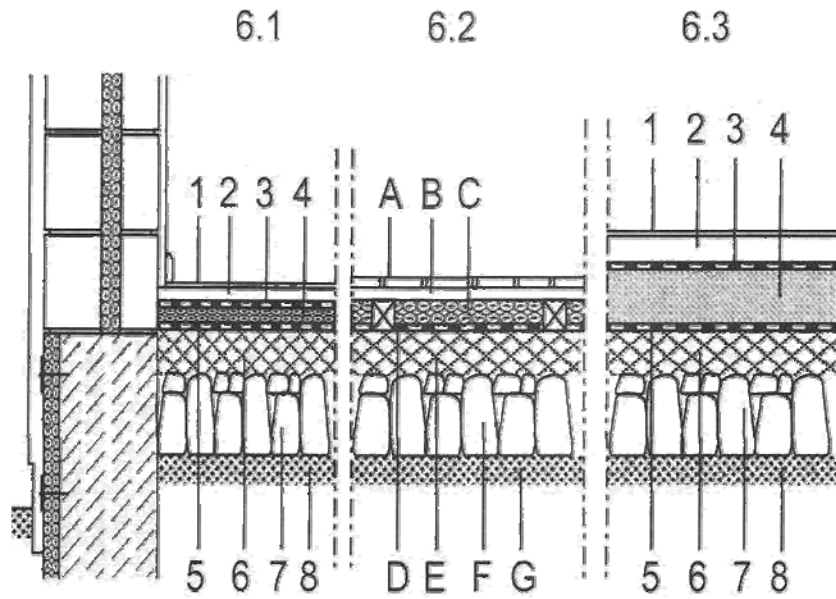
Şekil 4.10. Toprak temaslı temel duvarın yalıtım perspektifi.

4.4. Döşemelerin Yalıtımı

Binalarda tüm yapı elemanlarında olduğu gibi bodrum ve döşemelerden belli oranda ısı kayıpları olur. Bu oran tek katlı binalarda %20, çok katlı binalarda ise % 6'dır. Döşemelerde ısı yalıtımı uygulamaları döşemenin durumuna göre zemine oturan döşemeler, çıkma döşemeler, merkezi ısıtma olmayan ara kat döşemeleri ve ısıtılmayan hacim üstü açık geçit döşemeleri olarak adlandırılır.

4.4.1. Zemine oturan döşemeler

Zemine oturan döşemelerde bünyesine su emmeyen ve basma mukavemeti yüksek olan ısı yalıtım levhaları kullanılmalıdır. Su yalıtımı döşeme betonunun ve ısı yalıtım levhalarının altında veya üstünde uygulanabilir. Isı yalıtım malzemesi toprakta bulunan kimyasal maddelerden etkilenmemelidir.



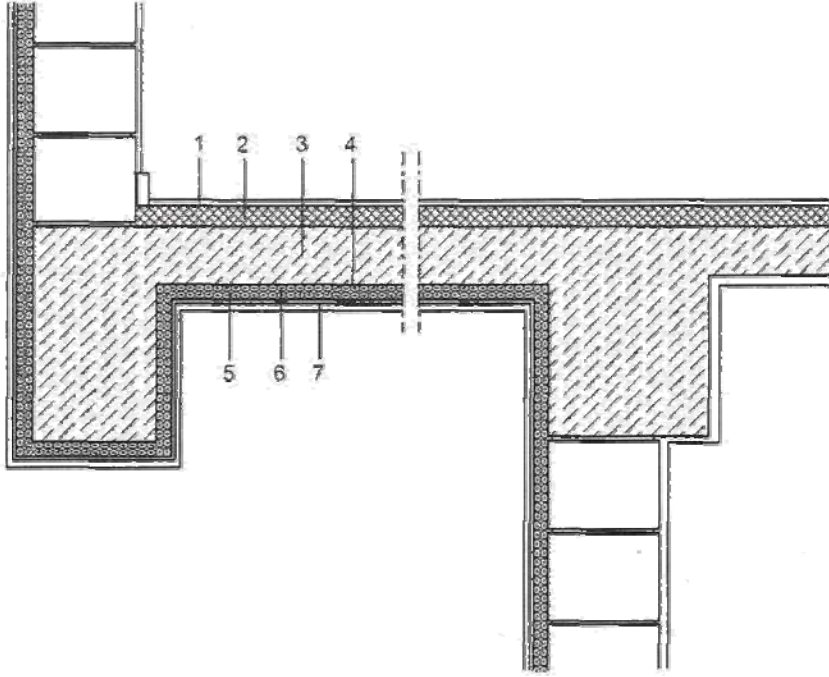
Şekil 4.11'de zemine oturan döşemelerin ısı yalıtım detayları gösterilmiştir.

6.1	6.2	6.3
1. Dış cephe kaplaması	A. Ahşap parke	1. Döşeme kaplaması
2. Şap min. 5 cm	B. Ahşap kör döşeme	2. Şap min. 5 cm
3. Bir kat serbest su yalıtım membranı	C. Ahşap kadranlar	3. Su yalıtım membran
4. Isı yalıtımı	D. Su yalıtım membran	4. Cüruf veya perlit dolgu
5. Su yalıtım membran	E. Grobeton (mala perdahlı)	5. Su yalıtım membran
6. Grobeton	F. Blokaj	6. Grobeton (mala perdahlı)
7. Blokaj	G. Toprak zemin	7. Blokaj
8. Toprak zemin		8. Toprak zemin

4.4.2. Çıkma döşemeler

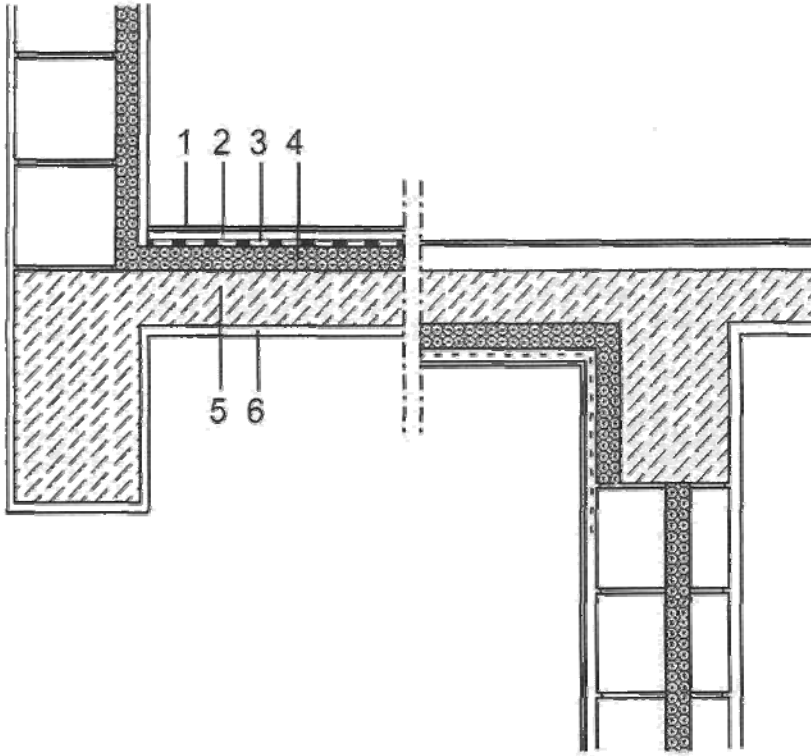
Çıkma döşemeler zemin kat üzerinden dışarıya çıkıntı yapılması nedeniyle, yapılan çıkıntı kadar alt kısım dış hava ile temastadır. Bu nedenle, yalıtımın dıştan yapılması

tercih edilir. Şekil 4.12'de çıkma döşemelerin dıştan yalıtımı gösterilmiştir. Isı yalıtım levhası betonarmeye dübelle bağlanır. Yalıtım levhası üzerine file taşıyıcın ince sıva veya rabitz telli normal sıva uygulanır. Dıştan yalıtımda su yalıtım membran yoktur.



Şekil 4.12. Çıkma döşemelerin dıştan yalıtımı

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

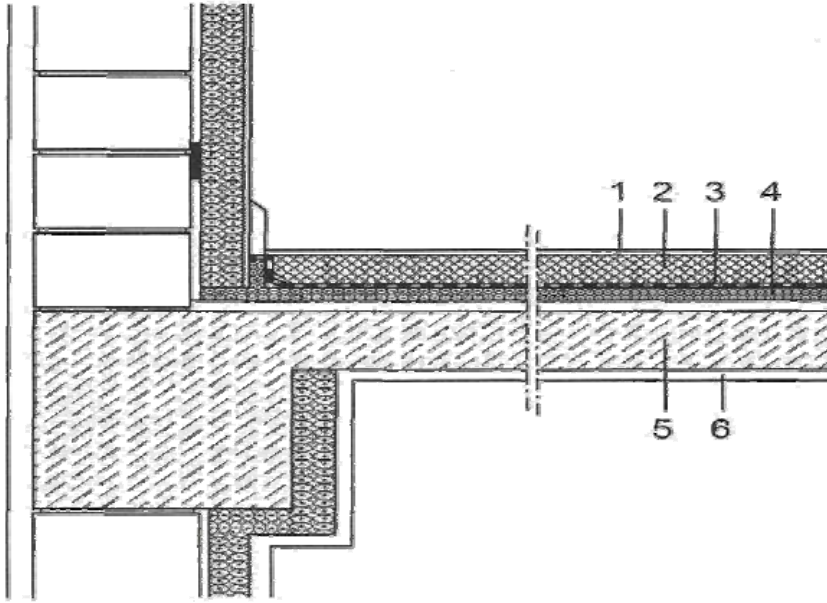


Şekil 4.13. Çıkma döşemelerin içten yalıtımı

1. Döşeme kaplaması
2. Yüzer sap
3. Su yalıtım membranı (ısı yalıtımı olarak XPS kullanılırsa ayrıca tabaka)
4. Isı yalıtımı
5. Betonarme plaka veya asmolen döşeme
6. Sıva

4.4.3. Merkezi ısıtması olmayan ara kat döşemelerin yalıtımı

Merkezi Isıtması olmayan ara katlarda sıcaklık dağılımı homojen değildir. Mekânlar arasında sıcaklık farkları bulunur. Bu nedenle, bir kat su yalıtım membranı kullanılmalıdır. Yalıtım döşemenin üst kısmında yapılmalıdır. Şekil 4.14'de merkezi ısıtması olmayan ara kat döşemelerin yalıtım detayları gösterilmiştir.

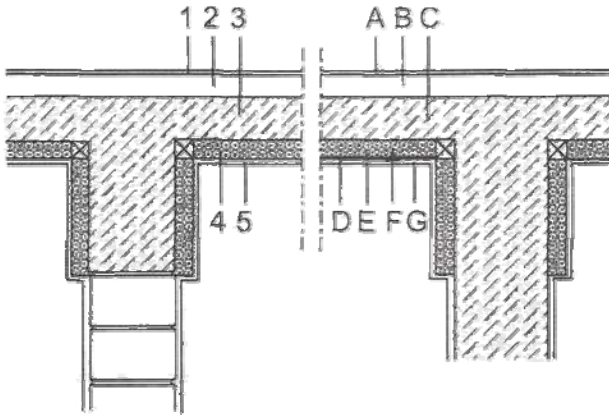


Şekil 4.14. Merkezi ısıtması olmayan ara kat döşemelerin yalıtımı

1. Döşeme kaplaması
2. Yüzer şap 5 cm (donatılı, anolu, 400 dozlu)
3. Bir kat serbest su yalıtım membranı
4. Isı yalıtımı
5. Betonarme plak veya asmolen döşeme veya gazbeton döşeme paneli
6. Sıva

4.4.4. Isıtılmayan hacim üstü açık geçit üzeri döşemelerin yalıtımı

Şekil 4.15'de yalıtım detayları gösterilmiştir. Yalıtım alttan yapılmalıdır. Isı yalıtım levhası betonarme döşeme üzerine ahşap kadronlar araşma uygulanabileceği gibi, betonarme döşeme üzerine yapıştırıcı koyulduktan sonra da üzerine ısı yalıtım levhası uygulanır. Her iki durumda da su yalıtımı yapılmayabilir[23].



