

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAPILARDA, DUVAR YALITIMINDA ISI
KAYIPLARININ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME
YÖNTEMLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hayri KARACA

Enstitü Anabilim Dalı : YAPI EĞİTİMİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet APAY

Eylül 2007

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAPILARDA, DUVAR YALITIMINDA ISI
KAYIPLARININ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME
YÖNTEMLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hayri KARACA

Enstitü Anabilim Dalı : YAPI EĞİTİMİ

Bu tez 13 / 09 /2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Prf. Dr. Ahmet Apay
Jüri Başkanı**

**Y. Doç. Dr. Mansur Sümer
Üye**

**Y. Doç. Dr. Mehmet Sarıbıyık
Üye**

ÖNSÖZ

Tüm dünyada insan nüfusu ve tüketimi hızla çoğalmakta, buna paralel olarak enerji ihtiyacı da artmaktadır. Çok miktarda enerji tüketimi nedeni ile kentsel hava kirliliği artmakta doğal enerji kaynakları azalmakta, enerji pahalılaşmaktadır.

Enerjinin en çok tüketildiği alanlardan biri de ısıtma-soğutma enerjisi olarak kullanıldığı yaşadığımız binalardır. Anlatılması gereken konular sadece ısı kayıpları ve yakıt tasarrufu ile sınırlı kalmamalıdır. İklimin genelde sıcak olduğu ülkemizde ısı izolasyonu çoğu kişilerce yalnız soğuğa karşı bir önlem olarak bilinmekte, sıcak iklimli yerlerde ısı yalıtımı ya gereksiz görülmekte ya da yeterince önem verilmemektedir. Oysa gerçekte durum tam tersidir. Yaz aylarında bunaltan sıcakların çaresinin daha güç olduğu, soğutmanın ısıtmaktan daha pahalı olduğu, sağlık konusunun ise önde geldiği unutulmamalıdır.

Binalarda çok defa yapı fiziğine uygun olarak ısı yalıtımı yapılmamaktadır. Isı yalıtımı kullanımı ileri ülkelere kıyasla ya miktar olarak oldukça azdır ya da yoktur. Isı yalıtımında amaç yapının en sıcak devrede en az ısı kazanırken, en soğuk devrede de en az ısıyı kaybetmesidir.

İÇİNDEKİLER

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

BÖLÜM 1.

GİRİŞ.....	1
1.1. Yalıtım.....	1
1.2. Yalıtımın Önemi ve Faydaları.....	2
1.3. Isı Yalıtımı.....	4
1.4. Isı Yalıtımının Amacı	5
1.5. Isı Yalıtımının Türkiye’ de ki Gelişimi	6

BÖLÜM 2.

2.1. Isı Yalıtım Malzemelerinin Tanımı.....	8
2.2. Isı Yalıtım Malzemelerinin Genel Özellikleri.....	9
2.3. Isı Yalıtım Malzemelerinin Özellikleri.....	9
2.3.1. Basınç dayanımı.....	10
2.3.2. Çekme dayanımı.....	10
2.3.3. Buhar difüzyon Direnci.....	11
2.3.4. Düşük birim ağırlık.....	11
2.3.5. Yüksek ısı tutuculuk.....	11
2.3.6. Boyutsal kararlılık.....	12

2.3.7. İşlenebilirlik.....	12
2.3.8. Kimyasal etmenlere dayanıklılık.....	12
2.3.9. Yanmazlık ve alev geçirmezlik.....	12
2.3.10. Parazitler barındırmama ve parazitlere dayanıklılık.....	13
2.3.11. Su ve nemden etkilenmezlik.....	13
2.3.12. Sıva tutuculuk	13
2.3.13. Çürümezlik.....	14
2.3.14. Kokusuzluk.....	14
2.3.15. Ucuzluk.....	14
2.4. Isı Yalıtım Malzemeleri.....	14
2.4.1. Cam yünü (TS 901 EN 13162).....	14
2.4.2. Taş yünü (TS 901 EN 13162).....	16
2.4.3. Expande polistiren (EPS) (TS 7316 EN 13163).....	18
2.4.4. Extrude polistiren (XPS) (TS 11989 EN 13164).....	19
2.4.5. Poliüretan köpük (PUR) (TS EN 13165).....	20
2.4.6. Mantar levhalar (TS 304).....	21
2.4.7. Ahşap lifli levhalar(TS EN 13168).....	22
2.4.8. Seramik yünü.....	23
2.4.9. Melamin köpüğü.....	23
2.4.10. PVC köpük.....	24
2.4.11. Elastomerik kauçuk köpüğü.....	25

BÖLÜM 3.

ISI YALITIM UYGULAMALARI.....	27
3.1. Dış Duvarların Yalıtımı	27
3.1.1. Dıştan yalıtım.....	27
3.1.2 İçten yalıtım.....	29
3.2. Kolon Kiriş ve Perde Duvarların Yalıtımı.....	32
3.3. Sandviç Duvarların Yalıtımı.....	33
3.4. Havalandırılmalı Duvarların Yalıtımı.....	34
3.5. Yalın Duvarların Yalıtımı.....	35
3.6. Toprak Temaslı Temel Duvarlarda Isı Yalıtımı.....	35

BÖLÜM 4.

MATERYAL METIOD.....	38
4.1. Mantolama Yalıtım Sistemi.....	38
4.1.1. Mantolama yalıtım sisteminde kullanılan materyaller.....	39
4.1.1.1. Yapıştırıcı.....	39
4.1.1.2. Dübeller.....	39
4.1.1.3. Sıva filesi.....	40
4.1.1.4. Sıva.....	41
4.1.1.5. Köşe profilleri.....	42
4.1.1.6. Su basman profilleri.....	43
4.1.1.7. Son kat dekoratif kaplama malzemeleri.....	45
4.1.2. Mantolama yalıtım sisteminin uygulama aşamaları.....	44
4.1.2.1. Yüzey teşhisi.....	44
4.1.2.2. Toprak altı, subasman veya suya maruz kalan kısımların hazırlığı.....	44
4.1.2.3. Yüzey hazırlığı ve uygulama.....	45
4.1.2.4. Kenar ve köşelerin oluşturulması.....	50
4.1.3. Mantolama sisteminde uyulması gereken kurallar.....	54
4.2. Termal Görüntülerin Tespitinde Kullanılan Materyal.....	55
4.2.1. Termal kamera ile tespit edilen durumlar.....	56
4.2.1.1. Elektrik dağıtım sistemleri.....	56
4.2.1.2. Yapılardaki problemler.....	56
4.2.1.3. Çatı sistemleri.....	57
4.2.1.4. Mekanik sistemler.....	58
4.2.1.5. Petro kimyasal uygulamalar.....	58
4.2.1.6. Elektrik ekipman.....	58
4.2.2. Termal kamera teknik özellikleri.....	59
4.3. Termal Görüntülerin Tespiti.....	60
4.4. Termal Kamera Görüntülerinin Analizi.....	65

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER.....	81
------------------------	----

KAYNAKLAR.....	84
ÖZGEÇMİŞ.....	85

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	: Isı kaybeden yüzey alanı (m^2)
λ	: Isı iletkenlik katsayısı (W/mK)
q	: Isı akışı, birim alandan geçen ısı (W/m^2)
Q	: İletimle geçen ısı (W)
U	: Isıl geçirgenlik katsayısı (W/m^2K)
Sd	: Su buharı difüzyonu eşdeğer hava tabakası kalınlığı (m)

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Yapılarda Yalıtım.....	2
Şekil 1.2.	Binalarda Isı Kayıpları.....	3
Şekil 1.3.	Yalıtımsız Binada Isı Kayıpları.....	4
Şekil 2.1.	Cam Yünü.....	16
Şekil 2.2.	Taş Yünü.....	17
Şekil 2.3.	Expand Polistren Levha.....	19
Şekil 2.4.	Extrude Polistren Levha.....	19
Şekil 2.5.	Mantar Levhalar.....	21
Şekil 2.6.	Ahşap Lifli Levhalar	22
Şekil 2.7.	Seramik Yünü.....	23
Şekil 2.8.	Melamin Köpüğü Levha.....	24
Şekil 2.9.	PVC Köpük Levha.....	24
Şekil 2.10.	Elastomerik Kauçuk Köpüğü.....	25
Şekil 3.1.	Dıştan Yalıtımlı Duvar.....	28
Şekil 3.2.	Dıştan Yalıtılmış Bir Duvarın Yalıtım Detaylarının Perspektif Görünümü.....	29
Şekil 3.3.	Dış Duvarların İçten Yalıtımı.....	30
Şekil 3.4.	İçten Yalıtılmış Bir Dış Duvarın Yalıtımına Ait Perspektif.....	31
Şekil 3.5.	Kolon ve Beton Perde Duvarların Yalıtımı.....	33
Şekil 3.6.	Sandviç Duvarların Yalıtımı	34
Şekil 3.7.	Havalandırılmalı Duvarların Yalıtımı	35
Şekil 3.8.	Yalın Duvarların Yalıtım Detayı	36
Şekil 3.9.	Toprak Temaslı Temel Duvarlarında Isı Yalıtımı.....	37
Şekil 3.10.	Toprak Temaslı Temel Duvarların Yalıtım Perspektifi.....	38
Şekil 4.1.	Yapıştırıcı Malzeme ve Hazırlanması.....	40
Şekil 4.2.	Uygulama Yüzeylerine Göre Dübel Çeşitleri.....	41

Şekil 4.3.	Donatı Filesı.....	42
Şekil 4.4.	Yalıtım Sıvası.....	43
Şekil 4.5.	Isı Yalıtımında Kullanılan Profil Çeşitleri.....	44
Şekil 4.6.	Su Basman Profili.....	45
Şekil 3.11.	Yapıştırıcı Malzeme ve Hazırlanması.....	31
Şekil 3.12.	Uygulama Yüzeylerine Göre Dübel Çeşitleri.....	33
Şekil 3.13.	Donatı Filesı.....	34
Şekil 3.14.	Yalıtım Sıvası.....	35
Şekil 3.15.	Isı Yalıtımında Kullanılan Profil Çeşitleri.....	36
Şekil 3.16.	Su Basman Profili.....	37
Şekil 4.7.	Levha Halindeki Isı Yalıtım Malzemelerin Duvara Uygulanışı...	47
Şekil 4.8.	Dış Cephe Kaplamasının Detayları.....	48
Şekil 4.9.	Başlangıç Profiline Duvara Uygulanması.....	48
Şekil 4.10.	Yapıştırıcı Harcın Yalıtım Levhasına Noktasal Olarak Uygulanması.....	50
Şekil 4.11.	Düzgün Yüzeyle Levha Yüzeyine Tırtıklı Mala İle Yapıştırıcı Uygulanması.....	50
Şekil 4.12.	Isı Yalıtım Levhalarının Kapı ve Pencere Bölgelerinde Uygulanması.....	51
Şekil 4.13.	Şekil 4.18. Isı Yalıtım Levhalarının Matkap ve Çekiç Yardımı İle Montajı.....	52
Şekil 4.14.	Kenar Profili Uygulanması.....	53
Şekil 4.15.	Isı Yalıtım Levhasının Yüzeyine İlk Kat Sıva Uygulanması	54
Şekil 4.16.	Donatı Filesinin İlk Sıva Katmanı Üzerine Uygulanması	54
Şekil 4.17.	İkinci Kat Sıva Uygulanması	55
Şekil 4.18.	İkinci Kat Yalıtım Sıvası Uygulanması	56
Şekil 4.19.	Termal Kamera	58
Şekil 4.20.	Döşemedeki Isı Hareketlerini Gösteren Termal Kamera Görüntüsü.....	59
Şekil 4.21.	Binaya soğuk hava girmesine yol açan sızdırmazlığı kötü yapılmış tavanın termal görüntüsü.....	59
Şekil 4.22.	Çalışmakta Olan Termal Kamera	61
Şekil 4.23.	SAÜ Teknik Eğitim Fakültesi Binası.....	63