Şekil 4.15. Isıtılmayan hacim üstü açık geçit üzeri döşemelerin yalıtımı

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. Döşeme kaplaması | A. Döşeme kaplaması |
| 2. Düzeltme şapı 3-5 cm | B. Düzeltme şapı 3-5 cm |
| 3. Betonarme döşeme | C. Betonarme döşeme |
| 4. Ahşap kadronlar arası ısı yalıtımı | D. Yapıştırıcı (ısı yalıtımı kalıp içerisine konursa gerek yoktur) |
| 5. Sunta, alçı plaka vb. kaplama | E. Isı yalıtımı |
| | F. Dübel |
| | G. File taşıyıcılı ince sıva veya rabitz telli normal sıva |

4.5. Çatıların Yalıtımı

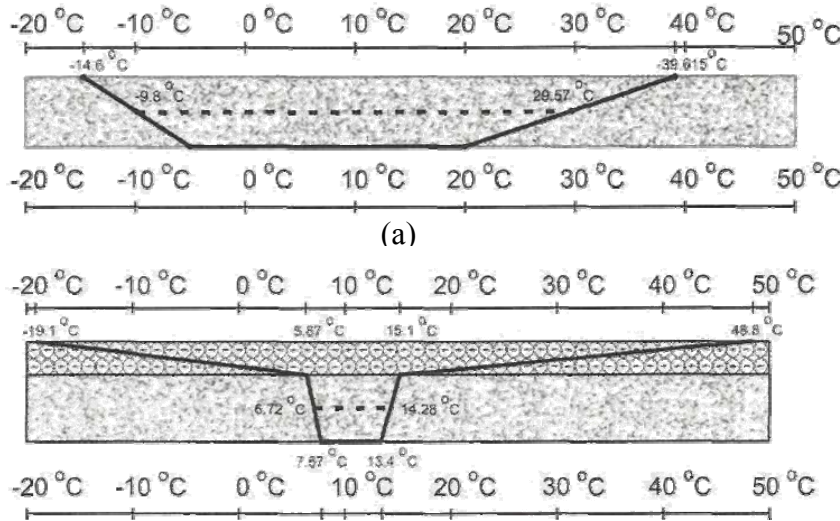
Çatı, bina veya iskeleti yukarıdan örten ve yapıyı tamamlayan bir elemandır. Bu nedenle, çatılar binayı oluşturan her bir elemanı dışardan gelebilecek çevresel tesirlere karşı koruyan yüksek derecede dayanıklı olmalıdır. Çatılara gelen dış etkiler yağmur, kar, don, rüzgar, güneş ışınımı ve gürültüdür. İçerden gelen etkiler ise daha farklı özellik arz eder. Konutlarda insanlardan, mutfaklardan, banyo ve çamaşırlardan çıkan su buharı tavana doğru yükselir. Ayrıca ofisler ve endüstriyel proseslerden çıkan su buharı ve gaz çatıya doğru yükselerek dışarı çıkmak ister. Çatıya doğru yükselen su buharı, ya hemen veya daha sonra yoğunlaşarak kaybolur. Yoğuşma sonucu oluşan nem, yalıtım malzemesi tarafından emilir. Böyle bir durumda yapılan ısı yalıtımı, amaca uygun sonuçlar vermez. Bu nedenle, binalarda

su buharına karşı önlem alınması gerekir. Ayrıca çatının çalışma şartları olarak yapısal emniyeti, içerdeki nem durumu, yangın emniyeti, konfor ve benzeri durumlar göz önüne alınmalıdır.

Binalarda nem kararlılığı ile birlikte ısı kararlılıkta son derece önemlidir. Isıl kararlılığı sağlamanın tek yolu binaların yalıtımıdır. Isı kayıplarını azaltmak için binalarda diğer yapı elemanlarında olduğu gibi çatılarda yalıtılmalıdır. Çatıların yalıtımında fiziksel faktörler, maliyet faktörleri ve yoğuşma riski daima göz önünde bulundurulmalıdır. Burada en önemli faktör yoğuşma riskidir. Bu nedenle binalar, suyun içerde buharlaşıp dışarıda yoğuşacağı şekilde tasarlanmalıdır. Bunun için;

- Su buharının bina içinde yoğuşmadan dışarı atılabilmesi için ventilasyon,
- Havanın daha fazla su buharı tutabilmesi için ısıtma ve
- Bina malzemeleri su buharının yoğuşmasına izin vermeyecek şekilde seçilmelidir (cam, metal vb olmamalı).

Gece gündüz sıcaklık farkları, buharlaşma, iç ve dış ortam arasındaki kısmi buhar basınç farkları ve yüzey sıcaklık farkları nedeniyle, binalarda bir ısı hareketliliği söz konusudur. Çatıların yalıtımı ile bu hareketlilik belli bir oranda stabil hale getirir.



Şekil 4.16. Yalıtımın yapıların ısı hareketliliği üzerindeki etkileri, yalıtımsız (a), yalıtımlı (b)

10 m uzunluğunda, 1 m genişliğinde ve 10 cm kalınlıkta bir beton blok göz önüne alınsın. Yaz ve kış şartları için sadece sıcaklıklar dikkate alınarak basit bir hesaplama yapılabilir. Kış şartları için iç ve dış ortam sıcaklıkları $+10^{\circ}\text{C}$ ve -20°C , yaz şartları için ise $+10^{\circ}\text{C}$ ve $+50^{\circ}\text{C}$ kabul edilsin. Başlangıçta beton blok yalıtımsız ve daha sonra dıştan 5 cm kalınlıkta ısı iletim katsayısı $0,04 \text{ W/m }^{\circ}\text{C}$ olan bir yalıtım maddesiyle yalıtılsın. Şekil (a)'da kış şartlarında beton bloğu etkileyen sıcaklık farkı $-9,6^{\circ}\text{C}$, yaz şartlarında ise bu fark $+19,15^{\circ}\text{C}$ 'dir. Şekil (b)'de kış ve yaz şartlarında beton bloğu etkileyen sıcaklık farkı sadece $+1,7^{\circ}\text{C}$ 'dir. Yalıtım beton bloktaki ısıl hareketliliği önlemiş ve çatı stabil hale gelmiştir.

Genel olarak yapılar tasarlanırken kritik kış durumlarında,

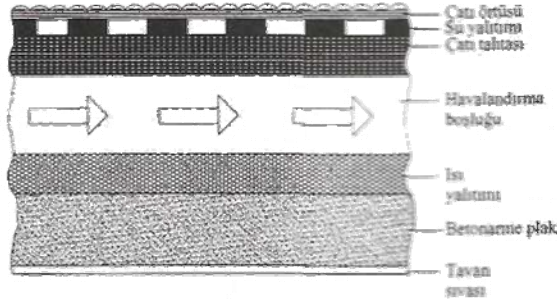
- a) Sürekli su buharı üretiliyorsa vantilasyon gereklidir,
- b) Isıtma giderlerini azaltmak ve binadaki ısıl hareketliliği azaltmak için yalıtılmalıdır,
- c) Binayı kuşatan bütün malzemeler yoğuşma problemlerinden korunmalıdır
- d) Yapı malzemelerinin ısıl iletkenlikleri, buharlaşma karakteristiklerinden bağımsız olmalıdır.

Bu temel açıklamalardan sonra çatı dizaynından söz edilebilir. Çünkü dizayn prensipleri içinde çatılar, duvarlar ve döşemeler gibi aynı öneme sahiptir. Çatı konstrüksiyonunda üç temel çatı dizaynı vardır. Bunlar soğuk çatılar, ılık çatılar ve korunmuş (tersine çevrilmiş) çatılardır

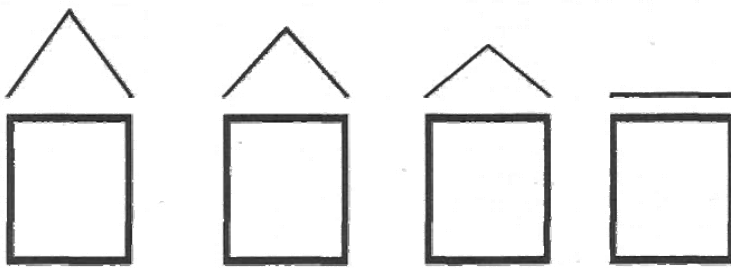
4.5.1. Soğuk çatılar

Yaz mevsiminde çatı araları havalandırılmadığı takdirde, çatı arasındaki sıcaklık artar ve sıcaklık iç mekâna geçerek, iç mekan sıcaklığını artırır. Kışın ise çatı arası sıcaklığı dış ortam sıcaklığından daha yüksek olacağından, çatı üzerinde eriyen karlar nedeniyle, bina ek ve bini yerlerinde akıntılar meydana gelir. Bunu önlemek için çatı arası boşluğu sıcaklığı dış sıcaklık ile dengeye getirilir. Dış sıcaklık ile çatı arası sıcaklığın dengeye getirmek için çatı arası havalandırılmalıdır. Çatı arası boşluğu

havalandırılan çatılar soğuk çatılar olarak bilinir. Soğuk çatının en genel şekli geleneksel kiremitli çatılardır. Her hava boşluğu olan çatı soğuk çatı değildir.



Şekil 4.17. Soğuk çatı dizaynı prensip şeması



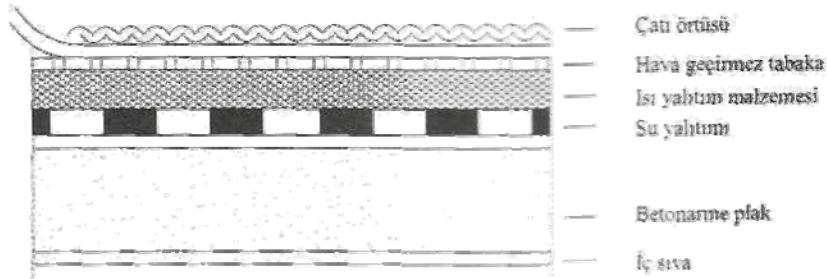
Şekil 4.18.'de soğuk çatı şekilleri gösterilmiştir. Şekil 4.19'da ise soğuk çatı çeşitleri verilmiştir.

Çok fazla vantilasyon nedeniyle çatılar zarar görmez. Vantilasyon için meyilli çatılarda $20 \text{ cm}^2/\text{m}^2$, dik çatılarda ise $17 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ lik bir alan bırakılmalıdır. Çıkış havası boşluğu giriş havası boşluğunun 1.5 katı koymak yeterlidir. Soğuk çatılarda çatı arası sıcaklığı ile dış ortam sıcaklığı aynı olmalıdır.

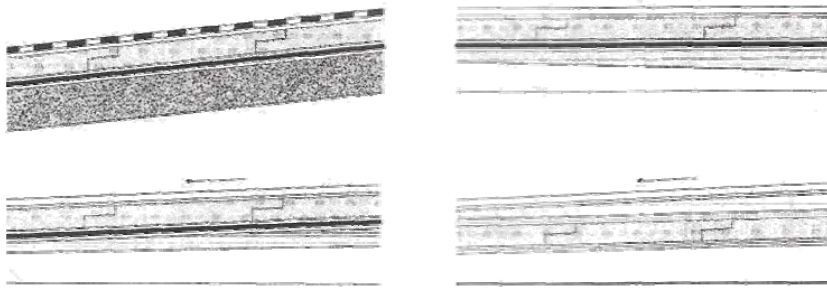
4.5.2. Ilık çatılar

Yapının diğer elemanlarından etkili hava basıncı ile ayrılmamış olan, hava geçirmez dış bir tabakadan oluşur. Ilık çatılarda kuru ve sıcak tarafta buhar difüzyonuna engel olucu bariyeri bulunan yalıtım malzemesi kullanılmalıdır. Yalıtım kalınlığı, yapının ısı hareketliliği ve ısı yalıtımın müsaade edilebilir sınırları içinde olmalıdır. Ilık çatılarda yalıtım ve malzemeye etki edecek su buharım emniyetli sınırları içinde tutacak vantilasyon yoktur. Buhar kesicilerinin rolü, çok azda olsa su buharını

dışarıya doğru yönlendirmektir. Ilık çatı dizaynı yeterli bilgi ve beceri gerektirir ve pek ekonomik değildir. Şekil 4.20'de ılık çatıda tabaka sıralaması, şekil 4.21' de ise ılık çatılarda eğim sağlama durumları gösterilmiştir.



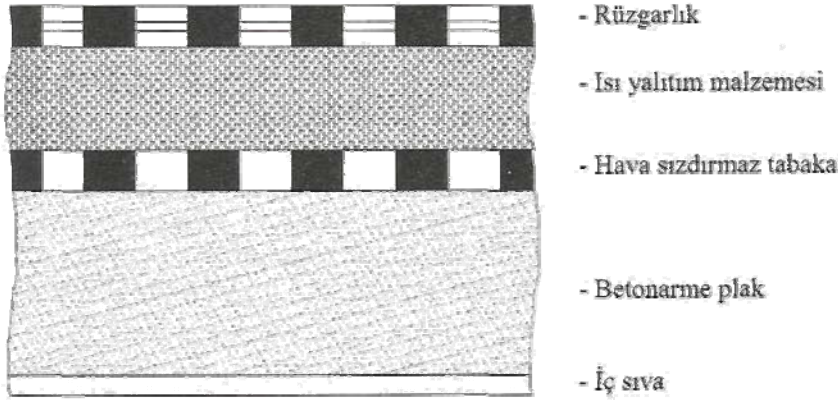
Şekil 4.20. Ilık çatılarda tabaka sıralaması



Şekil 4.21. Ilık çatılarda eğim sağlama

4.5.3. Korunmuş çatılar

Korunmuş çatı içten dışa doğru iç sıva, betonarme plak, hava sızdırmaz tabaka, yalıtım tabakası ve rüzgârlıktan oluşur. Yalıtım tabakası hava ile doğrudan temas etmez. Korunmuş çatı tipi, düz çatı dizaynında en çok kullanılan çatı tipi olup, özellikle Amerika, Almanya, Macaristan, İsviçre ve Kanada'da yaygın olarak kullanılır. Şekil 4.22'de korunmuş çatı tipinde tabaka sıralaması verilmiştir.



Şekil 4.22. Korunmuş çatı tipinde tabaka sıralaması

Düz çatı tiplerinin yaygın olarak kullanılmasının nedenleri aşağıda verilmiştir.

- Yapı termal şoklara, ışık etkisine ve mekanik hasarlara karşı korunur,
- Yalıtım tabakası sistem bozulmadan artırılabilir,
- Su geçirmez tabaka yapısal gerilmeler etkisinde değildir,
- Rüzgârlık bölgesel rüzgârlar dikkate alınarak istenilen ağırlıkta seçilebilir,
- Yapı hava şartlarına çok az bağımlıdır,
- Çatının alttan ve üstten nemi alınmıştır,
- Koruyucu üst tabaka esnektir ve
- Yalıtımın artırılması emniyet yönündendir.

4.5.4. Buhar kesiciler (Bariyer)

Duvar veya çatılarda kullanılan buhar kesiciler genel olarak 3 grupta toplanırlar.

Bunlar;

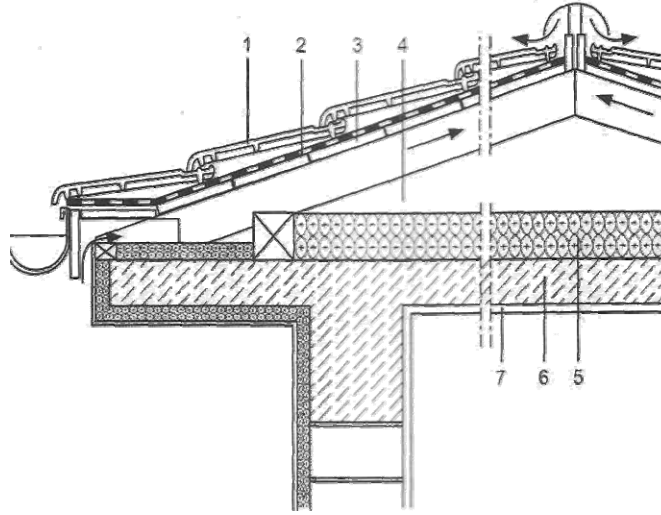
- Buhar hareketlerini geciktirici bariyerlerdir ve tek tabakalı keçe veya plastikten oluşurlar. Ortalama hava buhar direnci değeri $R=\mu L=10$ m veya daha azdır.
- Koruyucu bariyerler keçe veya plastikten oluşur. Hava buhar direnci $R=10-100$ m'dir.
- Buhar geçirmez bariyerlerdir. Hava buhar direnci $R>1000$ m'dir.

Çatılarla ilgili uygulama detayları aşağıda verilmiştir.

4.5.5. Soğuk çatıların yalıtımı

4.5.5.1. Çatı arası kullanılmayan çift yönlü kırma çatıların yalıtımı

Şekil 4.23'de çatı arası kullanılmayan çift yönlü kırma çatının yalıtım detayları gösterilmiştir. Çatıyı kapatan dış örtü (kiremit vb) ile çatı tahtası arasına su yalıtım membranı koyularak, ısı yalıtım malzemesi su buharı yoğuşumundan korunur. Soğuk hava boşluğu, yalıtım ile su yalıtım membranının oturduğu ahşap malzeme arasında bulunur. Soğuk hava sirkülasyonu bu bölgedeki yoğuşmayı önler.

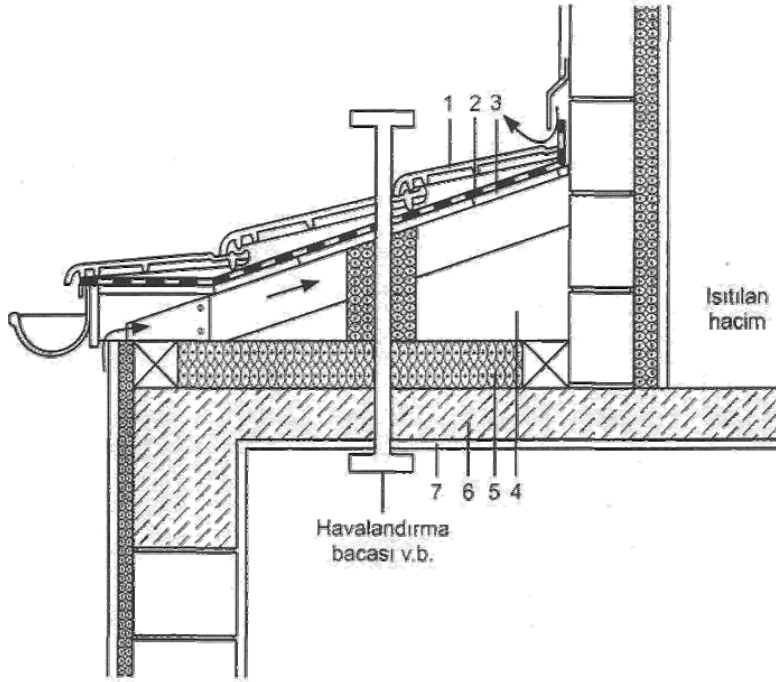


Şekil 4.23. Çatı arası kullanılmayan kırma çatı yalıtımı

1. Çatı örtüsü
2. Su yalıtım membranı
3. Çatı tahtası
4. Havalandırma boşluğu
5. Isı yalıtımı
6. Betonarme veya asmolen veya gazbeton döşeme paneli
7. Tavan sıvası

4.5.5.2. Çatı arası kullanılmayan tek yönlü kırma çatıların yalıtımı

Şekil 4.24'de görüldüğü gibi çatı yanda ısıtılan bir hacme dayanmaktadır. Yalıtım ısıtılan hacmin iç kısmından yapılmıştır. Tavan sıvasından itibaren çatıyı delip yukarı çıkan havalandırma bacası bulunmaktadır. Havalandırma bacasının etrafı yalıtılmıştır[1].

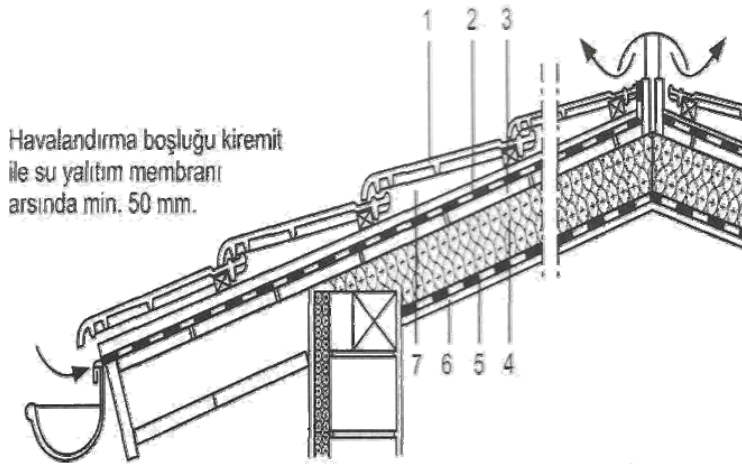


Şekil 4.24. Çatı arası kullanılmayan tek yönlü kırma çatı

1. Çatı örtüsü
2. Su yalıtım membranı
3. Çatı tahtası
4. Havalandırılan çatı arası boşluğu
5. Isı yalıtımı
6. Betonarme plak veya asmolen döşeme veya gazbeton döşeme paneli
7. Tavan sıvası

4.5.5.3. Çatı arası kullanılan kırma çatılar -çatı arasında çatı katı

Bu tip çatılarda ısı yalıtımı mertek arasındadır. Yalıtım detayları Şekil 4.25'de verilmiştir. Tavan kaplamasının üstüne buhar bariyeri (buhar kesici membranı) ve çatı örtüsünün hemen altına nefes alabilen su yalıtım membranı kullanılır. Havalandırma boşluğu kiremit ile su yalıtım membranı arasında, en az 50 mm koyulmalıdır[1].

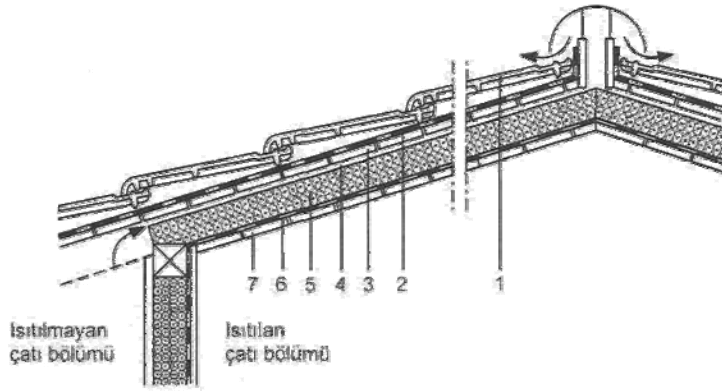


Şekil 4.25. Çatı arası kullanılan kırma çatılar (ısı yalıtımı mertek arasında çatı arasında çatı katı)

1. Çatı örtüsü
2. Poliolefin nefes alan su yalıtım membranı
3. Çatı tahtası
4. Mertek arası ısı yalıtımı
5. Buhar kesici membran
6. Tavan kaplaması
7. Havalandırma boşluğu

4.5.5.4. Çatı arası kullanılan kırma çatılar-çatı arası oda

Isı yalıtımı mertek arasındadır. Yalıtım detayı Şekil 4.25 ile aynı olup, fark çatı arasında oda oluşturulmuştur. Çatı ısıtılan ve ısıtılmayan bölümlerden oluşturulmuştur. Şekil 4.26'da yalıtım detayları verilmiştir. Havalandırma boşluğu çatı tahtası ile ısı yalıtım malzemesi arasında en az 50 mm olmalıdır[1].



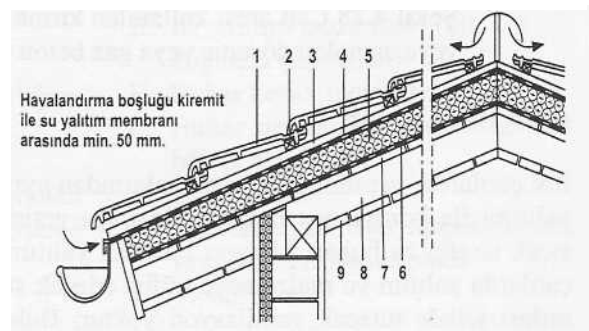
Şekil 4.26. Çatı arası kullanılan kırma çatı yalıtımı - çatı arasında oda

1. Çatı örtüsü
2. Su yalıtım membranı
3. Çatı tahtası
4. Havalandırma boşluğu (min. 50 mm)
5. Ahşap mertekler arası ısı yalıtımı
6. Buhar kesici membran
7. Lambiri, sunta, alçı plaka vb. tavan kaplaması

4.5.5.5. Çatı arası kullanılan kırma çatılar- ısı yalıtımı mertek veya çatı tahtası üzerinde

Isı yalıtımı tavan kaplaması üzerine yerleştirilen mertekler veya çatı tahtası üzerine uygulanır. Su ve buhar kesici yalıtım malzemenin üst ve alt kısımlarına uygulanır. Bu tip çatılarda havalandırma boşluğu kiremit ile su yalıtım membran arasında en az 50 mm olmalıdır. Yalıtım detayları Şekil 4.27'de gösterilmiştir.

1. Çatı örtüsü
2. Kiremit tesbit çatısı
3. Baskı
4. Nefes alan su yalıtım membranı

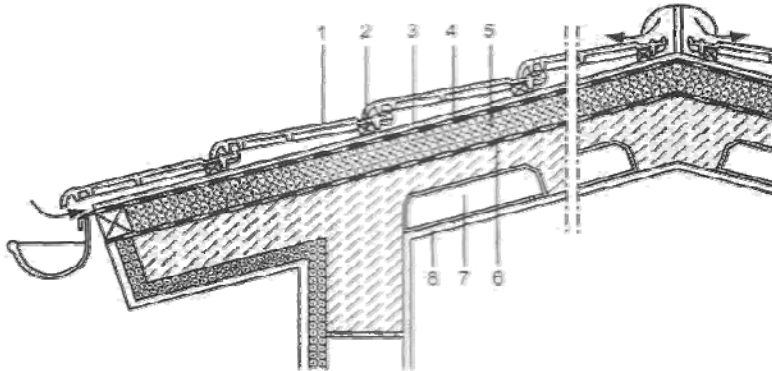


5. Isı yalıtımı
6. Buhar kesici membran
7. Çatı tahtası
8. Mertek
9. Tavan kaplaması

Şekil 4.27. Çatı arası kullanılan kırma çatılar - ısı yalıtımı mertek veya çatı tahtası üzerinde

4.5.5.6. Çatı arası kullanılan kırma çatılar - betonarme plak veya asmolen döşeme veya gaz beton çatı panel üzeri

Şekil 4.28'de yalıtım detayları verilmiştir. Buhar bariyeri; betonarme plak veya asmolen döşeme veya gaz beton çatı paneli üzerine yerleştirilir. Hava sirkülasyonu için kiremit ile su yalıtım membranı arasında en az 50 mm'lik bir boşluk bırakılmalıdır.