Şekil 4.24.	SAÜ Süleyman Demirel Kütüphanesi	64
Şekil 4.25.	SAÜ Mühendislik Fakültesi D-8 Binası	64
Şekil 4.26.	SAÜ Rektörlük Basım Evi Müdürlüğü Binası.....	65
Şekil 4.27.	Binaya Dıştan Uygulanmış Dekoratif Amaçlı Yapı Malzemesi....	66
Şekil 4.28	Binaya Dıştan Uygulanmış Dekoratif Amaçlı Yapı Malzemesinin Termal Kamera Görüntüsü.....	66
Şekil 4.29.	SAÜ Teknik Eğitim Fakültesi Binası Yangın Merdivenleri.....	67
Şekil 4.30.	Termal Kamera Görüntüsü % - Sıcaklık Grafiği	68
Şekil 4.31.	SAÜ Teknik Eğitim Fakültesi Binası.....	69
Şekil 4.32.	Termal Kamera Görüntüsü % - Sıcaklık Grafiği	70
Şekil 4.33.	SAÜ Süleyman Demirel Kütüphanesi Arka Yüz.....	71
Şekil 4.34.	Termal Kamera Görüntüsü % - Sıcaklık Grafiği	72
Şekil 4.35.	SAÜ Süleyman Demirel Kütüphanesi ÖnYüz.....	73
Şekil 4.36.	Termal Kamera Görüntüsü % - Sıcaklık Grafiği	74
Şekil 4.37.	SAÜ Mühendislik Fakültesi D-8 Binası	75
Şekil 4.38.	Termal Kamera Görüntüsü % - Sıcaklık Grafiği	76
Şekil 4.39.	SAÜ Mühendislik Fakültesi D-8 Binası Genel Görünüm.....	77
Şekil 4.40.	Termal Kamera Görüntüsü % - Sıcaklık Grafiği	78
Şekil 4.41.	SAÜ Rektörlük Basım Evi Müdürlüğü Binası.....	79
Şekil 4.42.	Termal Kamera Görüntüsü % - Sıcaklık Grafiği	80
Şekil 4.33.	SAÜ Rektörlük Basım Evi Müdürlüğü Binası.....	81
Şekil 4.44.	Termal Kamera Görüntüsü % - Sıcaklık Grafiği	82

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1.1.	Türkiye’ de ve Bazı Ülkelerde Kişi Başına Yıllık Isı Yalıtım Malzemesi Tüketim Oranları.....	7
Tablo 5.1.	Termal Kamera Teknik Özellikleri.....	74
Tablo 6.1.	Yapı Bileşenine İlişkin Bilgiler ve Kabuller Tablosu.....	81
Tablo 6.2.	Yapı Bileşenine İlişkin Bilgiler ve Kabuller Tablosu.....	83

ÖZET

Anahtar kelimeler: Isı Yalıtım malzemeleri, ısı kayıpları, ısı yalıtımı

Bu çalışmada ısı ve ısı transferi hakkında temel bilgiler verilmiş, ısı yalıtımı ve yapılarda ısı yalıtımı uygulamasının önemi üzerinde durulmuştur.

Isı yalıtım malzemeleri ile ilgili tanımlamalar yapılmış, ısı yalıtımında sıklıkla kullanılan malzemeler ve bu malzemelerde istenilen özellikler detaylı olarak anlatılmıştır.

Yapılarda en büyük ısı kayıplarının gerçekleştiği duvar, kısımlarında uygulanan ısı yalıtım teknikleri ve uygulamada kullanılan malzemeler anlatılmıştır.

Yapılan termal kamera çekimleri ile yalıtımlı ve yalıtımsız binalar arasındaki fark incelenmiştir.

MEASUREMENT AND EVALUATION METHODS FOR THE HEAT LOSSES FOR THE WALL INSULATION IN BUILDINGS

SUMMARY

Keywords : heat insulation, heat insulation materials, heat losses

In this study, information about heat and heat transfer is given, and the importance of the heat insulation and its applications are explained.

Descriptions about heat transfer materials are given. And frequently used heat insulation materials and desired features about this materials are explained in detail.

The parts of the walls of the structures where the most important heat losses occur and the materials used in practice are discussed.

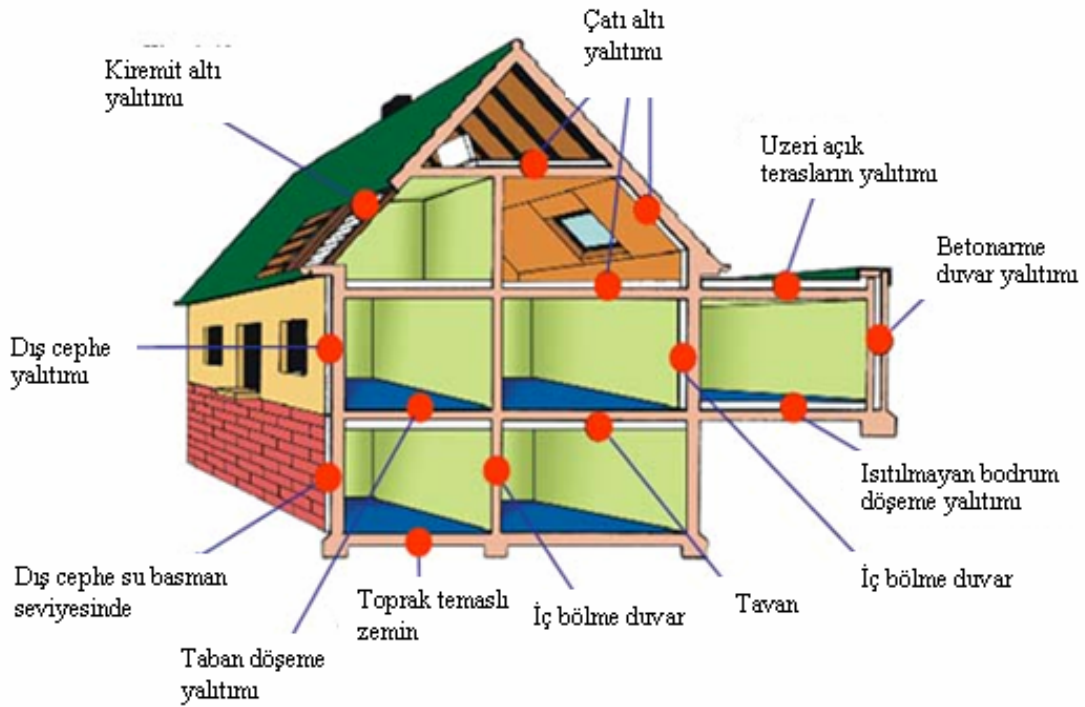
The difference between insulated and uninsulated buildings is investigated by using a thermal camera shots.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Yalıtım

Yapı fiziği bağlamında yalıtım, arzu edilmeyen fiziksel etkilerin ya da olayların bir taraftan diğer tarafa geçmesini engelleyen işlem ve sistemlere verilen addır. Örneğin suyun binaya girmesinin engellenmesi, ısı enerjisinin içeri veya dışarı kaçmasının engellenmesi, gürültü kapsamındaki seslerin engellenmesi, elektrik akımından korunmak üzere elektrik akımının yalıtılması gibi işlemler bu kapsamda ele alınabilir. Ancak bu yalıtımın gerçekleştirilebilmesi için yalıtkan denen özel maddelere gereksinim vardır. Bu özel malzemeler su yalıtımında bitüm emdirilmiş ve / veya plastik kökenli malzemeler olabileceği gibi, ısı yalıtımını sağlamak için gözenekli hafif malzemeler, ortam sesi yalıtımı içinde birim – hacim ağırlığı yüksek malzemeler olmalıdır. Yapıda uygulanan yalıtımlar, Şekil 1.1.' de uygulama bölgeleri ile genel olarak gösterilmiştir[3].

Yalıtım kavramının ana teması; doğal kaynak ve koşulları göz önüne alınarak yapılar tasarlamak ve sağlıklı olma özelliklerine sahip yalıtım malzemelerinin de destek ve katkısı ile çevre kirliliği gibi olumsuzlukları en alt düzeye indirerek enerjide savurganlığı önlemek şeklinde özetlenebilir [4].



Şekil 1.1. Yapılarda Yalıtım

1.2. Yalıtımın Önemi ve Faydaları

Yapıların uzun yıllar boyunca değerini koruması ancak, yapı iyi tasarlanmışsa, iç ve dış etkenlerden doğru biçimde korunmuşsa gerçekleşebilir. Yapıların iç ve dış etkenlerden doğru biçimde korunması, yalıtım ile sağlanabilir. Yalıtım sistemlerinin esas amacı; yapı bileşenleri ve taşıyıcı sistemi dış etkenlerden koruyarak, kullanım amacına uygun sağlık ve konfor şartlarının yapı içerisinde hüküm sürmesini sağlamaktır. Bina içerisinde konforlu yaşam koşullarının oluşturulması insan sağlığı için ne kadar önemli ise yapının dış etkenlere karşı korunması da içerisinde yaşadığımız, sağlam ve uzun ömürlü olmasını beklediğimiz yapılar için aynı öneme sahiptir [5].

Yapılarda ısı yalıtımı enerjiden tasarruf sağlayarak gaz, kurum ve toz emisyonunu azaltıp çevre kirliliğini önler. Duvar, ısı köprüleri, zemin ve tavan yüzey sıcaklıklarının iç konfora olduğu kadar yapı kabuğu üzerinde de önemli etkileri

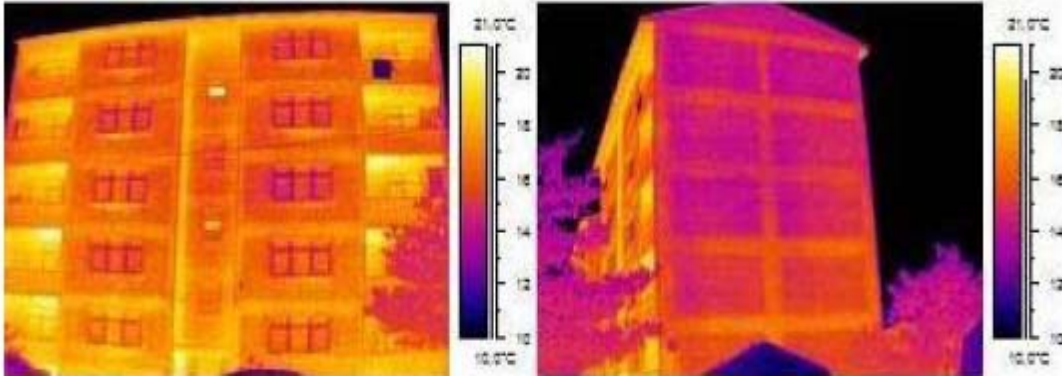
vardır. Yeterli yalıtım, yaşam kalitesine katkıda bulunur ve bina dokusunun korunmasına yardımcı olur. Sağlıklı ve rahat yaşam, sadece uygun ısı ve nem şartlarına sahip olan mekanlarda mümkündür [6].

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 bileşenlerin ısı yalıtım özelliklerine bağlıdır. Isı etkilerinden yeterli bir korunma, hacmi çevreleyen yapı bileşenlerinin yüzey ve içlerinde terleme olayını, tesisat borularının donmasını ve bunlara bağlı olarak meydana gelen zararları önleyerek, yapının bakım ve onarım giderlerini azaltır. Bilindiği gibi binalar; dış duvarlar, tavanlar, merdivenler, pencereler, ısıtılmayan hacimler üzerindeki döşemeler, zemine oturan döşemeler ve açık geçitler üzerindeki döşemelerden ısı kaybetmekte ve bu yüzden binaların yakıt tüketimi yükselmektedir. Yapılardaki toplam ısı kayıplarının; % 10'u döşemelerde (temeller), % 10-15'i pencerelerde, % 25'i tavanlarda, % 15-25'i dolgu duvarlarda, % 20-50'si ısı köprülerinde oluşmaktadır. Şekil 1.2.'de yapıdaki ısı kayıpları gösterilmiştir [9].



Şekil 1.2. Binalarda Isı Kayıpları

Isı yalıtımı ile ısı kayıplarının önüne geçildiği gibi yapılar; nem, rutubet ve korozyona karşı da korunur. Böylece binada ısı yalıtımı, binanın ömrüne olumlu yönde etki ederek bina ömrünü arttırır. Isı yalıtımı ile binalarda taşıma ve destek görevi gören elemanların iç ve dış yüzeylerinde meydana gelebilecek ısı farklılıklarına bağlı olan termal gerilmelerin (Şekil 1.3.)önüne geçilir. Bu sayede bu elemanlarda termal gerilmeye bağlı oluşabilecek olası çatlakların oluşması önlenir. Bu durum; ülkemizin deprem kuşağında olması gerçeği göz önüne alınması durumunda dikkat ve hassasiyet gösterilmesi gereken bir konu olarak da karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 1.3. Yalıtımsız Binada Isı Kayıpları

Bunların yanı sıra ısı yalıtımı, ekonomik avantajlar sunar. Binaya zarar veren etmenlerin etkileri uzun dönemde de olsa görülür. Ancak, ısı yalıtımının tasarruf etkisini kısa dönemde açıkça görmek mümkündür. Isı yalıtımı için harcanan maliyetler, az yakıt kullanımı sayesinde yapılan tasarruf ile kendini 3-4 sene gibi zaman içerisinde amorti eder.

Sağladığı bu faydalardan dolayı gelişmiş ülkelerde ısı yalıtımı devlet tarafından teşvik edilmekte ve bağlayıcı yönetmeliklerle uygulama sağlanmaktadır [10].

1.3. Isı Yalıtımı

Binalarda, ısı yalıtımı; kışın binayı ısıtmak için üretilen sıcak havanın dışarıya kaçmasını önleyerek ısı ekonomisi, yazında dışarıdaki sıcak havanın içeriye

girmesini önleyerek termik konfor sağlamak amacıyla yapılır. Ayrıca soğuk hava deposu, fırın vb. kapalı hacimlerde ısı yalıtımı uygulanmaktadır[7,8].

Bina yapımındaki gelişmeler ile birlikte, yapılar kalın boyutlu ve ağır malzemelerden ince boyutlu hafif malzemelere geçmiştir. Bu durum, sağladığı bir çok yarar yanında yapı fiziği ve ısı yalıtımı konularında daha dikkatli davranmak gereğini ortaya getirmiştir. Binanın ısı yalıtımı; yapının gerek kışın, gerekse yazın karşılaşılabilecek dış şartları güvenle karşılayabilecek şekilde düşünülmelidir. Binanın ısı etkilerine karşı yalıtılmasında amaç, yapının zararlı boyutlarda ısı hareketleri ve buhar yoğunlaşması sonucu zaman içinde yapı hasarlarının (don hasarı, nem hasarı, küflenme, bozulma, demir aksamının çürümesi-korozyonu vs) ortaya çıkmasını önlemektir. Dolayısıyla yapının bakım masraflarını sınırlı düzeyde tutmak, yaşanan iç ortamın konfor şartlarına uygun, kışın ısıtma, yazın soğutma enerjisinden tasarruf sağlayarak aile ve ulusal ekonomimize katkıda bulunmaktır [9].

1.4. Isı Yalıtımının Amacı

1. Yazın aşırı sıcaktan, kışın soğuktan rahatsız olmamak, daha az yakıt tüketimi ile daha az yakıt harcaması yapmak,
2. Konforlu yaşam şartlarında yaşamak,
3. Gerek ısıtma gerekse soğutma amacı ile kullanılan enerjinin boşa harcanmaması, verimli kullanılması ve bunun sonucunda işletme giderlerinden tasarruf sağlamak,
4. Isı yalıtımı ile binadaki ısı kaybı azalacağından, daha küçük ısıtma, soğutma cihazları ve armatürleri kullanarak ilk yatırım maliyetlerini azaltmak,
5. Hava kirliliğini ve ozon tabakasının tahribatını önlemek, doğal kaynakların tüketimini azaltarak gelecek nesillere de fayda sağlayabilmek,
6. Bina içinde ve duvar yüzeyinde soğuk noktaları önleyebilmek, dolayısıyla rutubet ve yoğunlaşmayı önlemek, homojen bir sıcaklık ve konfor elde etmek, bina

içi yoğuşma ve rutubetin bir sebebini oluşturduğu romatizmal hastalıklara tedbir oluşturmak,

7. Binaların dış kabuğunu ve yapı elemanlarını büyük ısısal gerilimlerin ve rutubetin tahribatından korumak, boya bakım giderlerinden tasarruf sağlamak böylelikle bina ömrünü uzatabilmek,
8. Zararlı madde emisyonunu azaltarak, sağlıklı çevre oluşturulmasına imkân vermek,
9. Ahşap yüzeylerde mantarlaşmayı önlemektir.

1.5. Isı Yalıtımının Türkiye’deki Gelişimi

Türkiye’de yalıtım uygulamaları ile ilgili yönetmelikler incelendiğinde; ilk olarak 1970 yılında TSE tarafından “TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları”nın hazırlanmış olduğu görülmektedir. Ancak o dönemde bu yönetmeliğin uygulanması konusunda bir zorunluluk getirilmemiştir. Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Görükle, Bursa. 80 1977 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca çıkarılan “Isıtma ve Buhar Tesislerinin Yakıt Tüketiminde Ekonomi Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği” ile bu konuda önemli bir adım atılmıştır. 30.10.1981 tarihinde “Isı Yalıtım Yönetmeliği” yürürlüğe konmuş ve 16.01.1985 tarihinde üzerinde çeşitli değişiklikler yapılmıştır. 1995 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nce “TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” revize çalışmalarına başlanmış, 29.04.1998 yılında TS Teknik Kurulu’nce onaylanarak yürürlüğe girmiştir. TS 825 standardı 14.06.1999 gün ve 23725 sayılı resmi gazetede yayınlanmış, 14.06.2000 tarihinden itibaren de zorunlu standart olarak, yeni yapılacak binalarda uygulanmaya başlamıştır. Bu tarihten itibaren mevcut binalarda herhangi bir yasal uygulamaya gidilmemiş, ancak uygulanan tüm yapıların ısı yalıtım proje hesaplarında bu standarttaki kurallara uyulması zorunlu hale getirilmiştir. AB sürecini yaşadığımız şu günlerde bunun önemli bir gelişme olduğunu söylemek mümkündür. TS 825; binaların alan ve hacim oranlarına göre ısıtma harcamalarına yeni sınırlar getirmiştir. Konutlar, bürolar, tiyatrolar, kongre ve konser salonları,

kültür merkezleri, eğitim yapıları, spor tesisleri, hastaneler, yurtlar, konaklama tesisleri, bankalar, oteller gibi ısı konforu ihtiyacı duyarak yaşadığımız her türlü mekân TS 825'in uygulama alanları içinde yer almaktadır. Günümüzde binalardaki enerji tasarrufunun en önemli bölümünü ısı enerjisi tasarrufu oluşturmaktadır. Yapıların ısıtılmasında kullanılan yakıt miktarının azaltılmasını da amaçlayan ısı enerjisi tasarrufu, ancak doğru uygulanmış bir ısı yalıtımı ile sağlanabilmektedir. Yapılarda ısı yalıtımı; duvar, döşeme, çatı, pencere ve ısı köprüleri gibi elemanlardan ısı geçişlerini yavaşlatmak ve yapının sağlığını korumak amacıyla yapılmaktadır. Türkiye'de 1990'lı yılların başında kendini iyice göstermeye başlayan enerji tasarrufu bilincinin yapı sektöründeki ilk aşamalarının, konutların doğramalarındaki tek cam ünitelerinin çift cama dönüştürülmesi ile başladığını söylemek mümkündür. Bu süreçle birlikte, çeşitli ısı yalıtım malzemelerinin ithali ve ülkemizde üretilmeye başlanması, diğer yalıtım uygulamalarını da beraberinde getirmiştir. 1995 yılı itibarıyla Türkiye'de tüketilen ısı yalıtım malzemeleri miktarı yaklaşık 1.500.000 m³ 'tür. Buna karşılık aynı yılda Almanya'da 30.200.000 m³, Fransa'da ise 20.100.000 m³ ısı yalıtım malzemesi tüketilmiştir. Tablo 1.1.'de Türkiye'de ve bazı ülkelerde kişi başına düşen ısı yalıtım malzemelerinin tüketim oranları verilmiştir. Bu sıralamada Türkiye en az yalıtım kalınlığı uygulayan ülkeler arasında yer almaktadır.

Tablo 1.1. Türkiye'de ve Bazı Ülkelerde Kişi Başına Yıllık Isı Yalıtım Malzemesi Tüketim Oranları

ISI YALITIM MALZEMESİ TÜKETİMİ (m ³ /kişi/yıl)	TÜRKİYE	İSVEÇ	ALMANYA	FRANSA	İNGİLTERE	YUNANİSTAN
	0,02	1,03	0,33	0,28	0,16	0,05

Dünya genelinde enerji tüketimi son 25 yılda kişi başına sadece %5 kadar artmış olmakla beraber, Türkiye'de son 25 yıldaki artış oranı %100 rakamının üzerindedir. Türkiye'nin enerji üretimi resmi rakamlara göre 1990 yılında toplam ihtiyacının %50 kadarını karşılarken; günümüzde sadece %30'unu karşılayabilmektedir. Ülkemizde enerji tüketiminin ortalama %41'i konutlarda, %33'ü sanayide, %20'si ulaşımda, %5'i tarımda ve %1'i diğer alanlarda kullanılmaktadır. Tüketilen tüm bu enerjinin yaklaşık %85'i ısıtma amaçlı kullanılmaktadır [11].

BÖLÜM 2. ISI YALITIM MALZEMELERİ VE ÖZELLİKLERİ

2.1. Isı Yalıtım Malzemelerinin Tanımı

Türk Standartları TS 825 ve Alman DIN normu 4108' e göre, Taş yünü, Extrude polistren, Expanded Polistren, Camyünü, Polietile, Poliüretan, Cam Köpüğü, Fenol Köpüğü gibi ısı iletkenlik değeri (λ) 0,060 kcal/mh°C değerinin altında olan malzemelere “ısı yalıtım malzemesi”, bu değerin üstünde kalanlara da “yapı malzemesi” denir.

Isı yalıtım malzemeleri; ısı geçişine karşı koyarak mevcut ısının uzun süre korunmasını sağlayan düşük ısı iletkenliğine sahip ürünlerdir. Ayrıca ısı yalıtım ürünleri genellikle heterojen yapılı malzemelerin bir karışımı olarak ele alınabilir ve çoğunlukla hava dolu hücreleri saran, katı bir çeperden oluşan bir iskelet şeklindedir. Bu bünye yapısının doğal sonucu olarak ısı yalıtım malzemeleri hafiftir.

Isı yalıtım malzemeleri, yalıtılacak bölgenin özelliklerine göre seçilir ve imal edilir. Artık yalıtım işleminin evlerden, denizaltılara, uçaklara, gökdelenlere kadar bir çok alanda uygulandığını ele alırsak bu malzemelerin tasarımı, üretimi ve uygulamasında çok dikkat edilmesi gerekliliği karşımıza çıkar.

Isıl yalıtımlar, doğru uygulandığında, iletim, taşınım ve/veya ışınım ısı geçişi tipleri ile enerji geçişini azaltan, malzemeler veya birleşik malzeme topluluklarıdır. Bu yalıtım malzemeleri lifli, taneli, film-tabaka, blok veya tek parçadan yapılmış, açık - kapalı hücreli, kimyasal-mekanik olarak birbirine bağlanmış veya desteklenmiş karma malzemeler olabilir [9].

BÖLÜM 3. ISI YALITIM UYGULAMALARI

3.1. Dış Duvarların Yalıtımı

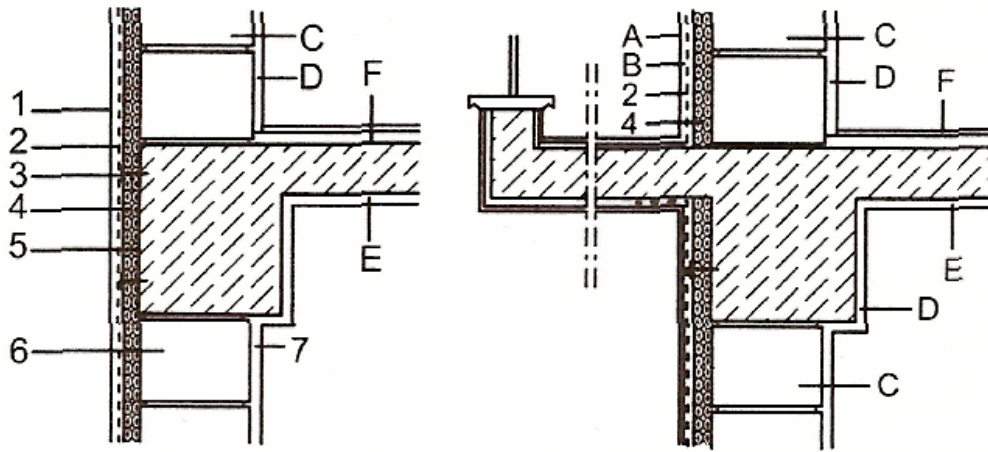
Binalarda dış duvarlardan olan ısı kaybı binanın yüksekliğine göre artar. Diğer bir ifadeyle dış yüzey ne kadar büyürse, ısı kayıpları da o ölçüde artmaktadır. Çok katlı binalarda toplam ısının yaklaşık %40'ı dış duvarlar yoluyla kaybolur. Tek katlı binalarda dış yüzeyin küçülmesi nedeniyle, ısı kayıpları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

Binaların dış duvarları 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.

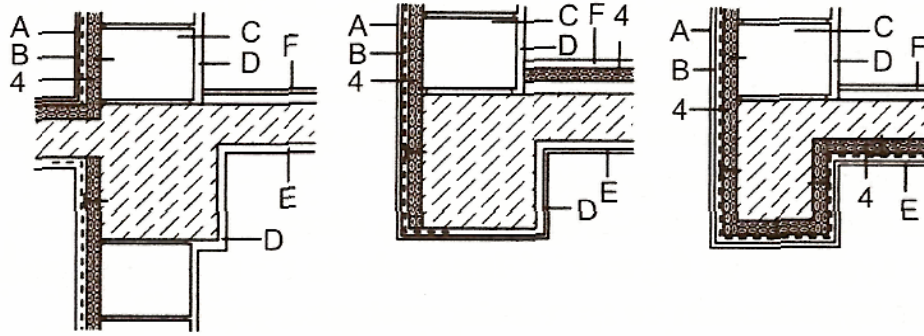
3.1.1. Dıştan yalıtım

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

Dıştan yalıtılmış bir dış duvarın yalıtım detayı Şekil 3.1' de verilmiştir. Şekilde düşük döşemeli balkon-duvar birleşimi, balkon duvar birleşimi, ve çıkma-duvar birleşimi detayları gösterilmiştir [2].