Şekil 4.28. Çatı arası kullanılan kırma çatılar-betonarme plak veya asmolen döşeme

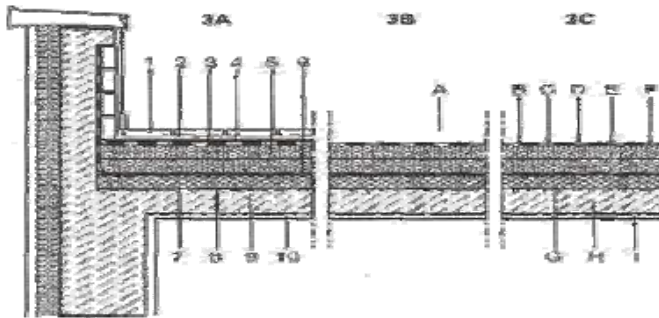
1. Çatı örtüsü
2. Kiremit tesbit çatısı
3. Baskı çatısı
4. Nefes alan su yalıtım membranı
5. Isı yalıtımı
6. Buhar kesici membran
7. Betonarme plak veya asmolen döşeme veya gazbeton çatı paneli
8. Tavan sıvası

4.5.6. Ilık çatılar

Ilık çatılarda, yapının diğer elemanlarından ayrılmamış hava geçirmez ısı ve su yalıtımı ile koruyucu tabakalar bir araya getirilmiştir. Çatı yapılırken kuru ve sıcak tarafta su buharı bariyeri bulunan yalıtım malzemesi kullanılmalıdır. Ilık çatılarda yalıtım ve malzemeye nüfus edebilecek buharının temasım emniyet ısı sınırları içinde tutacak vantilasyon yoktur. Buhar bariyerinin rolü, su buharını kısmen dışarıya yöneltmektir. Ilık çatı uygulamaları pek ekonomik değildir.

4.5.6.1. Üzerinde yürünen ve yürünmeyen teras çatılar

Şekil 4.29'da üzerinde yürünen ve yürünmeyen teras çatıların yalıtım detayları gösterilmiştir. Şekil'de 3A ile verilen detayda su yalıtım membran üzerine sıra ile koruma betonu, harç ve son katman olarak döşeme kaplaması uygulanır. Şekil 3B ile 3C detayları arasındaki fark, mineral kaplı su yalıtım membran üzerine çakıl örtü veya onun yerine ultra-viyola ışınlarına dayanıklı tek kat özel membran kullanılmasıdır. Her iki çatı üzerinde de yürünmez. Teras çatılarda ısı köprülerini önlemek için, ısı yalıtımının parapet altına döndürülmesi tavsiye edilir[1].

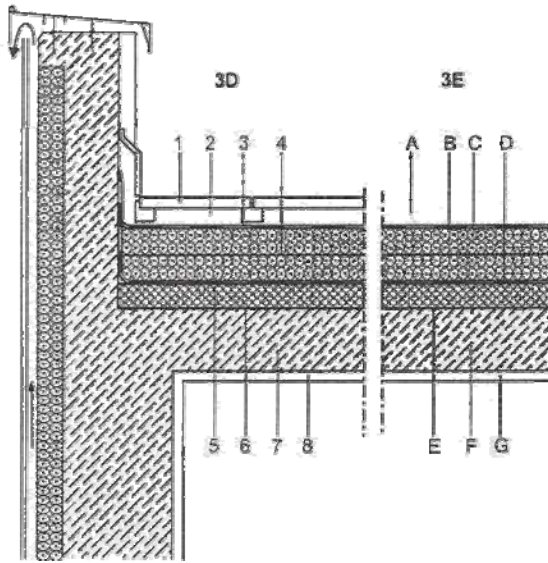


Şekil 4.29. Teras çatıların yalıtımı-3A üzerinde yürünen teras çatılar, 3B ve 3C üzerinde yürünmeyen teras çatılar.

3A	3B	3C
1. Döşeme kaplaması (yürünen çatıda)	A. Çakıl (3B detayında)	
2. Harç	B. Mineral kaplı su yalıtım membran (3C detayında veya ultra viyole dayanımlı tek kat özel membran)	
3. Koruma betonu	C. Su yalıtım membran	
4. Su yalıtım membran	D. Isı yalıtım malzemesi (çift kat olduğunda şaşırtmak)	
5. Isı yalıtım malzemesi (çift kat olduğunda şaşırtmak)	E. Buhar kesici membran	
6. Buhar kesici membran	F. Buhar dengeleyici (gerektiğinde büyük alanlarda)	
7. Buhar dengeleyici (gerektiğinde - büyük alanlarda)	G. Eğim betonu	
8. Eğim betonu	H. Betonarme plak veya asmolen döşeme veya gaz beton döşeme paneli	
9. Betonarme plak veya asmolen döşeme veya gazbeton döşeme paneli	İ. Tavan sıvası	
10. Tavan sıvası		

4.5.6.2. Üzerinde yürünen ve yürünmeyen ters teras çatılar

Şekil 4.30'da 3D ile verilen ve üzerinde yürünebilen ters teras çatının yalıtım detayında ısı yalıtım malzemesini korumak için kullanılan ayırıcı keçe üzerine, karo takozları veya harç koyulduktan sonra döşeme kaplaması uygulanır. 3E ile verilen yalıtım detayında çatı üzerinde yürünmediği için ayrıca keçe üzerine çakıl örtü uygulanır. Teras çatılarda olduğu gibi, ters teras çatılarda da ısı köprülerini önlemek için ısı yalıtımının parapet altına döndürülmesi tavsiye edilir[1].



Şekil 4.30. Ters teras çatılarının izolasyonu -3D yürünen teras çatı, 3E yürünmeyen teras çatı

3D

1. Döşeme kaplaması
2. Karo takozları veya harç (harç olması durumunda harem altında çakıl kullanılmalıdır)
3. Ayırıcı keçe
4. Isı yalıtım malzemesi
5. Su yalıtım membranı
6. Eğim betonu
7. Betonarme plak veya asmolen döşeme veya gaz beton döşeme paneli
8. Tavan sıvası

3E

- A. Çakıl
- B. Ayırıcı Keçe
- C. Isı Yalıtım Malzemesi
- D. Su Yalıtım Membranı
- E. Eğim Betonu
- F. Betonarme Plak Veya Asmolen Döşeme Veya Gazbeton Döşeme Paneli
- G. Tavan sıvası

4.5.7. Metal çatılar

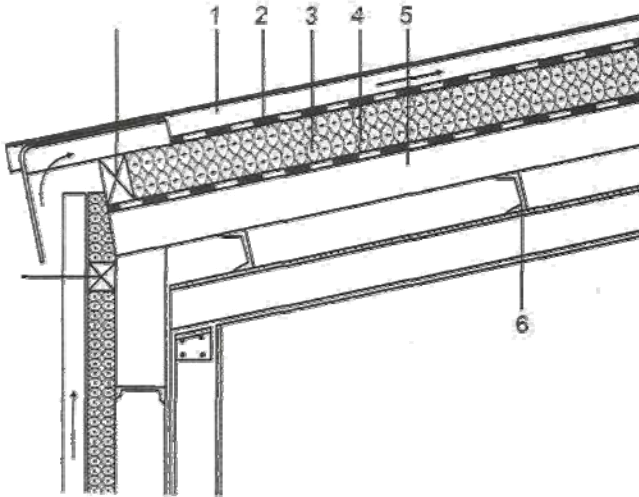
Metal çatıların konutlar, villa, otel, fabrikalar, alışveriş merkezleri, spor ve dinlenme tesisleri, askeri amaçlı tesisler ve prefabrik yapılar gibi geniş bir uygulama alanı bulunur. Üretim ve montaj kolaylığı, bina yerinde firesiz imalat ve montaj kolaylığı

nedeniyle, metal çatılar günümüzde yapı sektörünün vazgeçilmez seçeneklerinden biri durumuna gelmiştir.

Metal çatılar özel bir teknoloji ile birbirine kenetlenir. Su sızdırmazlığı ile ısı ve ses yalıtımı yönünden çok iyi olan metal çatılar eğimli, yerinde montaj eğimli, ısı yalıtımlı eğimli, hazır sandviç ve düşük eğimli olarak yapılmaktadır[1].

4.5.7.1. Eğimli metal çatılar

Şekil 4.31 eğimli metal çatı konstrüksiyonunu göstermektedir. Metal çatı örtü ile su yalıtım membranı arasında hava dolaşımı vardır. Hava çatı örtüsü altında yoğuşmayı önler. Yalıtım altına buhar difüzyonunu önlemek için bariyer kullanılır.

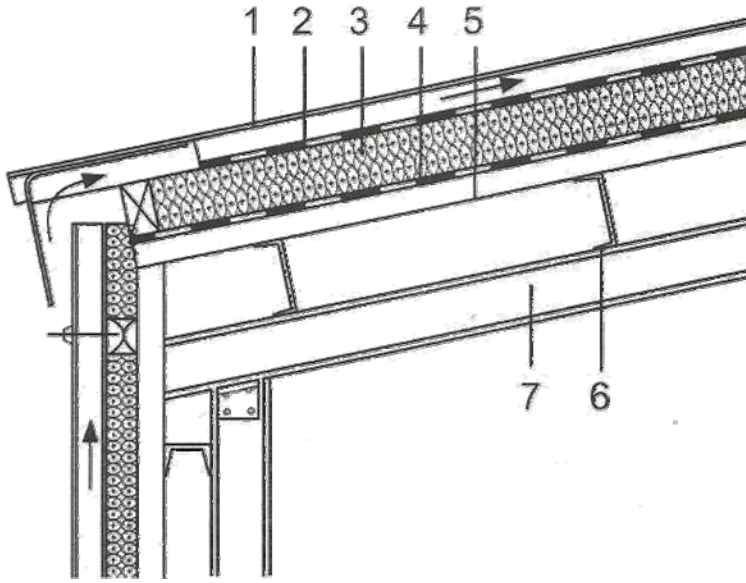


Şekil 4.31 Eğimli metal çatı detayı

1. Metal çatı örtüsü
2. Nefes alan su yalıtım membranı
3. Metal veya ahşap kadronlar arası ısı yalıtımı
4. Buhar kesici membran
5. Hafif beton çatı plağı veya gaz beton çatı plağı
6. Taşıyıcı sistem

4.5.7.2. Yerinde montaj eğimli metal çatılar

Yerinde montaj eğimli metal çatının Şekil 4.31 ile verilen eğimli metal çatıdan farkı, yalıtımın altında hafif beton çatı plağı veya gaz beton çatı plağı yerine; trapez metal çatı levhası kullanılmasıdır. Diğer detaylar aynıdır. Şekil 4.32'de yerinde montaj eğimli metal çatılara ait konstrüksiyon detayları gösterilmiştir[1].



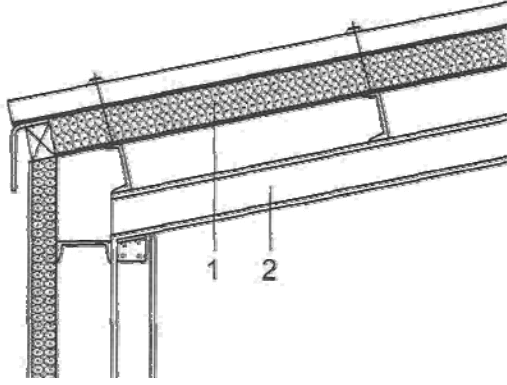
Şekil 4.32. Yerinde montaj eğimli metal çatı detayı

1. Metal çatı örtüsü
2. Nefes alan su yalıtım membranı
3. Metal veya ahşap kadronlar arası ısı yalıtımı
4. Buhar kesici membran
5. Trapez metal çatı levhası
6. Metal aşık
7. Taşıyıcı sistem

4.5.7.3. Isı yalıtımlı hazır sandviç panel çatılar

Alüminyum, bakır levhalar ve galvanizli sac arasında yalıtım maddesi atılarak

sızdırmazlığı ve yalıtım garantisi sağlanan hazır sandviç panel çatılar yapıya estetik görünüm kazandırır. Panellerin taşınması ve montajı çok kolay yapılır Uzun metrajlı çatı panelleri de yapılabilir. Şekil 4.33'de eğimli metal çatılara ait ısı yalıtımlı hazır sandviç panel çatı detayı verilmiştir.