Balkon-duvar birleşimi

Düşük döşemeli
balkon-duvar birleşimi

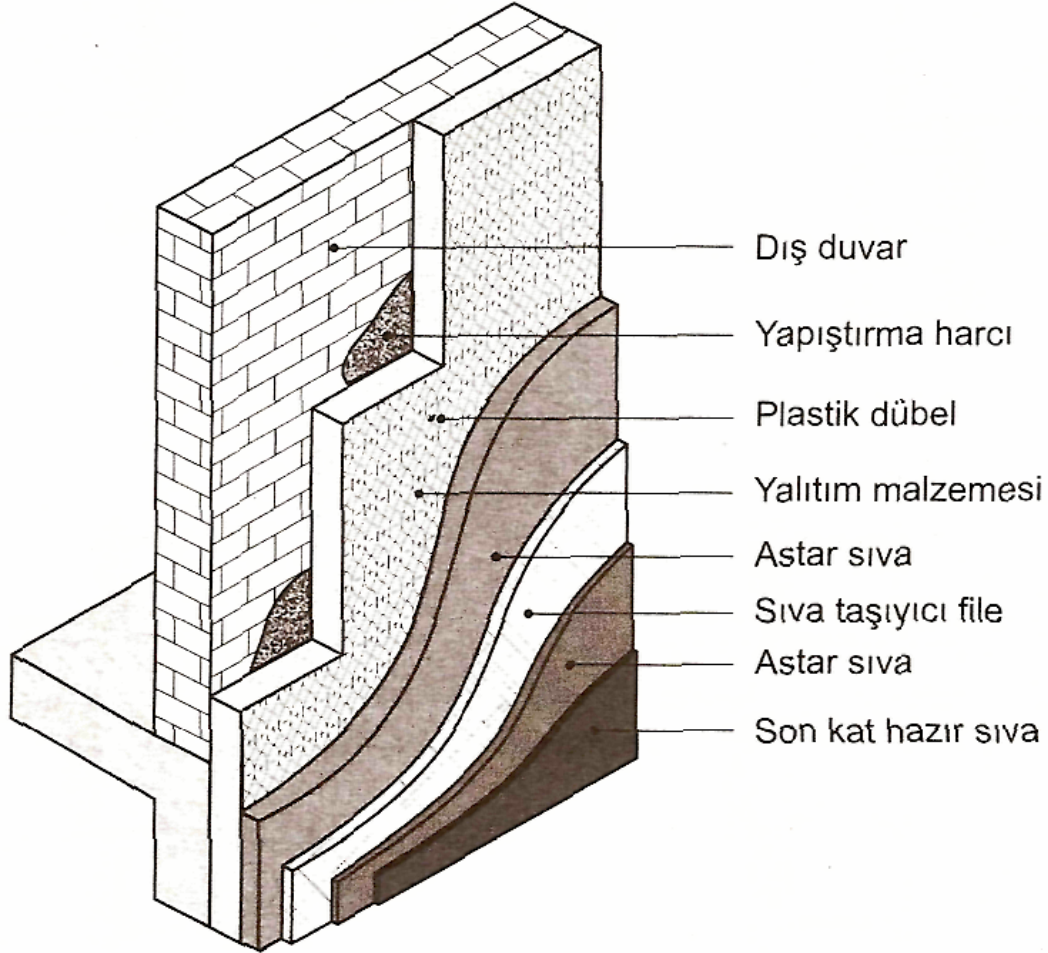
Çıkma-duvar birleşimi

Şekil 3.1. Dıştan Yalıtımlı Duvar

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

Dıştan yalıtımlı duvarlar Şekil 3.1, dıştan yalıtılmış bir dış duvarda yalıtım detaylarının perspektifi Şekil 3.2'de verilmiştir. Yalıtım levhaları, yüzeye yapıştırıcı sürüldükten sonra aralarında boşluk kalmayacak şekilde duvara tespit edilir. Yapıştırma harcı genel olarak yaklaşık 24 saatte kurur. Harç kurduktan sonra yalıtım levhalarını sağlamlaştırmak için özel yalıtımlı dübellerle m^2 'ye 6 adet gelecek şekilde levhalar dübellendir. 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

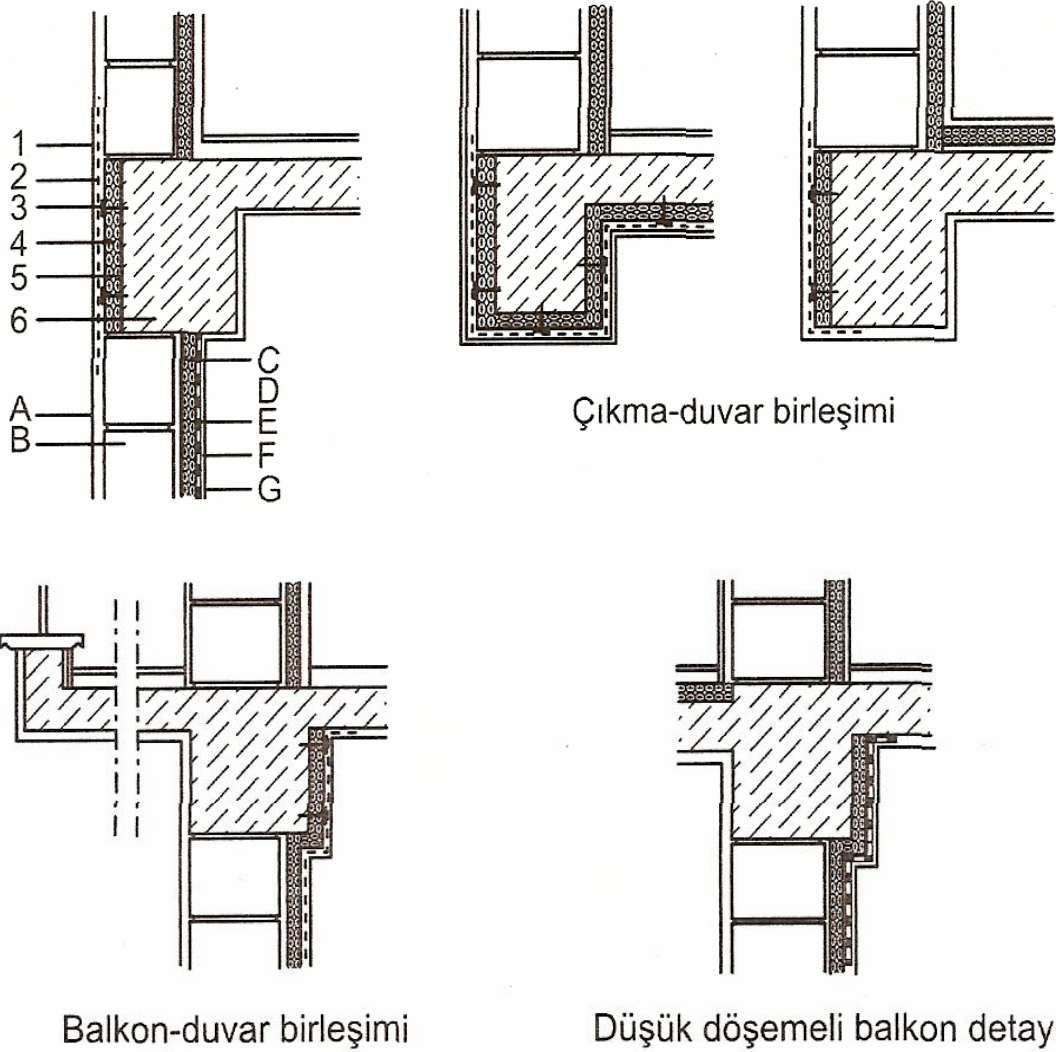
yerleştirilir. File üzerine yine astar bir sıva atılır. Bu katmanlar kurduktan sonra son kat sıva yapılarak yalıtım uygulaması tamamlanır[2].



Şekil 3.2. Dıştan Yalıtılmış Bir Duvarın Yalıtım Detaylarının Perspektif Görünümü

3.1.2 İçten yalıtım

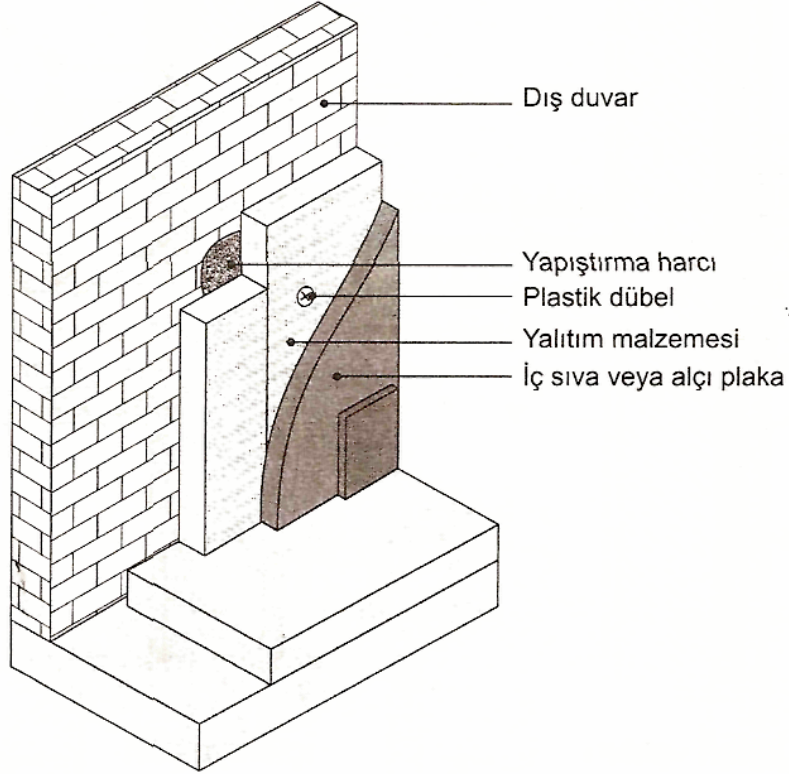
Dış duvarların içten yalıtımı, ancak dış taraftan ısı yalıtımı tercih edilemeyen durumlar için uygulanabilir. Dış duvarlara bağlı olan kolon, kiriş ve perde gibi yapı elemanları, ısı köprüsü oluşmaması için yalıtılmalıdır. Şekil 3.3 iç duvarların içten yalıtılması ile ilgili olarak detaylan göstermektedir. Şekilde asmolen döşeme (a), çıkma duvar birleşimi (b) Balkon-duvar birleşimi(c) ve düşük döşemeli balkona ait yalıtım detayı verilmiştir .



Şekil 3.3. Dış Duvarların İçten Yalıtımı

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

Şekil 3.4.' de ise içten yalıtıma ait perspektif görünüm gösterilmiştir.



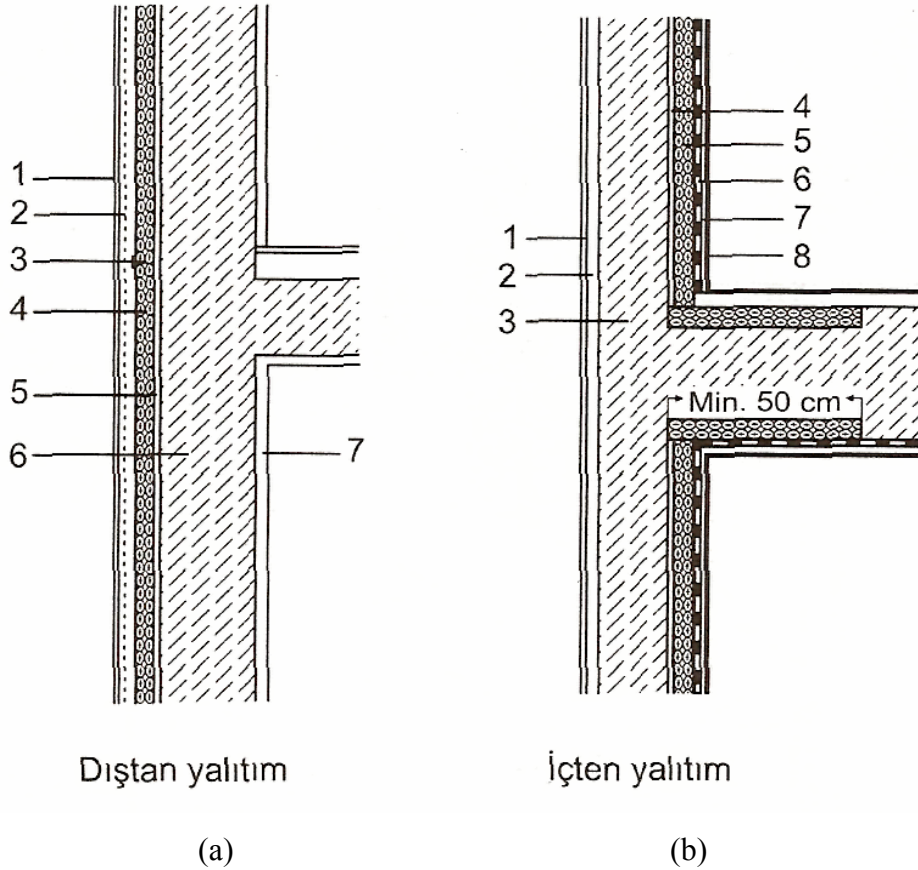
Şekil 3.4. İçten Yalıtılmış Bir Dış Duvarın Yalıtımına Ait Perspektif

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

İçten yalıtımda yapı eleman atmosferik şartlara karşı korunamaz. Bu nedenle, binaların ömrü ve güvenilirliği daha az olur. Fakat içten yalıtım dıştan yalıtıma göre daha kolay ve işçiliği daha azdır [2].

3.2. 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 lento-lar 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 3.5'de kolon ve betonarme duvarların içten ve dıştan yalıtımına ait detaylar gösterilmiştir.



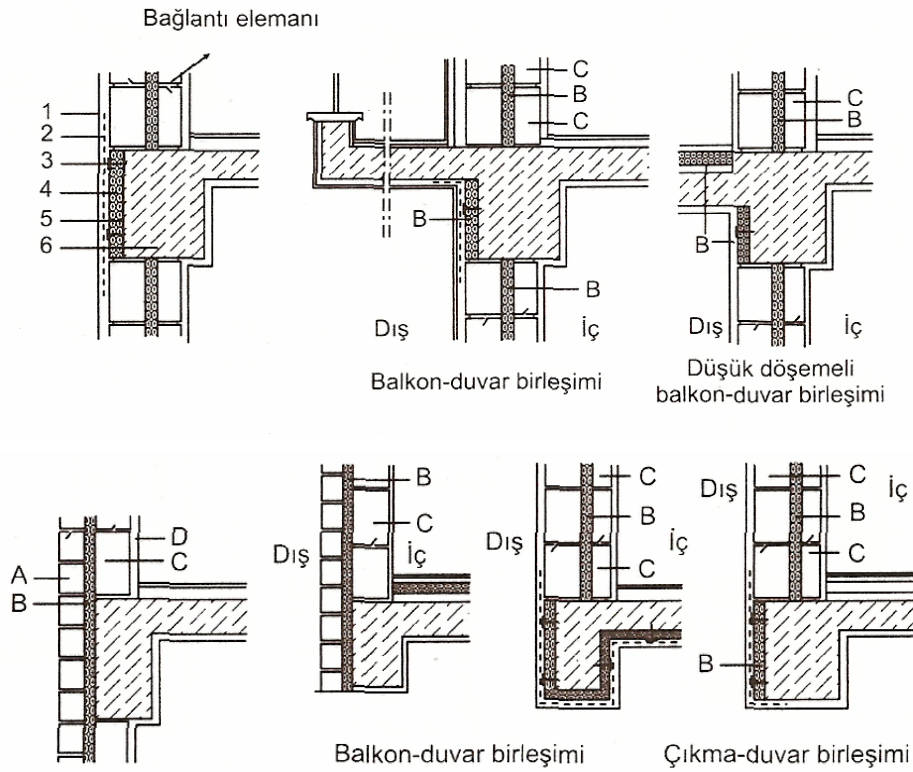
Şekil 3.5. Kolon ve Beton Perde Duvarların Yalıtımı

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

Kolon, kiriş ve perde duvarların yalıtımı, hem beton duvarlardan kalıp içine yalıtım levhası yerleştirilmesi, hem de beton döküldükten sonra dış yüzeye tespit edilerek yapılabilir. Bu elemanlar dıştan yapılmalı ve TS 825 ısı yalıtım yönetmeliğinde verilen esaslara uygun düşen enerji limitleri içinde kalmalıdır. Ayrıca tavan ve taban detayları ısı köprüsü oluşumuna engel olacak şekilde çözülmelidir [2].

3.3. 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 3.6'da sandviç duvarların yalıtım detayları gösterilmiştir.



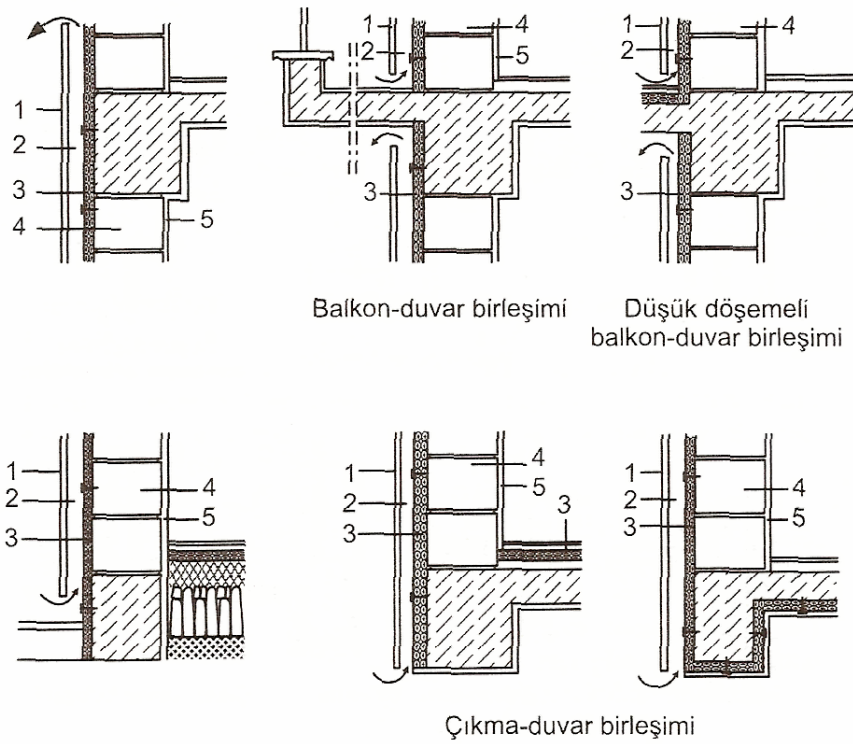
Şekil 3.6. Sandviç Duvarların Yalıtımı

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

Şekilde balkon-duvar birleşimi , düşük döşemeli balkon-duvar birleşimi , farklı balkon-duvar birleşimi ve düşük döşemeli balkona ait yalıtım detayları verilmiştir[2].

3.4. Havalandırmalı Duvarların Yalıtımı

Havalandırmalı duvarlarda, Şekil 3.7'de görüldüğü gibi dış cephe kaplaması ile giydirme cephe taşıyıcı konstrüksiyon arasında hava sirkülasyonu vardır. Bu a-kım esas olarak doğal taşınım akımıdır. Taşıyıcı konstrüksiyon, ısı yalıtım yüzeyini dış etkilerden korur [2].

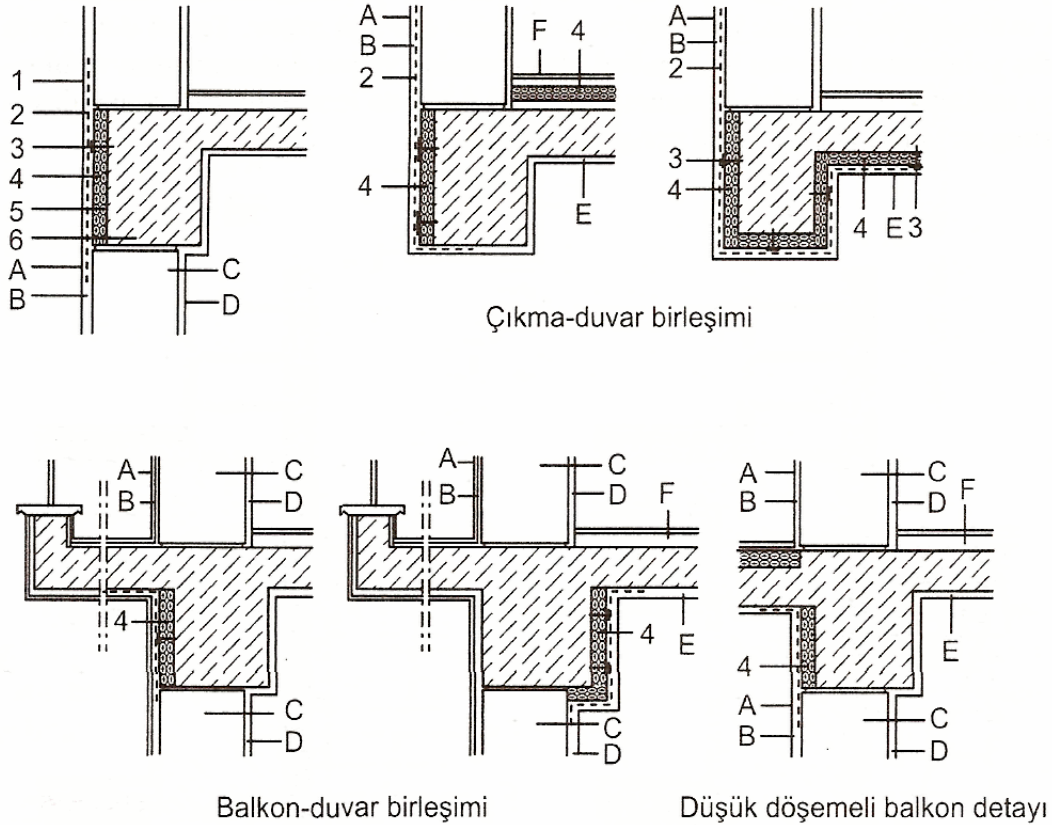


Şekil 3.7. Havalandırmalı Duvarların Yalıtımı

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

3.5. Yalın Duvarların Yalıtımı

Şekil 3.8.'de yalın duvarların yalıtım detayları verilmiştir. Yalın duvarın kalınlığı bölgelere göre tavsiye edilen ısı direnç göz önüne alınarak duvar malzemesi (Tuğla, Bims v.b) seçilmelidir[2].



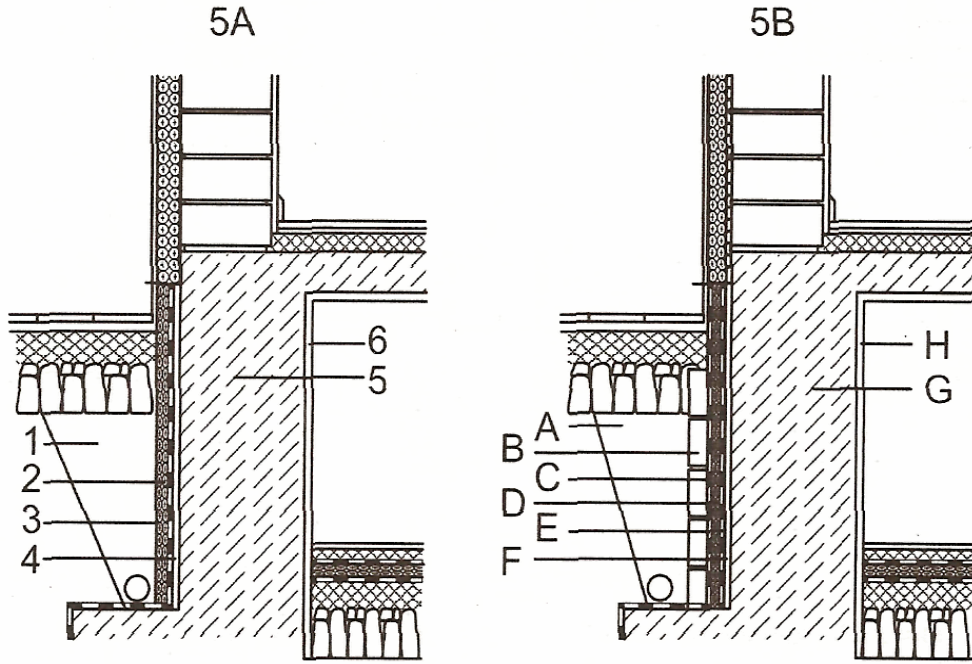
Şekil 3.8. Yalın Duvarların Yalıtım Detayı