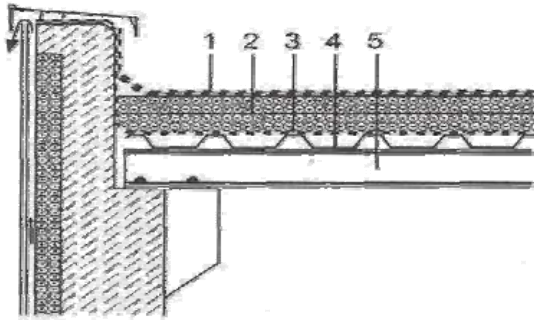


Şekil 4.33. Isı yalıtımlı hazır sandviç panel çatı

1. Isı yalıtımlı hazır sandviç metal panel
2. Taşıyıcı sistem

4.5.7.4. Düşük eğimli metal çatılar - düz metal çatılar

Şekil 4.34'de düz metal çatıya ait konstrüksiyon detayı verilmiştir. Çatının en üst kısmına ultra- viyola ışınlarına dayanımlı su yalıtım membran kullanılması tercih edilir. Isı yalıtım malzemesi çift katlı yapıldığı takdirde şaşırtmak olmalıdır. Taşıyıcı sistem üzerine trapez metal örtü ve örtü üzerine buhar difüzyonunu önleyici membranı koyulmalıdır.



Şekil 4.34. Düşük eğimli metal çatı detayı

1. Mineral kaplı veya UV dayanımlı su yalıtım membranı
2. Isı yalıtımı (çift kat olduğunda şaşırtmak)
3. Buhar kesici membran
4. Trapez metal örtü
5. Taşıyıcı sistem

4.6. Pencerelerin Yalıtımı

Binalarda pencereler ısı geçirgenliği en fazla olan yapı elemanlarıdır. Yüksek binalarda ısı kayıplarının %7'si, tek katlı binalarda ise %20'si pencerelerden olmaktadır.

Önceleri pencere boyutları bina dış cephe yüzeyi içinde büyük yer tutmaktaydı. Enerji tasarrufunun önem kazanması ile pencere boyutları da küçülmüştür. Eskiden pencere alanları aydınlatma ve havalandırma açısından oturma alanının %15-20'si olarak alınırdı. Fakat TS 825'in zorunlu uygulamasından sonra pencere alan, bina dış duvar alanının en fazla %12 si kadar olması gerektiği öngörülmüştür.

Binalarda yalıtım zincirinin en zayıf noktası pencerelerdir. Bu nedenle, iklim şartları da dikkate alınarak pencere ve kapıların iyi bir şekilde yalıtılması gerekir. Pencereler kışın güneş ışığını geçirerek bina içine ısı kazancı sağlar. Güneş almadığı zamanlarda ise kazandığı ısıyı kısa zamanda kaybeder. Cam üzerine düşen ısının cam tarafından absorbe edilerek sıcaklığı artar. Bu sıcaklık belirli bir değere ulaştıktan sonra, camın her iki tarafında taşınım ve ışınlama nedeniyle ısı kaybı olur. Pencerelerin iç taraflarına takılan absorber perdeler iç mekanın sıcaklığının artmasına neden olur. Fakat geceleri pencereler siyah cisim gibi çalışarak ışınlama ile ısı kayıpları artar.

Pencerelerin yalıtımı ön plana çıkarılarak pencere tasarımı yapmak doğru değildir. İyi bir performans için çerçeve pencere, perde, panjur veya güneşlik beraber düşünülmelidir.

4.6.1.Çerçeve etkisi

Pencerelerde kullanılan çerçeve malzemesindeki ısı kaybı, camdan kaybolan ısıdan daha önemlidir. Çerçeveler ısı kaybı yönünden soğuk köprü görevini yapar. Bu nedenle, çerçeve için seçilen malzemenin ısı iletim katsayısı düşük olmalıdır. Özellikle ışınım alan pencere yüzeylerinde sıcaklık artar. Bu ise çerçevelerde ısı gerilmelere neden olur ve zamanla hava sızıntısı ve buna bağlı olarak ısı kayıpları artışına neden olur.

4.6.2. Perde ve güneşlikler

Pencerelerden beklenen, ışık, doğal havalandırma, koruma ve binaya estetik görünüm kazandırmasıdır. Güneşli kış aylarında pencerelerde kullanılan perdeler açılarak bina içine ısı kazancı sağlanmalıdır. Isı kazancı kayba dönüştüğü zaman perdeler kapatılmalıdır. Ayrıca perde boylarının ısı kaybı üzerinde etkisi vardır. Uzun perdelerde perde ile pencere arasında oluşan kapalı hacimde ısı kaybı daha çok olur. Perde boyu pencere önüne koyulan ısıtıcının önünü kapatmamalıdır.

Son yıllarda dış pencereler için birçok gölgelendirme sistemi geliştirilmiştir. Uygulanan bu sistemlerin hiç birinin problemi yok değildir. Özellikle yüksek binalarda gölgeliklerin uygulanması zordur. İyi seçilmeyen konstrüksiyonlar içeriye olan ışınım kazancını azaltır.

Pencerelerde çift cam kullanıldığı zaman ısı kaybı ortalama %50 azalır. Eğer çift camla birlikte PVC panjur kullanılırsa, bu takdirde ısı kayıpları tek cama göre %32 azalır. Panjurla birlikte uygun perde kullanılırsa ısı kayıpları %25'e kadar düşer.

4.6.3. Katlı cam sistemi

Pencerelerden olan ısı kayıplarını azaltmak için tek cam yerine çift cam kullanılmalıdır. Çift cam sistemi, iki cam arasında kuru hava boşluğu bırakarak metal bir ara çitası yardımıyla birleştirilmesinden oluşur. İki cam arasında nem oluşmaması için ara çita içinde, nem absorbe edici madde bulunur. İki cam arasında bulunan

durgun hava, ısı geçişme karşı bir direnç oluşturur. İki cam arasındaki mesafe, camın toplam ısı transfer katsayısı üzerine etki eder. Toplam ısı transfer katsayısı tek camlı ahşap pencereler için $6,98 \text{ W/m}^2\text{C}$, çift cam (6 mm hava boşluğu) için $3,14 \text{ W/m}^2\text{C}$, çift cam (9 mm hava boşluğu) için $2,79 \text{ W/m}^2\text{C}$ ve çift cam (12 mm hava boşluğu) için $2,675 \text{ W/m}^2\text{C}$ olarak hesaplanmıştır.

Görüldüğü gibi şartlar aynı kalmak üzere ısı kayıpları, çift camlı sistemlerde %50 azalmaktadır. İki cam arasındaki mesafe arttıkça taşınım ile olan ısı transferi artar ve camın yalıtım değeri azalır. Ayrıca cam yüzeyine gelen rüzgar yükleri camın emniyetini etkileyebilir.

4.6.4. Pencerelerin yalıtımında yeni yöntemler

Pencerelerin yalıtımında geleneksel yöntemler iletim yoluyla kaybolan ısıyı mümkün olduğunca geciktirmektedir. Çift cam uygulaması geleneksel yalıtım olarak ifade edilebilir. İki cam arasına hapsedilen kuru ve durgun hava, ısı kayıplarını %50 azaltır. Pencerelerde ısı yalıtımını etkileyen 3 temel faktör vardır. Bunlar; iki cam arasındaki boşluk, ara boşluğu dolduran gaz ve camın yayının katsayısıdır. İki cam arasında kuru hava yerine argon veya benzeri ağır gazlar koyulursa, hem camın yalıtım değeri artar hem de gürültüyü daha çok absorbe eder.

Camın yayının katsayısı teorik olarak 0 -1 arasında değişir. Yayının bir cisim üzerinden elektromanyetik enerji tasarrufunun ölçüsüdür. Yayının değeri arttıkça yalıtım değeri düşer. Düşük yayının katsayısına sahip camlar, daha iyi ısı yalıtımını sağlar. Camların yalıtımında geliştirilen yeni yöntemler ile camların ısı yalıtım değeri artırılır. Camların ısı yalıtım değerlerini artırmak için cam üzerine Low-E kaplamaları yapılır. Low-E kaplamalı çift cam sistemleri oda ısısını görünmez bir ayna gibi tekrar içeri yansıtarak, binadan dışarı kaçan ısının %50'sini ikinci defa geri kazandırır.

Çift camlı sistemlerde oda ısısının %70'i ışınım ile, %30'u ise iletimle dışarı kaçmaktadır. Low-E kaplamaları ışınım ile kaçan ısının büyük bölümünü geri kazandırır.

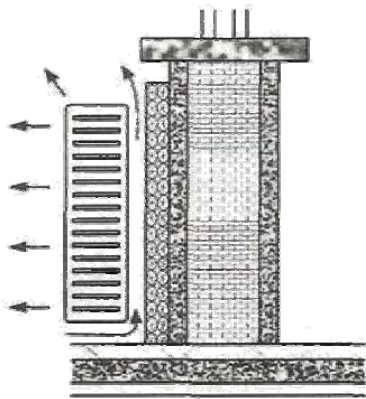
Low-E ısı kontrol kaplamalı çift cam sistemlerinin genel özellikleri aşağıdaki gibi verilebilir.

- Isı kaybını tek cama göre %65- 70, çift cama göre %35-40 oranında azaltır.
- Güneş ışınımının içeri girmesine izin verir ve içerde tutar.
- Kışın çok soğuk günlerde oda içine bakan camlarda terlemeyi önler.
- Pencere önlerinde soğuk bölge olgusunu ortadan kaldırır ve ısının dengeli dağılımını sağlar.

İnsan yaşamını iyileştirmek için ısı yalıtımı tek başına yeterli değildir. İnsanların kış şartlarında nasıl ısınmaya ihtiyaçları var ise yaz şartlarında da soğutmaya ihtiyaçları vardır. Eğer güneş ışınları içeriye kontrollü bir şekilde girerse, soğutma giderleri azalır. Cam hamuruna renk verici bazı maddeler eklenirse, renkli cam veya cam üzerine metalik kaplamalar yapılabilir. Bu tür camlar yazın sıcak günlerde iç mekânın aşırı ısınmasını engel olur[1].

4.7. Radyatör arkalarının yalıtımı

Radyatör petekleri genellikle pencere altlarına yerleştirilir. Bu nedenle, dış duvar yüzeyine bakan radyatör yüzeylerinden daha az faydalanılır. Taşınım akımlarının kesilmemesi için radyatörler dış duvarlara 4 cm uzaklıkta koyulmalıdır. Uygulamada buna pek uyulmaz ve radyatörler dış duvarlara çok yakın koyulur. Bu durum radyatör arka yüzeylerinden faydalanmayı azaltır.



Şekil 4.35. Radyatör arkalarında ısı kaybı

Radyatör yüzeyinden ışıınım ve taşımınla ısı kaybı olur. Işıınım ile gerçekleşen ısı kayıpları taşımın ile gerçekleşen ısı kayıplarının 3 katıdır. Bu kayıplar radyatör arka yüzeyinden olmaktadır. Isı kayıplarını azaltmak için radyatör arka yüzeyleri, üzerleri alüminyum fol yo kaplı 1 cm kalınlıkta yalıtım maddesi ile kaplanmış ışıınım kalkanı kullanılabilir.

Şekil 4.35'de radyatör arka yüzeyine ışıınım kalkanı yerleştirilmiş bir yapı verilmiştir. Dış sıcaklığı -15 D, iç sıcaklığı 20D olan normal bir duvar konstrüksiyonunda, ışıınım kalkanı kullanılırsa, ışıınım kalkanı kullanılmamış duruma göre %75 kazanç sağlanır. Bu durum tüm sistemde %5 yakıt tasarrufu sağlar[1].

4.8. Soğuk Depoların Yalıtımı

Soğuk depoların esasım, iyi bir ısı yalıtımı ve yerinde uygulanmış buhar kesici meydana getirir. Soğuk depolarda muhafaza edilecek gıda maddeleri en az 1-1,5 yıl bozulmadan kalabilmelidir. Gıda maddelerinin uzun süre, bozulmadan saklanabilmesi soğuk depoların ranabilitesine bağlıdır.

Düşük sıcaklık isteyen gıda maddeleri için -22°C - -28°C, yağlı gıdalar için ise 35°C -40°C daha uygundur. Soğuk depolarda kritik mevsim yaz mevsimidir. Bu nedenle sıcaklık ve buhar basınçları önemlidir.

Isıtılan yapılarda kışın sıcaklık farkı 35°C, soğutulan yapılarda yazın sıcaklık farkı +50°C - +70°C dır. Buhar basınçları, ısıtılan yapılarda kışın 10-14 Pa, yazın soğutulan yapılarda ise 25-30 Pa'dır.

Soğuk depolarda, ısıtılan yapılarda öngörülen yapı fiziği şartları geçerli olup, işletme esnasında soğuk deponun iç sıcaklığı daima sabittir. Yaz mevsiminde ısı transferi ve buhar difüzyonu soğuk depolarda dıştan içe doğru, kış aylarında çok soğuk bölgelerde bu difüzyon ters yönde olabilir. Soğuk depolarda sıcak taraf, konutların tersine dış taraftadır. Bu nedenle, soğuk depoların dış yapı elemanlarının mümkün olduğu kadar buhar sızdırmaz ve iç yapı elemanlarının ise buhar geçirgen olması gerekir. Esas

amaç difüzyon yoluyla yapıya sızan buharı, sıcak yüzeyde frenlemek ve geçen buharı soğuk yüzeyden atmaktır. Soğuk depolarda, sıcak yüzey dışta, soğuk yüzey iç taraftadır. Sıcak yüzey dışarıda olduğu için, buhar kesici dış yüzeye getirilir.