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

3.6. Toprak Temaslı Temel Duvarlarda Isı Yalıtımı

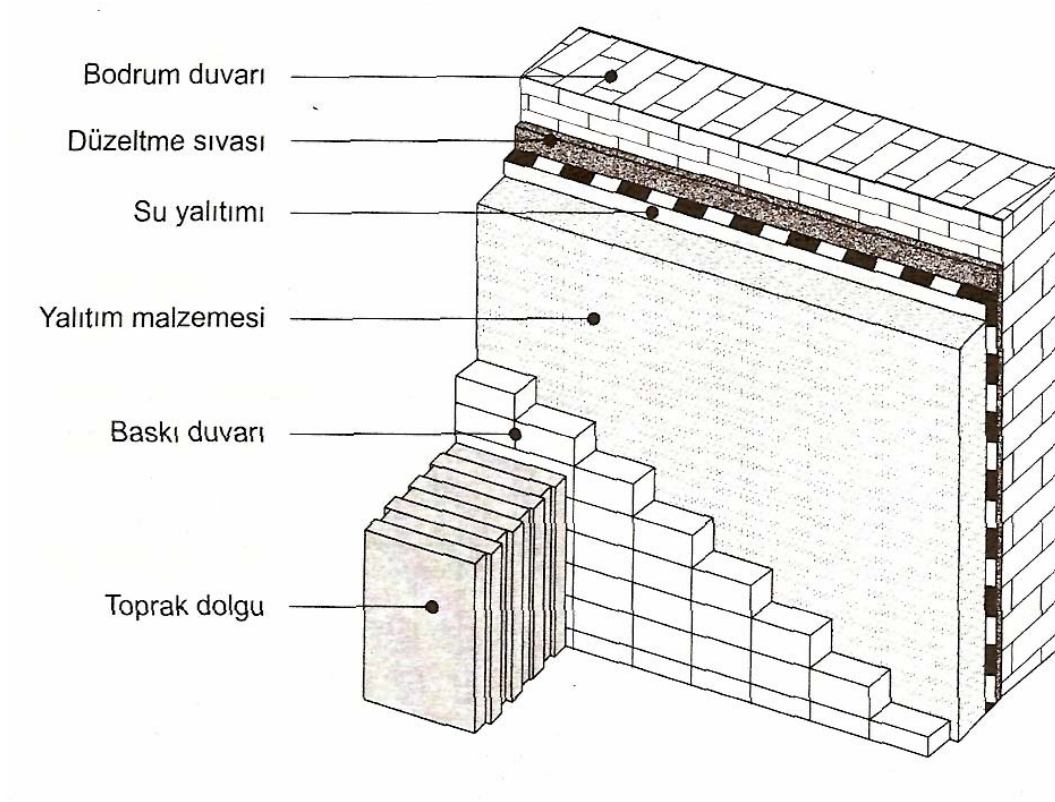
Temel duvarı, binanın toprakla temas eden duvar ve zemin alanlarını kapsar. Temel duvarlarda yalıtım, binayı dışardan çevreler. Şekil 3.9 toprak temaslı temel duvarlarında ısı yalıtım detaylarını göstermektedir. Temel duvarların dıştan yalıtımında

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 3.10' da toprak temaslı temel duvarının ısı yalıtım detayına ait perspektif verilmiştir.



Şekil 3.9. Toprak Temaslı Temel Duvarlarında Isı Yalıtımı

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



Şekil 3.10. Toprak Temaslı Temel Duvarların Yalıtım Perspektifi

Yalıtım levhaları Şekil 3.9'da görüldüğü gibi baskı duvarı örülmeksizin yapıştırılıp toprak dolgu ile uygulama tamamlanabileceği gibi, yalıtım levhaları yapıştırılmadan baskı duvarı ve toprak dolgu ile yalıtım uygulaması tamamlanabilir.

BÖLÜM 4. MATERYAL METOD

Bu çalışmada, binalarda ısı kayıplarını değerlendirmek için, Sakarya Üniversitesi Kampüsü'nde bulunan dört adet binada termal kamera ile fotoğraflar çekilmiş ve bunlar normal fotoğraflarla karşılaştırılmıştır. Çekim yapılan binalar şunlardır.

1. Teknik Eğitim Fakültesi Binası
2. Süleyman Demirel Kütüphanesi
3. Mühendislik Fakültesi D-8 Binası
4. Rektörlük Basım Evi Müdürlüğü Binası

Bu binalardan, Rektörlük Basım Evi Müdürlüğü Binası ısı yalıtımı uygulanmamış, soğutma tesisatı bulunan bir binadır. Diğer binalardan Teknik Eğitim Fakültesi Binası, Süleyman Demirel Kütüphanesi, Mühendislik Fakültesi D-8 Binası ise mantolama yöntemi ile ısı yalıtımı yapılmış binalardır. Bu nedenle tezin bu bölümünde, öncelikle binalara uygulanan mantolama sistemi hakkında bilgi verilecek daha sonra bu sistemde kullanılan yapı malzemeleri tanıtılarak uygulama hakkında ayrıntılı bilgiye yer verilecektir. Daha sonra ise binalarda çekimlerin yapıldığı, termal kamera hakkında bilgi verilecek. Kullanım alanları ve teknik özellikleri anlatılacak ve termal kamera ile üniversitede yapılan çekimlerin analizi yapılacaktır.

4.1. Mantolama Yalıtım Sistemi

Binalarda enerji tasarrufu elde etmek ve binanın özellikle duvar/çatı/zemin ve taşıyıcı sisteminde yoğuşmanın kontrol altına alınması için A1, A2 veya B1 yanıcılık sınıfına uygun ısı yalıtım levhalarının bir sistem bileşeni olarak, uygun malzemeler ile (Isı yalıtım levhası, yapıştırıcısı, sıvası, alkali dayanımlı sıva filesi, çeşitli profiller, gerekli ise uygun mekanik sabitleştiriciler ve boya, kaplama malzemeleri ile birlikte) binaların dış cephelerinde gerçekleştirilen yalıtım uygulamalarıdır.

Bu çalışmada incelenen Sakarya Üniversitesi binalarından yalıtımlı olanlar mantolama sistemi ile yalıtılmıştır.

4.1.1. Mantolama yalıtım sisteminde kullanılan materyaller

4.1.1.1. Yapıştırıcı

Isı yalıtım levhalarının, düşey veya yatay yüzeylere yapıştırılması amacı ile kullanılan organik polimer katkılı, mala ile uygulanan çimento (mineral) esaslı ısı yalıtım levhası yapıştırma harcıdır (Şekil 4.1). Çimento (mineral) esaslı yapıştırıcının uygun olmadığı durumlarda (ahşap, çimento vb. uygulama yüzeyleri üzerine) sistem üreticisinin tavsiyesine bağlı olarak akrilik esaslı veya çimento-akrilik esaslı yapıştırıcı kullanılmalıdır. Yapıştırıcı olarak geleneksel harç veya fayans yapıştırıcısı kullanılmamalıdır. Yapıştırıcının ısı yalıtım levhalarına ve uygulama yüzeyine yapışma dayanımı minimum 80kPa olmalıdır [12].



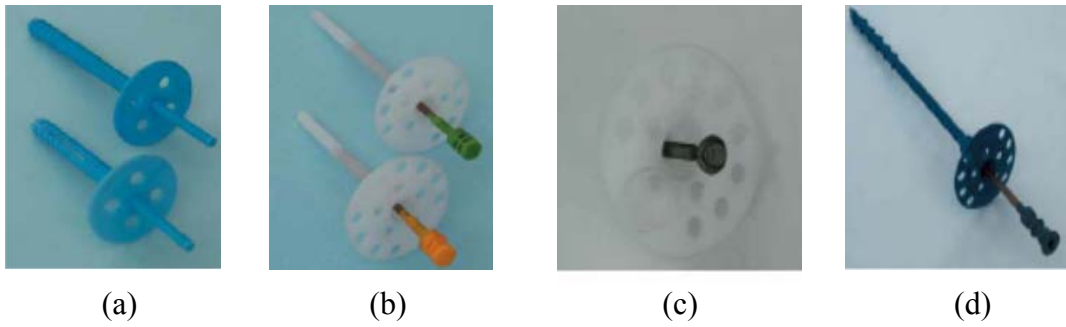
Şekil 4.1. Yapıştırıcı Malzeme ve Hazırlanması

4.1.1.2. Dübeller

Isı yalıtım plakalarının gazbeton, beton, tuğla gibi yüzeylere montajında kullanılır. Böylece yalıtım yapılan cephedeki rüzgar ve türbülans etkilerini azaltır. Kaliteli dübel seçimi sistem açısından çok önemlidir. Yalıtım levhalarını uygulama yüzeyine mekanik olarak tespit etmek için kullanılan geri dönüşüme uğramamış plastikten mamul veya tercihen polyamit esaslı, geniş başlıklı, minimum 0,20 kN çekme

dayanımına sahip mekanik tespit elemanıdır. Standart bir uygulamada kullanılacak dübel adeti 6 dübel/m^2 olarak kabul edilse de cephe yüksekliği ve çevre şartları metrekare başına kullanılacak dübel sayısını etkiler. Sağlıklı bir uygulama için dübellerin duvara en az 2 cm girmesi gereklidir. Dübeller levhalara uygulanırken levha yüzeyine tam oturması için havşa başları kullanılır.

Dübellerin tutunacağı arka yüzeyin beton, gazbeton, tuğla, bims gibi malzemelere göre gerekli tutunmayı sağlamak için mutlaka sistem üreticisi firmaların görüşüne başvurulmalı, yüzeye göre plastik veya çelik çivili dübeller tercih edilmeli ve çelik çivilerin başlıkları ısı köprüsü oluşumunu önleyecek biçimde yalıtılmış olmalıdır . Dübel çeşitleri Şekil 4.2.' de görülmektedir [10].

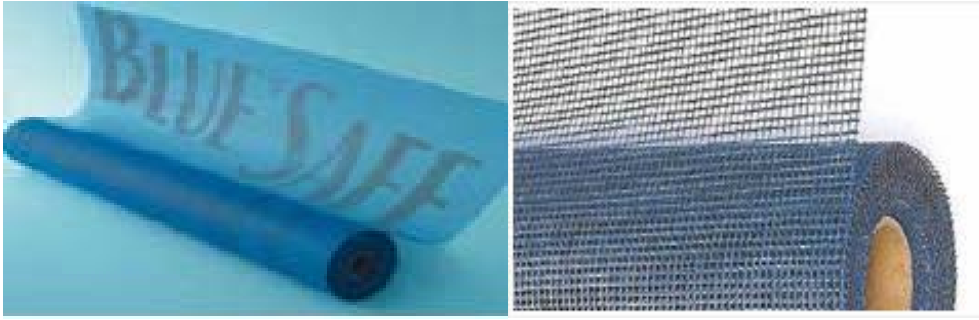


Şekil 4.2. Uygulama Yüzeylerine Göre Dübel Çeşitleri

a. Uygulaması Kolay Normal Sertlikteki Yüzeyler İçin Standart Dübel, b. Betonarme vb. Sert Yüzeyler İçin Çelik Çivili Dübel, c. Ahşap Yüzeyler İçin Vidalı Dübel, d. Gazbeton Yüzeyler İçin Standart Dübel

4.1.1.3. Sıva filesi

Sıva filesi, ısı yalıtım levhalarının üzerine kaplanan sıvanın yalıtım malzemesine tutturulabilmesi için kullanılır. Sıva filesine örnek Şekil 4.3.' de verilmiştir. Örgü gözü, yani diğer adıyla mesh aralığı boyutları 3.5×3.5 , 4×4 veya 5×5 olan, alkali ortama dayanıklı, $145-160 \text{ gr/m}^2$ ağırlıkta cam elyaf esaslı tekstil malzemesidir. Sıva donatı filesinin çekme mukavemeti en az 1500 N/ 5 cm olmalı, yaşlandırma prosesinde agresif ortamdaki çekme gerilmesi, ilk çekme gerilmesi değerinin %50'sinden büyük olmalıdır. Yüksek darbe dayanımı gereken yüzeylerde en az 340 gr/m^2 ağırlığındaki donatı fileleri kullanımı tavsiye edilir [12].



Şekil 4.3. Sıva Filesi

4.1.1.4. Sıva

Isı yalıtım levhaları yüzeyine uygulanan ve ilk kat uygulamadan sonra içine sıva filesi yerleştirilerek tekrar bir kat sıva ile sıvanarak tamamlanan organik polimer katkılı sıva malzemesidir. Torba haldeki sıva Şekil 4.4.'de verilmiştir. Yapıştırma harcı (üretici tarafından önerilmiş ise) bu amaçla kullanılabilir. Sıva, sentetik katkılarla kalitesi arttırılmış, ıslak halde uzun işlenebilme süresi olan, priz aldıktan sonra yağmur darbelerine, donma çözünme döngülerine dayanıklı, su ile karıştırılarak hazırlanan çimento bazlı olmalıdır. Çatlama riskinin yüksek olduğu yüzeylerde (ahşap, OSB ve çelik yapılar gibi hareketli yapılarda) üreticinin tavsiyesine göre, akrilik esaslı veya çimento-akrilik esaslı yapıştırıcı kullanılmalıdır. Yalıtım sıvasının ısı yalıtım levhasına yapışma dayanımı en az 80 kPa olmalıdır [12].



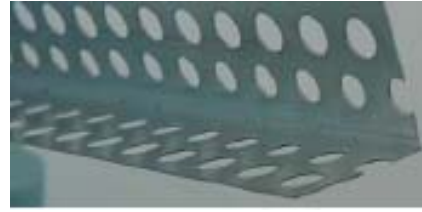
Şekil 4.4. Yalıtım Sıvası

4.1.1.5. Köşe profilleri

Bina köşeleri ve pencere kenarlarındaki dış köşeleri mekanik etkilerden korumak ve düzgün köşeler elde etmek için plastik veya alüminyumdan imal edilmiş, cam elyaflı donatı filesi takviyeli veya takviyesiz, alkali ortama dayanıklı köşe profilleridir. Çeşitli köşe profillerine örnek şekil 4.5.' de verilmiştir. Balkon , çıkma gibi bölümlerde yağmur vb. su akıntılarının yapı yüzeyine zarar vermeden uzaklaştırılmasında, plastik veya alüminyumdan imal edilmiş, cam elyaflı sıva filesi takviyeli veya takviyesiz damlalıklı köşe profilleri kullanılır [10].



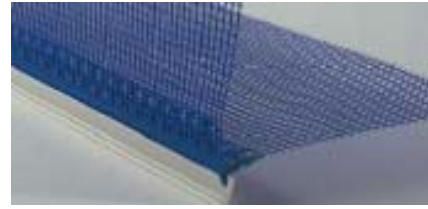
(a)



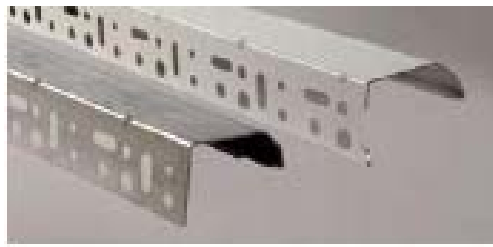
(b)



(c)



(d)



(e)

Şekil 4.5. Isı Yalıtımında Kullanılan Profil Çeşitleri

- a. Dış Etkilerden En Kolay Etkilenen Zayıf Bölgelerin Güçlendirilmesinde Kullanılan Fileli PVC Profil,
 b. Dış Etkilerden En Kolay Etkilenen Zayıf Bölgelerin Güçlendirilmesinde Kullanılan Alüminyum Profil, c. Çıkmalarda Cephenin Sudan Korunması Amacıyla Kullanılan Alüminyum Profil, d. Çıkmalarda Cephenin Sudan Korunması Amacıyla Kullanılan Fileli PVC Profil, e. Mevcut Yapılarda Mantolama Uygulamasında, Eski Denizliğin işlevini Yitirmesi Nedeniyle Kullanılan Alüminyum Profil

4.1.1.6. Su basman profilleri

Isı yalıtım levhaların başladığı seviyede sistemi yağmur ve rüzgar gibi mekanik ve dış etkilerden korumak, sıva uygulamasında master görevi görmek amacıyla kullanılan ve başlangıç seviyesinde mekanik olarak tespit edilen alüminyum veya galvanize sacdan yapılmış referans profildir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Su Basman Profili

Su basman profili kullanarak ısı yalıtım malzemesinin profil içine düzgün olarak oturtulması ve düzgün hat oluşturulması sağlanır [10].

4.1.1.7. Son kat dekoratif kaplama malzemeleri:

İkinci kat yalıtım sıvasının üzerine dekoratif ve dış etkenlere karşı sistemi koruma amaçlı uygulanan TSE ve/veya TSEK belgeli; çimento, akrilik (TS 7847'ye uygun) veya silikon esaslı cephe kaplama malzemeleridir. Solvent bazlı cephe kaplama malzemeleri kullanılmamalıdır. Dekoratif kaplamaların renklendirme veya yenileme amacıyla boyanması durumunda TS 5808'e uygun solvent içermeyen dış cephe boya kullanılmamalıdır.

4.1.2. Mantolama yalıtım sisteminin uygulama aşamaları

4.1.2.1. Yüzey teşhisi

Yeni veya eski binalarda yalıtım sistemi uygulanmadan önce yüzeylerin uygunluğuna dikkat edilmeli ve uygulama için hazırlanmalıdır. Aşağıdaki testlerin uygulama öncesi yapılması önerilir.

1. Toz Testi: Toz ve rutubet testi için elle ve siyah bir bezle yüzeylerin üzerinden geçilir.
2. Sağlamlık Testi: Sert ve sivri bir cisimle yüzeylerin üstünden geçilerek yüzeylerin sağlamlığı test edilir.
3. Su Testi: Bir fırçayla yüzey ıslatılıp yüzeylerin nem oranı ve su emiciliği test edilir.
4. Düzgünlük Testi: Mastar ve şakül yardımıyla düzgünlüğü test edilir.

Yüzeyin teşhisinden ve uzun ömürlü bir ısı yalıtım uygulanması için gerekli tüm önlemler alındıktan sonra yüzey, böcek, kemirgen hayvanlar vb. yerleşmiş canlılar ve yuvalarından mutlak suretle arındırılmalıdır. Yüzey temiz, kuru, düzgün ve sağlam olmalıdır.

Çok gözenekli yüzeyler ıslatılmalı ve yüzey nemli kalacak şekilde, su tabakası yok olana kadar beklenmelidir. Yüzeydeki önemli bozukluklar ve delikler, yapıştırma harcı uygulanmasından en az 72 saat önce onarılmalıdır.

4.1.2.2. Toprak altı, subasman veya suya maruz kalan kısımların hazırlığı

Binalardaki toprak altı, subasman seviyesi veya suya maruz bölümlerde doğabilecek özel nem ve mekanik sorunlar düşünülerek gerekli önlemler alınmalı, bu bölümlerde uygulanacak katmanlar projede mutlaka en küçük ayrıntısına kadar belirlenmelidir. Özellikle subasman seviyeleri su sıçramasına ve birikmesine müsait ortamlar olduğu için yapısal önlemler alınması önerilir. Genelde bunun için bir çakıl yatağı kullanılabilir. Beton veya plaka kaplamalar ise eğimli olarak döşenmeli ve binadan yapısal olarak ayrılmalıdır.

4.1.2.3. Yüzey hazırlığı ve uygulama

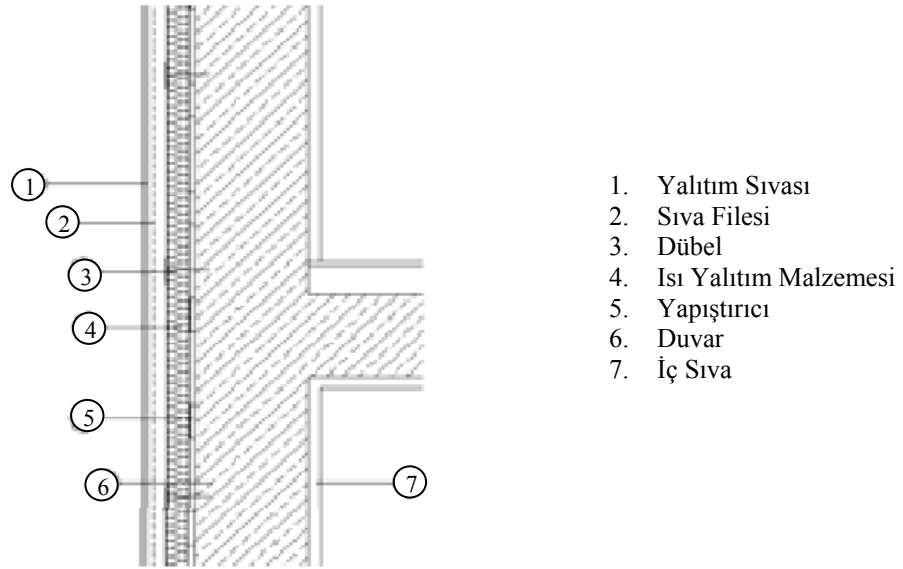
Isı yalıtım levhalarının montajına başlamadan önce bina veya cephenin yüzeyine yatay ve dikey olarak ip çekilerek hizalanmalıdır. Sistemin ısı yalıtımı yapılmayacak bölümlerle kesiştiği noktalarda mutlaka uygun profiller kullanarak ya da sıva ile kapatarak ısı yalıtım kalitesini korumak gerekir.

Isı yalıtımı yapılacak yüzeyler işleme hazırlandıktan sonra mantolama işlemine geçilir. Mantolama işlemi subasman profillerinin çakılması, yüzeye ısı yalıtım levhalarını yapıştırılmasını sağlayan yapıştırma harcının hazırlanması, ısı yalıtım levhalarının yüzey uygulanması (yapıştırılması), dübelleme işlemi, ön sıva katmanının uygulanması, yalıtım filesinin uygulanması, sıva katmanının uygulanması , son kat kaplamanın uygulanması ve diğer dekoratif kaplamalar gibi işlemleri içerir. Ancak bu işlem basamakları zaman zaman yalıtım yapılacak yüzey ve yalıtım malzemesine bağlı olarak değişebilir. Şekil 4.7.' deki resimde levha halindeki ısı yalıtım malzemelerinin genel anlamda yüzeye uygulanış şekli verilmiştir Şekil 4.8.' de ise kesit detayı verilmiştir [10,12].



1. Dış Duvar
2. Yapıştırma Harcı
3. Isı Yalıtım Levhası
4. Plastik Dübel
5. Astar Sıva
6. Sıva Taşıyıcı File
7. Astar Sıva
8. Son Kat Hazır Sıva

Şekil 4.7. Levha Halindeki Isı Yalıtım Malzemelerin Duvara Uygulanışı



Şekil 4.8. Dış Cephe Kaplamasının Detayları

Levha halindeki ısı yalıtım malzemelerin yüzeye uygulanmasında önce başlangıç profili yüzeye yerleştirilir (Şekil 4.9). Başlangıç profilin ölçüsü, tercih edilen yalıtım levhalarının kalınlığına ve uygulanacak olan sisteme göre belirlenir. Profiller, ipinde ve terazisinde olmasında dikkat edilerek duvarlara özel dübelleri ile 50 cm aralıklarla tespit edilir. Ayrıca duvar ile başlangıç profili arasındaki girinti ve çıkıntıları gidermek amacıyla farklı kalınlıktaki plastik takozlar kullanılabilir. Bodrum katı kullanılacak binalarda toprak altı seviyeden gelen ısı ve su yalıtım sistemi damlalıksız başlangıç profili ile birleştirilir[2,10].



Şekil 4.9. Başlangıç Profilinin Duvara Uygulanması

Eğer bodrum katı yok ise veya kullanılmayacaksa başlangıç profili su basman seviyesinin 20 cm altına kadar tespit edilir. Yatayda ve düşeyde profilin düzgün tespit edilmesi, tüm sistemin sağlıklı uygulanması için büyük önem taşır. Başlangıç profilin ölçüsü, tercih edilen yalıtım levhasının kalınlığına ve uygulanacak sisteme göre belirlenir. Duvar ile başlangıç profili arasındaki girinti ve çıkıntıları gidermek amacıyla farklı kalınlıktaki gönnye elemanları kullanılabilir. Köşe bağlantılarında ise, başlangıç profillerinin köşeye uygun olarak açılı kesilmesi ile oluşturulur.

Yalıtım levhalarına yataklık edecek ve üzerine eklenecek levhalara başlangıç referans noktası olacak olan başlangıç profillerinin duvara uygulanmasından sonra levhalar yapıştırma harcı yardımıyla duvara yapıştırılır. Yapıştırma işleminden önce yüzeylerin temiz ve düzgün olmasına dikkat edilir. Levhaların duvara yapışmasını sağlayan yapıştırma harcının hazırlanmasında da gerekli özen gösterilmelidir. Şöyle ki ortalama 6 lt kadar su ile 25 kg 'lık çimento esaslı yapıştırma harcı, düşük devirli bir mikser veya mala ile topak kalmayacak şekilde karıştırılmalıdır. Hazırlanan yapıştırıcı hazırlanmayı müteakip 10 dakika kadar dinlendirildikten sonra levhalara uygulanmalıdır. Levhaların yüzeye yapıştırılmasında yüzeyin düzgünlüğüne göre iki yöntemden biri uygulanır.