Derin dondurucu odasına sızan su buharı, çığ noktasının üzerinde donma noktasına ulaşabilir. Bu durumda sadece yağuşma oluşmaz, aynı zamanda karlarımı ve buzlanma tehlikesi de söz konusudur. Böyle durumlarda yalnız kuvvetli bir buhar kesici kullanılması bile yeterli sonuç vermeyebilir. Bu nedenle, konstrüksiyon içine giren buharın iç yüzeyden atılması gereklidir. Nem, evaporator yüzeyinde çığlenir. Konstrüksiyondaki fiziksel olaylar dikkate alınarak, ısı yalıtım malzemesinin iç yüzü ve ara kısımları buhar kesici özelliği olan malzemelerle takviye edilmelidir.

Soğuk depolarda havanın soğutulması ile bağıl nem azaltılabilir. Soğuyan hava doyma durumuna geldiğinde soğutma apareylerinin yüzeyinde, suya veya karlanmaya dönüşerek havanın bağıl nemi azalır. Pratikte soğuk hacimlerin bağıl nemini yükseltmek imkânsızdır[1].

4.8.1. Isı geçirgenlik direncinin hesabı

Soğuk hava depolarında ekonomik yalıtım kalınlığının hesabı biraz karmaşıktır. Bu nedenle, daha değişik değerlerden gidilerek yalıtım kalınlığını tayin etmek mümkündür. Denemeler sonucu gerekli yalıtım kalınlığı için aşağıda verilen temel yaklaşımlar öngörülmüştür.

Depo iç sıcaklığı ± 0 °C üzerinde olan soğuk depolar için ısı geçirme direnci,

$$\frac{1}{U} \geq 1,72 \quad (4.2)$$

Burada,

$$U \leq 0,581 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

Olmalıdır.

Depo iç sıcaklığı ± 0 °C'ın altındaki odalar için ısı geçirgenlik direnci,

$$\frac{1}{U} \geq 3,44 \quad (4.3)$$

olmalıdır. Burada,

$$U \leq 0,29 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

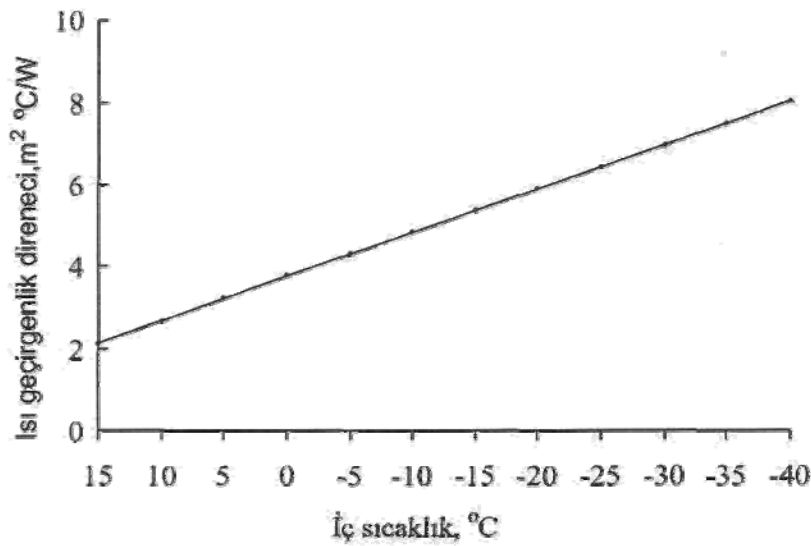
olması gerekir.

Soğuk deponun işletme sıcaklığı ile yaz aylarının ortam sıcaklığı (T_d) 35°C kabul edilerek, iç sıcaklığa bağlı olarak hesaplanan ısı geçirme direncini veren ampirik bağıntı (4.4) ile verilmiştir.

$$\frac{1}{U} \geq \frac{T_d - T_i}{9,3} \quad (4.4)$$

(4.4) bağıntısında iç ve dış sıcaklık farkı dikkate alınarak ısı geçirgenlik direnci olan $1/U$ değeri Şekil 4.36'dan kolaylıkla bulunabilir. Soğuk depolarda duvar konstrüksiyonunun ısı geçirgenlik direnci $T_d - T_i$ sıcaklık farkına bağlıdır. Burada T_d dış ortamın maksimum sıcaklığı olup, 35°C alındı. Şekil 4.36 kullanılarak ısı geçirgenlik hesaplanırsa, emniyet için $1/U$ değeri grafikten okunan değerden biraz büyük seçilmelidir.

Şekil 4.36. Soğuk depolarda ısı geçirgenlik direnci



4.8.2. Yalıtım kalınlığının hesabı

Soğuk depolarda iç sıcaklığa bağlı olarak yalıtım kalınlığının hesabı karmaşıktır. Burada (4.4) ile verilen bağıntı yardımıyla hesaplanan l/U ısı geçirgenlik direnci dikkate alınarak, soğuk depolarda yalıtım kalınlığı aşağıdaki bağıntı yardımıyla bulunabilir.

$$L \geq k \left[\frac{1}{U} - \left(\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} \right) \right] \quad \text{Burada,} \quad (4.5)$$

Havalandırılmayan soğuk hacimler için, $\frac{1}{h_i} = 0,12 \text{ m}^2\text{C/W}$

değerleri alınır.

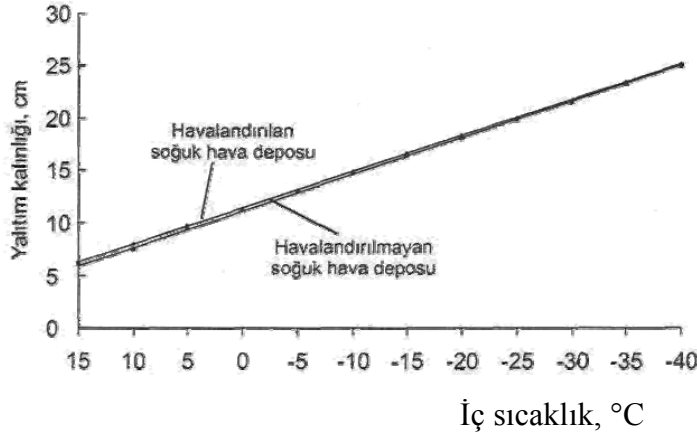
$$\frac{1}{h_i} = 0,069 \text{ m}^2\text{C/W}$$

Havalandırılan soğuk hacimler

$$\frac{1}{h_e} = 0,1163 \text{ m}^2\text{C/W}$$

Isıtılan yapılarda iç ve dış sıcaklık farkı ($T_i - T_d$) kış şartları için 35°C 'dir. Soğutulan yapılarda ise bu fark ($T_d - T_i$) = 50°C - 70°C arasındadır. Bu nedenle, soğutma ısıtmadan çok daha maliyetli bir işlemdir. Isıtmada yapıya sızan buhar sıcak yüzeyde frenlenir ve geçen buhar soğuk yüzden atılır. Soğuk depolarda sıcak yüz dışta olduğu için, buhar bariyeri dış yüzeye koyulur.

Yalıtım kalınlığı grafik yöntemle de kolayca bulunabilir. 35°C dış sıcaklık ve $+15^\circ\text{C}$ 'den -40°C 'ye kadar değişen, havalandırılan ve havalandırılmayan soğuk oda iç hacim sıcaklıkları için hazırlanan grafik Şekil 4.37'de verilmiştir. Bağıntıda ısı iletim katsayısı $k = 0,032 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ olan yalıtım malzemesi seçilmiştir[1].



Şekil 4.37. Havalandırılan ve havalandırılmayan soğuk hava depolarında yalıtım kalınlığı

4.8.3. Yalıtım detayları

Güneş ışınları sonucu, özellikle güneye bakan duvarlar yaz aylarında $+70^{\circ}\text{C}$ yüzey sıcaklığına ulaşabilir. Bu nedenle, soğuk odalar güney cephelerinde inşa edilmemelidir. Soğuk depoları dış duvarları büyük ısı depolama kabiliyetine sahiptir. Böylece ani sıcaklık düşüşü veya yükselmesi, konstrüksiyonda bozulmaları önler. Farklı sıcaklıktaki soğuk odalar yan yana veya üst üste yer alabilir. Soğuk depolarda ayarlanabilir havalandırma menfezleri bulunur ve havalandırma özel apanelerle yapılır. Hava giriş menfezleri ise altta yer alır.

Soğuk depolardaki metal elemanlar büyük korozyon tehlikesi altındadır. Bunların kokusuz korozyon koruyucuları ile kaplanması gerekir. Ahşap malzemeler içinde aynı durum söz konusudur. Bunların da kokusuz bir madde ile korunması gerekir. Sızdırmaz tabakalar, kesici tabakalar ve macunlarda kokusuz olmalıdır. Soğuk depolarda kapalı ve havalanmayan boşlukların olmaması gerekir. Bu boşluklarda nem birikir ve hava bozulur. Böyle yerlerde çürüme sonucu oluşan gazlar, soğutma odalarına sızarlar ve malın koku ve lezzetini bozarlar.

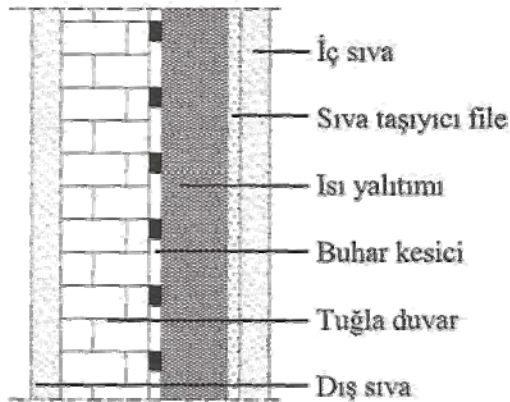
Konstrüktif detay içinde özellikle şu hususlara dikkat edilmelidir.

- Kabarmayan, büzülme, sızdırmaz derzleri olmayan, şekil değiştirmeyen bir yalıtım tabakası kullanılmalı ve uzun süre kuru ve etkili kalmalıdır.
- Buhar kesici olarak, korozyona uğramayan buhar difüzyon direnci fazla olan, çürümeyen, bütün hacmi kaplayabilen malzeme kullanılmalıdır.

c) Dış duvar ve çatı konstrüksiyonlarında, ısı depolama özelliği bulunmalı ve işletme sıcaklığının sabit tutulması sağlanmalıdır[1].

4.8.3.1. Dış duvarların yalıtımı

Genellikle soğuk depo dış duvarları çok katmanlıdır. Şekil 4.38'de soğuk hava deposunun yalıtım detayları verilmiştir. Ağır ve buhar direnci yüksek olan malzeme dışta, hafif ve buhar geçirme özelliği olan malzeme içte kullanılmalıdır. Binanın inşa şurasındaki ortam sıcaklığı önemlidir. Güneş etkisini göz önüne almadan yalnız ortam sıcaklığına göre duvar konstrüksiyonunu yapmak yeterli olmaz. Konstrüksiyonda genleşmeler ve büzülme olabilir. Isı yalıtım tabakaları tamamen kapalı bir sistem oluşturmalıdır. Bu sistem, kesintisiz olarak zemin, duvar ve tavanı her yandan kaplamalıdır. Yalıtım malzemesi derzleri iyice doldurulmalı ve sızdırmaz hale getirilmelidir[1].

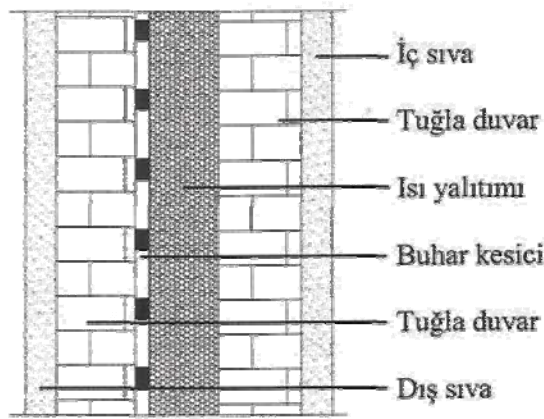


Şekil 4.38. Soğuk odalarda dış duvarın yalıtımı

Soğuk depolarda ısı yalıtım malzemesinin nefes alması gerekir. Tuğla burada en kullanışlı malzemedir. Dış tesirlerle konstrüksiyona giren yağmur suyu, buhar difüzyonu gibi içe doğru hareket eder. Fakat buhar kesici tabakaya kadar ulaşır ve orada kalır. Bundan sonra kapiler etki ve buharlaşma ile ters yöne (bina dış yüzüne) doğru hareket ederek bina dışına atılır.

4.8.3.2. İç duvarların yalıtımı

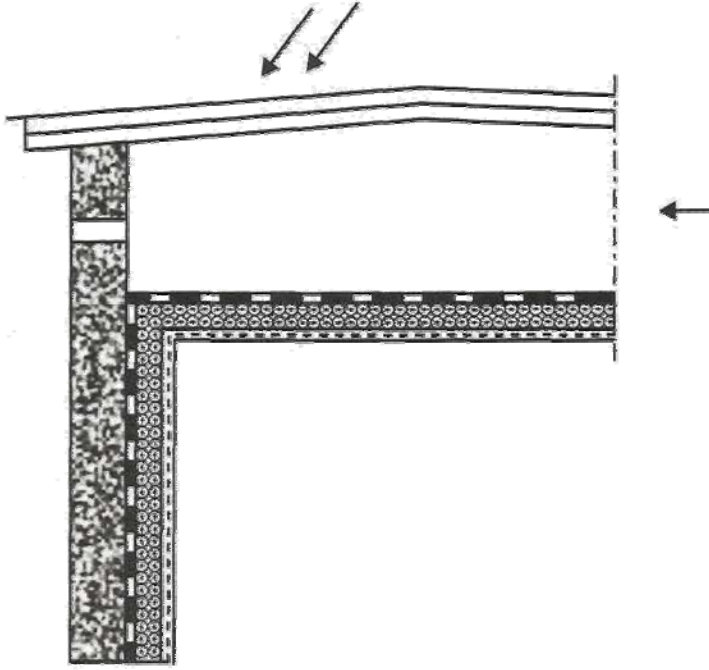
Şekil 4.39'da iç duvarların yalıtım detayı gösterilmiştir. Soğuk depolarda iç duvarlar yalıtılırken iki ortam arasında hangi taraf daha soğuksa yalıtım o tarafa doğru, buhar kesici ise sıcak tarafa konur[1].



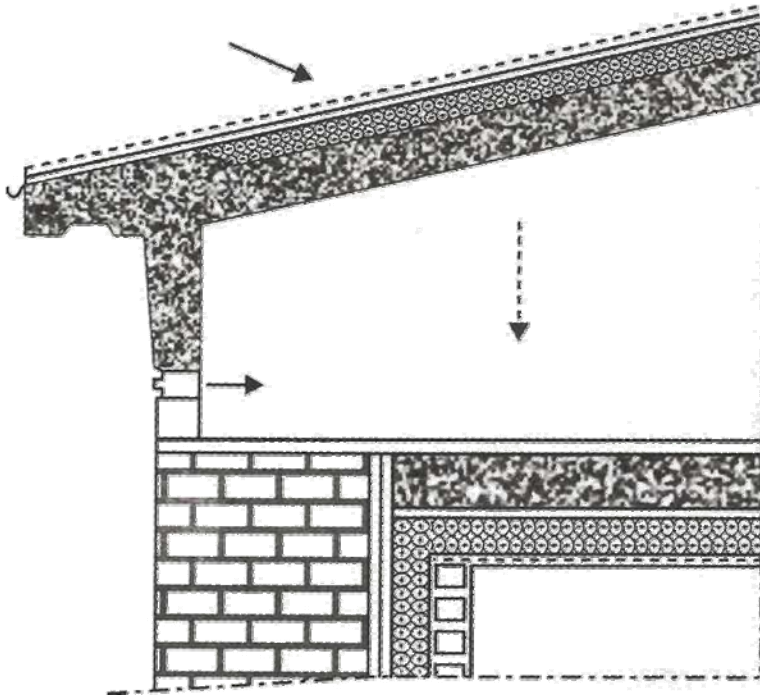
Şekil 4.39. Soğuk odalarda iç duvarların yalıtımı

4.8.4. Çatılar

Çatılar ısıtılan hacimlerde olduğu gibi, soğuk depolarda da iki veya tek katlıdır. Tek katlı olan çatı güneş etkisi sonucu fazla ısınmayı bina içine ilettiği için soğuk depolarda olumlu bir sonuç vermez. Direkt güneş ışını etkisinde kalan çatılara "Sıcak Çatılar" üzeri örtü ile kaplanmış olan çatılara "Soğuk Çatılar" adı verilir. Isıtılan hacimlerin üstündeki çatıların iyi nefes alması istenir, ya da buhar kesici özelliği olan yağmur örtüsünün yer yer kanallarla havalandırılmasına çalışılır. Soğuk depoda ise durum tersidir. Çatının mümkün olduğu kadar yalıtımı sağlanır. Soğuk depo üzerine yapılmış su yalıtım tabakası aynı zamanda iyi bir buhar kesicidir. Güneşin olumsuz ısıtma etkisi önlenmediği takdirde, sıcak çatı konstrüksiyonu ideal çözüme yakındır. Soğuk çatıda en önemli husus havalandırmadır. Isıtılan bir hacmi örten soğuk çatıdaki havalandırma, çatı nemini alacak oranda olmalı ve yüzeyindeki olumsuz soğutmayı yaratacak seviyeye ulaşmamalıdır.



Şekil 4.40. Az havalandırılan soğuk çatı



Şekil 4.41. Masif örtülü gölgeli çatı

Şekil 4.41' de tabi havalandırmayı sağlayacak yan açıklıklar yeterli kesitte alınmadığında, yaz aylarında çatı iç sıcaklığı +74 °C'ye kadar çıkabilir, şekil 4.41'de üst kabuk oldukça ağırdır ve aynı zamanda dıştan ısı yalıtımı yapılmıştır. Detay olarak olumlu bir çözüm görülür. Tatbikatta ise pek rastlanma genellikle dış örtü ahşap veya çelik konstrüksiyonun üzerine atermit alüminyum, kiremit vb. malzemelerle örtülerek teşkil edilir [1].

BÖLÜM 5. BİR ÖRNEK PROJE ÜZERİNDE ISI YALITIM ÇÖZÜMLERİ

Bu bölümde, TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları esas alınarak, örnek bir bina için yalıtımsız ve yalıtımlı uygulamalar incelenecektir.

Örnek projenin standarda uygun ısı yalıtım çözümlerini değerlendirebilmek için öncelikle TS 825 Isı Yalıtım Hesap Metodu 'nda istenen binanın ısı kaybeden alanları bilinmelidir. Bunun için, örnek binanın projelerinden dış havaya açık ve betonarme duvar alanları, tavan alanları, taban alanı, pencere ve kapı alanları hesaplanmış ve tablo hazırlanmıştır. Açık geçit üzeri alan hesabı yapılırken ısıtılmayan açık balkonlar hesaba dahil edilmemiştir.

Örnek proje, 1 Borum + Zemin + 2 Normal toplam 4 katlı, bitişik nizamlı bir binaya (Şekil E.1) aittir. Bitişik nizamlı bir bina olması nedeniyle güney yönünde kapı ve pencerelere ait ısı kaybeden alanlar tabloda boş bırakılmıştır. Binanın yalıtım hesaplarında bitişik nizam olması dolayısıyla bitişik kısmı boş kabul edilerek, azalan ısı kayıpları ihmal edilmiştir. Bağlı nem miktarı %70 kabul edilerek ısı yalıtım hesabı yapılmıştır.

Bölüm 4'te anlatılan yalıtım teknikleri ışığı altında dıştan yalıtım, içten yalıtım ve sandviç duvar yalıtım sistemleri ayrı ayrı kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Yalıtım malzemesi olarak her bir sistem için EPS ve XPS yalıtım levhaları tercih edilmiştir. Böylece çeşitli sistemlerin EPS ve XPS yalıtım levhaları ile yapılan ısı yalıtım hesapları karşılaştırılmıştır.

Tablo 5.1 Örnek Projenin Isı Kaybeden Alanları

ISI KAYBEDEN ALANLAR		m ²	
Duvar Alanı (Dış Havaya Açık)	Dolgu Duvar	279	
	Betonarme Duvar (kolon+kiriş)	120.64	
Duvar Alanı (Toprağa Temas Eden)	Dolgu Duvar	-	
	Betonarme Duvar (kolon+kiriş)	22	
Duvar Alanı (Isıtılmayan İç Ortama Bitişik)	Dolgu Duvar	-	
	Betonarme Duvar (kolon+kiriş)	-	
Tavan Alanı	Üzeri Açık	-	
	Çatılı	110	
Taban Alanı	Toprağa Temas Eden	Seramik	12
		Parke	45
	Isıtılmayan İç Ortama Bitişik	-	
	Açık Geçit Üzeri	Seramik	6
		Parke	23
Pencere Alanı	Doğu	13	
	Batı	11.28	
	Güney	-	
	Kuzey	16.59	
	Toplam	40.87	
Kapı Alanı	Bina Giriş Kapısı	2.5	
	Balkon Kapıları	8.34	
	Toplam	10.85	

Tablo 5.1 'deki veriler ışığında, projenin önce yalıtımsız olarak sonra da çeşitli yalıtım uygulamaları yapılarak yıllık ısıtma enerjisi ve binanın özgül ısı kaybı hesapları yapılmıştır.

5.1. Örnek Projenin Yalıtım Yapılmadan Özgül Isı Kaybı ve Yıllık Enerji İhtiyacının Hesaplanması

Örnek projenin yalıtım uygulamalarının yaratacağı farklılığı görebilmek ve kıyaslamayı yapabilmek amacıyla Tablo 5.1'deki bilgiler kullanılarak binanın yalıtımsız haldeki özgül ısı kaybı ve yıllık ısıtma enerjisi hesabı TS 825 Isı Yalıtımı Hesap Programı'nda yapılmış ve sonuçlar bu tezin Ekler Bölümü'nde sunulmuştur.

Hesaplar yapılırken bina duvarlarının normal harç kullanılarak 13,5 cm. AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar olduğu varsayılmıştır. İnşaat için kullanılan yapı elemanlarının cinsleri, kalınlıkları, ısı iletkenlik ve direnç katsayıları Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı tablosunda içeriden dışarıya doğru sıralanarak gösterilmiştir. Tablonun sonuç kısmında, yapı elemanlarından iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (H_i), havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (H_h) ve dolayısı ile bunların toplamı olan binanın özgül ısı kaybı (H) hesaplanmıştır.

"Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı" tablosunda gösterilen hesaplar sonucunda örnek konutun yalıtımsız halde, yılda $Q_{yıl} = 6066$ kWh enerji tükettiği ortaya çıkmıştır. TS 825 Isı Yalıtım Standardının bu alan ve hacimdeki bir binanın m^3 ü için sınırladığı enerji ihtiyacı $Q' = 23.64$ kWh/ m^3 şeklinde belirlenmiştir. Yalıtımsız haldeki bu binanın $1m^3$ 'ü için gerekli ısı ihtiyacı ise $Q = 54.9$ kWh/m olarak hesaplanmıştır. Hiçbir ısı yalıtım projesi uygulanmadığından $Q > Q'$ sonucunun çıkması ve binanın standarda uygun olmaması doğaldır.

Görüldüğü üzere yalıtımsız binada, duvarlarda yoğuşma meydana gelmekte ve binanın ısıtılması için oldukça fazla enerji harcanmaktadır. Standardın sınırladığı enerji ihtiyacı ile bina için gerekli enerji ihtiyacı arasında çok büyük bir fark vardır. Bir yıl için sınırlanan enerji yaklaşık 23.64 kWh iken, yalıtımsız haldeki örnek binanın harcayacağı enerji bunun 2,57 katıdır. Ayrıca ısı yalıtımı yapılması halinde binanın özgül ısı kaybında yaklaşık olarak %57 oranında bir azalma söz konusudur. Bu fark göz ardı edilemeyecek kadar büyüktür ve ancak yalıtım yapılarak kapatılabilir ve bina

standarda uygun, sağlıklı bir yapı haline gelebilir.

Tablo 5.2 Ekspande Polistren Yalıtım Levhası Kullanılan Yalıtım Sistemi Maliyet Analizi

	M ² SARFIYATI	BİRİM FİYAT (YTL)	TUTAR (YTL/m ²)	ÖRNEK BİNA SARFIYAT (m ²)	ÖRNEK BİNA İÇİN MALİYETİ		
YALITIM SİSTEMİ GİDERLERİ							
Kapalı Çatıda 10cm. Cam Yünü	1,05 m ²	5,50	5,77	110,00	635		
Tabanda 3cm. XPS	0,032 m ²	200,00	56,40	81,00	518		
EPS İLE ISI YALITIM SİSTEMİ							
				<u>DİSTAN</u>	<u>İÇTEN</u>	<u>DİSTAN</u>	<u>İÇTEN</u>
Yapıştırma harcı	5,00 kg.	0,53	2,65	317	279	840	740
EPS Isı Yalıtım Levhası (5cm.)	1,05 m ²	3,96	4,16	317	279	1318	1161
Yüzey sıvası	5,00 kg.	0,62	3,10	317	279	983	865
Donatı filesi (160 gr. alkali dayanımlı)	1,10 m ²	1,57	1,73	317	279	548	483
Plastik çivili dübel	6 adet	0,1	0,60	317	279	190	167
Alüminyum Köşe profili	0,25 m.	0,7	0,18	317	279	57	50
Astar	0,09 lt.	3,50	0,32	317	279	101	89
Son kat kaplama (saf akrilik, orta tekstürlü)	2,75 lt.	1,60	4,40	317	279	1395	1228
iskele	1m ²	1,00	1,00	317	279	317	279
işçilik	1m ²	10,00	10,00	317	279	3170	2790
GENEL TOPLAM					10072	9005	
					YTL	YTL	
					7461 \$	6670 \$	

Tablo 5.3 Ekstrüde Polistren Yalıtım Levhası Kullanılan Yalıtım Sistemi Maliyet Analizi

	M ² SARFIYATI	BİRİM FİYAT (YTL)	TUTAR (YTL/m ²)	ÖRNEK BİNA SARFIYAT (m ²)	ÖRNEK BİNA İÇİN MALİYETİ		
YALITIM SİSTEMİ GİDERLERİ							
Kapalı Çatıda 10cm. Cam Yünü	1,05 m ²	5,50	5,77	110,00	635		
Tabanda 3cm. XPS	0,032 m ²	200,00	56,40	81,00	518		
XPS İLE ISI YALITIM SİSTEMİ							
				<u>DIŞTAN</u>	<u>İÇTEN</u>	<u>DIŞTAN</u>	<u>İÇTEN</u>
Yapıştırma harcı	5,00 kg.	0,53	2,65	317	279	840	740
XPS Isı Yalıtım Levhası (4cm.)	1,05 m ²	8,00	8,40	317	279	2663	2344
Yüzey sıvası	5,00 kg.	0,62	3,10	317	279	983	865
Donatı fileşi (160 gr.alkali dayanımlı)	1,10 m ²	1,57	1,73	317	279	548	483
Plastik çivili dübel	6 adet	0,1	0,60	317	279	190	167
Alüminyum Köşe profili	0,25 m.	0,7	0,18	317	279	57	50
Astar	0,09 lt.	3,50	0,32	317	279	101	89
Son kat kaplama (saf akrilik, orta tekstürlü)	2,75 lt.	1,60	4,40	317	279	1385	1228
İskele	1m ²	1,00	1,00	317	279	317	279
İşçilik	1m ²	10,00	10,00	317	279	3170	2790
TOPLAM						11417 YTL	10188 YTL
						8457\$	7547\$

Tablo 5.4 Isı Yalıtım sistemlerinin yıllık enerji ihtiyaçlarının doğalgaz ve akaryakıt karşılıkları

	YALITIMSIZ	EXTRÜDE İLE ISI YALITIM SİSTEMİ			EXPANDE İLE ISI YALITIM SİSTEMİ		
		içten	sandviç	dıştan	içten	sandviç	dıştan
Binanın Özgül Isı kaybı (W/K)	1.418,52	705	704	712	728	727	724
Yıllık Enerji ihtiyacı (kWh)	60660	25023	24971	25350	26103	26085	26065
Sınırlandırılan Isı İhtiyacı (kWh/m ³)	23,64	23,64	23,64	23,64	23,64	23,64	23,64
Hesaplanan Isı İhtiyacı (kWh/ m ³)	54,9	22,65	22,60	22,94	23,62	23,61	23,59
ENERJİ İHTİYACI (kCal)	52.202.024	21533702	21489055	21815865	22463555	22448034	22430671
DOGALGAZ(m ³)	6320	2610	2604	2644	2733	2721	2719
AKARYAKIT (kg)	5674	2341	2336	2371	2442	2440	2438
Tasarruf edilen enerji miktarı -doğalgaz	-	3710	3716	3676	3597	3599	3601
Tasarruf edilen enerji bedeli	-	2226 YTL 1649\$	2230 YTL 1652\$	2206 YTL 1634\$	2158 YTL 1600\$	2159 YTL 1600\$	2161 YTL 1600\$
Yalıtım sistemi maliyeti	-	10188 YTL 7547 \$	10188 YTL 7547 \$	11417 YTL 8457 \$	9005 YTL 6670 \$	9005 YTL 6670 \$	10072 YTL 7461 \$
Geri dönüşüm süreleri (ısıtma sistemi dahil edilmemiştir.)	-	4,58 YIL	4,57 YIL	5,15 YIL	4,17 YIL	4,17 YIL	4,66 YIL

Bu tabloda;

1 kWh = 860 kcal.

1 m³ doğalgaz = 8.250 kCal.

1 kg akaryakıt = 9.200 kCal.

1 m³ doğalgaz bedeli = 0,60 YTL = 0,44 \$

birim dönüşümleri kullanılmıştır.

Ele alınan yalıtım sistemleri için TS 825 ısı yalıtım hesaplarından elde edilen; binanın özgül ısı kaybı, yıllık enerji ihtiyacı, sınırlandırılan ısı ihtiyacı ve hesaplanan ısı ihtiyacı sonuçları karşılaştırma tablosuna konmuştur. Binanın yıllık enerji ihtiyacı kg. cinsinden akaryakıt ve m³ cinsinden doğalgaz olarak da gösterilmiş; her bir sistemin yalıtımsız binaya göre tasarruf getirdiği yıllık doğalgaz miktarı ve bedeli hesaplanmıştır.

Maliyet analiz tablolarında (Tablo 5.2, Tablo 5.3) hesapları ayrıntılı biçimde görülen yalıtım sistemleri maliyetleri YTL. (Yeni Türk Lirası) ve \$ (Dolar) cinsinden Tablo 5.4 'e işlenmiştir. Bu değerler, yıllık tasarruf edilecek doğalgaz bedeline bölünerek yalıtım sisteminin geri dönüşüm süresi bulunmuştur. Buna göre sistemi için, ekspande polistiren kullanılarak yapılan içten yalıtım sisteminde 4,17yıl, sandviç sistemde 4,17 yıl, dıştan yalıtım sisteminde 4,66 yıl, ekstrüde polistiren kullanılarak yapılan içten yalıtım sisteminde 4,58 yıl, sandviç sistemde 4,57 yıl, dıştan yalıtım sisteminde 5,15 yıl için geri dönüşüm süresi hesaplanmıştır. Bu süreler hesaplanırken ısıtma sisteminden kazanılacak tasarruflar göz önüne alınmamıştır. Sadece ısı yalıtımı istenen bir binada dış cephede polistiren yalıtım levhaları kullanmak daha ekonomik bir çözüm sağlayacaktır.

Mevcut yapılarda yapılacak iyileştirmeler ve yeni yapılacak yapıların şartnamelere uygun olarak ısı yalıtım sistemlerinin uygulanması ile bu alanda tasarruf edilecek enerji miktarı oldukça önemli ve ülke ekonomisinin geleceğini yönlendirecek güçtedir.

BÖLÜM 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Küresel ısınmadan dolayı mevsim şartlarının giderek dengesizleştiği günümüzde iklimlendirme daha bir önem kazanır olmuştur. Yani sıcak havalarda soğuğa, soğuk havalarda sıcağa duyulan talep giderek artmaktadır. Hal böyleyken, insanlar konfor şartlarını sağlamaya çalıştığı iç mekânlarda daha çok enerji harcayarak iklimlendirme yoluna gitmektedir.

Ülkemizde elektrik enerjisinin büyük çoğunluğunun hidroelektrik santrallerinden sağlandığını göz önünde bulunduracak olursak, küresel ısınmadan dolayı kurumaya başlayan barajlarımız enerji tasarrufunu bir kez daha vurgulamaktadır. Doğalgaz ihtiyacımızın ise büyük bir kısmını dışarıdan karşılamaktayız. Enerji üretimindeki elde olan veya olmayan yetersizliklerimiz, az önce de belirtildiği gibi bizi enerji tasarrufuna her geçen gün daha da zorlamaktadır. Binalarımızda bu tasarruf büyük ölçüde ısı yalıtımıyla sağlanabilir.

1998’de yürürlüğe giren ve 2000 yılından itibaren binalarda ısı yalıtım zorunluluğu getiren TS 825 Binalarda Isı Yalıtımı Standardı, ülkemizde ısı yalıtımına verilmeye başlanan önemin önemli bir göstergesidir.

Bu çalışmada, örnek bir konut projesi üzerinde alternatif ısı yalıtım yöntem ve malzemeleri kullanılarak TS 825 Isı Yalıtım Kuralları’na göre hesaplamalar yapılmıştır. İlk olarak, sağlıklı karşılaştırma yapabilmek için binamızın yalıtımsız haldeki hesaplamaları yapılarak enerji ihtiyaçları ve özgül ısı kayıpları bulunmuştur. Isı yalıtım sistemleri arasındaki avantajların daha iyi anlaşılabilmesi için binamız expande polistren ve extrüde polistren malzemeleri ile ayrı ayrı içten, sanviç ve dıştan olmak üzere 3 farklı yöntemle yalıtılarak aralarında ekonomiklik kıyaslamaları yapılmıştır.

Yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen yıllık ısıtma enerjisi ve bina özgül ısı kaybı değerleri karşılaştırıldığında, konutlarda ısı kayıplarının çok olduğu dış duvarların ısı yalıtımı ile ısı enerjisi tüketiminde ortalama %40, binanın özgül ısı kaybında ise yaklaşık % 57 azalma sağlandığı görülmektedir.

Tablo 5.2 de yer alan amortisman hesaplarında dıştan ısı yalıtımı geri dönüşüm değerinin diğerlerine göre yüksek çıkmasının sebebi binanın tüm yüzeyine ısı yalıtımı yapılması, dolayısıyla maliyetinin daha yüksek çıkmasıdır. Ancak ekler bölümüne bakılacak olursa buharlaşma ve yoğuşma grafikleri extrude polistren köpük kullanılarak yapılan dıştan ısı yalıtımı için daha iyi sonuçlar vermektedir. Bu da; binada oluşabilecek korozyon ve nem sorunlarının azalmasına, buna bağlı olarak binanın durabilitesini iyi yönde etkilemesine sebep olmaktadır. Tüm bunların ışığında maliyeti her ne kadar biraz daha yüksek görünse de binanın durabilitesi ve içinde yaşayanların sağlığı açısından, extrude polistren köpük kullanılarak yapılan dıştan ısı yalıtımı diğer yöntemlere kıyasla daha uygundur.

Sonuç olarak; binalarda ısı yalıtımı yapılması, yalnız binamızın durabilitesini arttırmakla kalmaz, özellikle merkezi ısıtma sistemlerinin yerini bireysel ısınmanın aldığı günümüzde, sağladığı enerji tasarrufu ile de gerek kendi bütçemize gerekse ülke ekonomisine katkıda bulunur.

KAYNAKLAR

- [1] ALTINIŞIK, K., Isı Yalıtımı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, Ağustos 2006
- [2] TOYDEMİR, N., GÜRDAL E., TANAÇAN L., Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, Literatür Yayınları, İstanbul, 2004
- [3] KARAGÖZ, N., ŞENKAL SEZER F., Betonarme Döşemelerde Isı Yalıtım Uygulamaları, Şantiye Dergisi, 2004, Sayı: 197, S:52-53
- [4] EKİNCİ, C.E., Yalıtım Teknikleri, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul, 2003
- [5] ÜNAL, S., Bina Duvar Isı Yalıtım Sistemleri ve Ekstrüde Polistren İle TS825 'e Uygun Bina Yalıtım Çözümleri Üzerine Bir İnceleme, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2002
- [6] İZODER (Isı, Ses ve Su İzolasyoncuları Derneği), T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı Denetim Kuruluşları Yalıtım Seminerleri, 13 Mayıs-11 Haziran 2003
- [7] BAYER, G., Binalarda Uygulanan Isı Yalıtım Sistemleri ve Örnek Bir Projede Yalıtım Maliyet Analizleri, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2005
- [8] YENER, B., Binalarda-Sanayide Isı İzolasyonu ve Olumlu Sonuçları, İzolasyon Dünyası Dergisi, Sayı:52, S:50
- [9] EVCİL, N., Isı İzolasyonu ve Dış Duvarların Enerji Etkin Yenilenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2000
- [10] DAĞSÖZ, A.K., Yapılarda Isı Yalıtımı ve Buhar Geçişi, Emre Matbaacılık, İstanbul, 1991
- [11] İzocam Tic. San. A.Ş., Mineral Yünlerle Yalıtım, İzocam Diyalog Dergisi, Ekim-Kasım-Aralık 2003, S:2-3
- [12] GÜÇ, A., Yapılarda Ekstrüde Polistren Isı Yalıtımı, İzolasyon Dünyası Dergisi, , Sayı:52, S:30-31
- [13] POLİSTREN ÜRETİCİLERİ DERNEĞİ, Isı Yalıtımında Beyaz Güç Kitapçığı

[14] http://onlineboyaci.com/izo_isi.html

[15] www.izoder.org.tr/dergi/46/OZPOR_2.htm

ÖZGEÇMİŞ

Nurcan Candan 12.07.1982 yılında Konya-Akşehir’de doğdu. İlköğrenimini Kastamonu 23 Ağustos İlköğretim Okulu’nda ve orta öğrenimini Kastamonu Mustafa Kaya Anadolu Lisesi’nde (2000) tamamladı. Yüksek öğrenimini 2001–2005 yılları arasında Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Bölümünde yaptıktan sonra 2005 yılında S.A.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yapı Malzemesi Bölümünde yüksek lisans öğrenimine başladı.