Yalıtım levhalarını yapıştırılacak yüzeylerinin kenarları boyunca bir çerçeve oluşturacak şekilde yapıştırıcı sürülür. Orta kısımlara da noktasal olarak yapıştırıcı sürülür (Şekil 4.10). Noktasal yapıştırıcı, dübel uygulanacak yüzeye denk gelecek şekilde ve minimum 5 kg/m² olacak şekilde uygulanmalıdır. Yalıtım levhalarının birleşim derzlerine yapıştırıcı bulaştırarak ısı köprüleri ve düzensizlikler oluşturulmamalıdır. Levha yüzeyinin en az %40'ı 1-2 cm kalınlığında yapıştırıcı ile kaplanmış olmalıdır.



Şekil 4.10. Yapıştırıcı Harcın Yalıtım Levhasına Noktasal Olarak Uygulanması

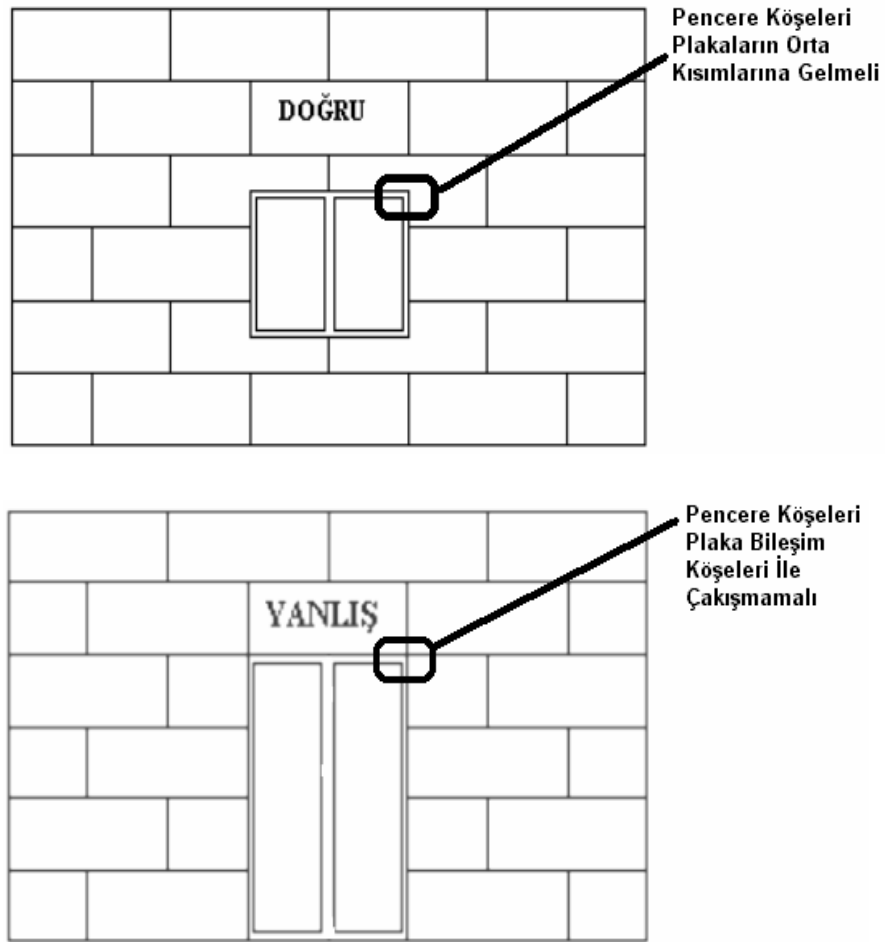
Eğer uygulama yüzeyi çok düzgün ise yalıtım levhalarının yapıştırılacak yüzünü tamamen kaplayacak şekilde yapıştırıcı sürülür. Daha sonra bu yüzey dişli mala ile taranır (Şekil 4.11) . Yalıtım levhalarının yan kenarlarına yapıştırıcı bulaştırılmamalıdır.



Şekil 4.11. Düzgün Yüzeyle Levha Yüzeyine Tırtıklı Mala İle Yapıştırıcı Uygulanması

Yapıştırıcı sürülmesinden sonra, ısı yalıtım levhaları su basman profiline oturtularak, hafifçe kaydırılıp duvara yapıştırılır. Levhaların duvara bastırılıp sıkıştırılması esnasında yanlardan taşan harç bir sonraki levha yerleştirilmeden önce mutlaka temizlenmeli ve levha aralarında ısı köprüsüne neden olabilecek derz oluşturulmamalıdır. Cephelerde ve köşelerde levhalar şaşırtnmalı olarak yerleştirilmelidir. Şaşırtnma için kenarlarda sadece tüm ve yarım levhalar kullanılmalı, kenarlarda ayar yapılmamalı ve ek parçalar kesinlikle kullanılmamalıdır. Yüzeyin

dışına çıkan levhaların yapıştırıcı kurduktan sonra düzeltilmelidir. Yatay ısı yalıtım levhaları, ona dik gelen ısı yalıtım levhası ile örtülecek şekilde yerleştirilmelidir. Isı yalıtım levhaları yerleştirilirken duvardaki pencere vb.. boşluklar dikkate alınmalıdır. Bu bölümler çatlamaya karşı riskli bölgeler olduğundan uygulama Şekil 4.12.'de gösterildiği gibi yapılmalıdır. Pencere ve kapı bölümlerinde, ısı yalıtım levhaları kaba yapının dışına taşacak şekilde yerleştirilmeli, yapıştırıcı kurduktan sonra cephe duvarları ile duvar arasına ısı yalıtım bandı yerleştirildikten sonra fazlalıklar kesilmelidir.

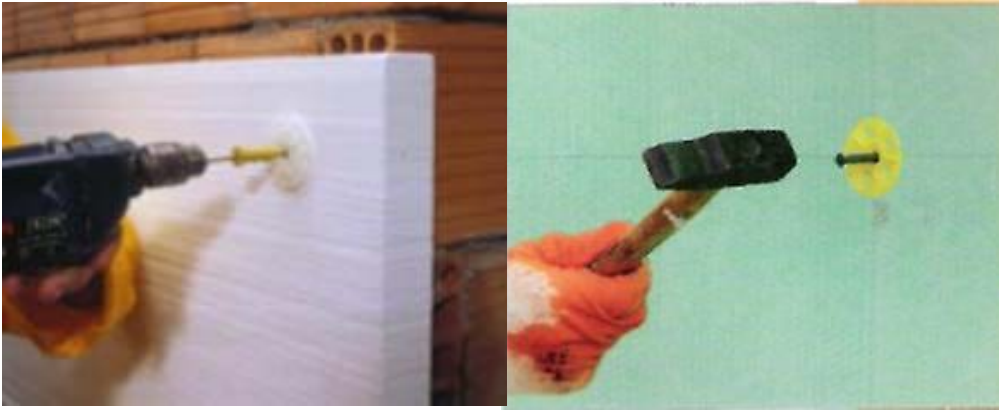


Şekil 4.12. Isı Yalıtım Levhalarının Kapı ve Pencere Bölgelerinde Uygulanması

Dübellemeye başlamadan önce, yapıştırıcının tamamen kuruması beklenmelidir. Bu nedenle dübelleme işlemine yalıtım plakalarının yüzeye yapıştırılmasından en az 24 saat sonra uygulamaya başlanmalıdır. Dübellerin tespiti için duvar ve levha matkapla

delinir. Dübeller tüm levha köşelerine ve iki adet levha ortasına gelecek şekilde yerleştirilir ve çivileri çakılır. Düzgün bir dış cephe yüzeyi elde edebilmek için, dübel kafaları yalıtım levhası yüzeyi ile aynı seviyede olacak şekilde monte edilmelidir. Dübellerin uygulanması ile ilgili resim Şekil 4.13.' de verilmiştir. Kullanılacak dübel ve açılacak deliğin derinlik seçimi, uygulanacak duvar özelliklerine uygun olarak yapılmalıdır. Dübel yüzeyde en az 3 cm genişlikte bir tutunma yüzeyine sabitlenmeli, gazbeton duvarlara minimum 6 cm, tuğla duvarlara minimum 5 cm ve beton duvarlara minimum 4 cm girmelidir. Delik boyu, dübel boyundan 1 cm büyük olacak şekilde açılmalıdır. Uygulama yüksekliğine göre dış cephe ısı yalıtım sistemlerinde birim alanda kullanılacak dübel miktarı ve dübel yerleştirilmiştir.

Dübel tespit işleminde problem olabilecek malzemeler ile örülmüş yüzeyler veya duvarlar üzerine kaba sıva yapılamıyorsa, dübellerin yapıştırma harcı öbeğinin üzerine rastlayacak şekilde tespit edilmesi gerekir. Kenar bitişleri, (köşe, çatı saçakları vb.) güçlendirmek amacıyla, tek sıra dübel takviyesi yapılır.



Şekil 4.13. Isı Yalıtım Levhalarının Matkap ve Çekiç Yardımı İle Montajı

4.1.2.4. Kenar ve köşelerin oluşturulması

Dış cephe ısı yalıtım uygulamalarında, pencere, kapı ve duvar yüzeylerinin oluşturduğu köşelerde düzgün bir kenar oluşturabilmek için köşe profilleri kullanılmalıdır. Ayrıca köşeler çatlama riski en yüksek olan ve aynı mekanik zorlamalara en fazla maruz kalan bölgelerdir. Bu nedenle bu bölgeleri korumak amacıyla profil kullanılmalıdır.

Dış cephe ısı yalıtım sistemi uygulamalarında, pencere, kapı ve duvar yüzeylerinin oluşturduğu köşelerde düzgün bir kenar oluşturabilmek için köşe profilleri kullanılmalıdır (Şekil 4.14.). Köşe profilleri, sıva katmanının oluşturulmasından önce köşeye yerleştirilerek, üzeri sıva ile kapatılır. Köşe profillerinden başlamak üzere donatı sıvası tüm yüzeye mala ile uygulanmaya başlanır. Sıva içerisine gömülecek olan sıva filesi (sıva filesi), ilave olarak, pencere ve kapı köşelerinde yaklaşık 30 x 40 cm. ebatlarında, yatayla 45° lik açı yapacak şekilde uygulanmalıdır. Kenar ve köşelerin oluşturulmasında, köşe profilleri daha iyi yapışma için bir miktar sıva ile birlikte tatbik edilmelidir. Binalarda dilatasyon bölgelerinin oluşturulması da dikkat edilmesi gereken bir konudur. Yapıda açılması gereken dilatasyonun, dış cephe ısı yalıtım sistemi üzerinde de devam etmesi gerekir. Bunun için özel dilatasyon profilleri kullanılmalıdır. Ayrıca yalıtım levhasının kapı veya pencere doğramaları ile birleşim noktaları açık kalmayacak şekilde su sızdırmazlık bandı veya poliüretan esaslı dolgu mastiği ile kapatılmalıdır.



Şekil 4.14. Kenar Profili Uygulaması

Duvarda yalıtım işleminde levhalar yüzeye uygulandıktan, dübellere sabitlendikten ve gerekli köşe profilleri yapıldıktan sonra yalıtım levhası sıvası uygulamasına geçilir. Sistemin donatısını bu katman oluşturmaktadır. Önce sıva hazırlanır. Bu işlem için özel imal edilmiş toz halindeki 25 kg'lık çimento esaslı sıva, ortalama 6 lt su ile tercihen düşük devirli bir mikser yardımı veya mala ile topak kalmayacak şekilde karıştırılarak hazırlanır. Bu şekilde akrilik esaslı yüzey sıvası kullanıma hazır hale

gelir. Sıva harcı hazırlandıktan sonra levhaların üzerine iki kat sıva yapılır. Levhaların yüzeyine ilk kat sıva mala ile uygulanır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Isı Yalıtım Levhasının Yüzeyine İlk Kat Sıva Uygulaması

Birinci kat sıva sürüldükten sonra henüz kurumadan, üzerine sıva filesi çelik mala ile hafifçe bastırılarak tutturulur (Şekil 4.16). Sıva filesinin yüzeyi boyunca ilk kat sıvanın içine hafifçe gömülmesi gereklidir. Sıva filesi, 3-4 mm'lik toplam sıva kalınlığının 2/3'ü filenin altında, 1/3'ü file üstünde kalacak şekilde uygulanır. Filenin yalıtım levhası ile temas etmemesine dikkat edilmelidir.



Şekil 4.16. Donatı Filesinin İlk Sıva Katmanı Üzerine Uygulanması

Sıva filesi tabakalarının ek yerleri birbirlerine yatayda ve düşeyde 10 cm bindirilmelidir. Alt kat sıvanın kurumaması beklenmeden, ikinci kat sıva uygulaması yapılarak düzgün bir yüzey elde edilir (Şekil 4.17). İkinci kat sıva uygulaması, geniş

yüzeylerde ara vermeden sürdürülmelidir. Bu nedenle, son kat uygulanırken yeterli iş gücünün bulundurulmasına dikkat edilmelidir



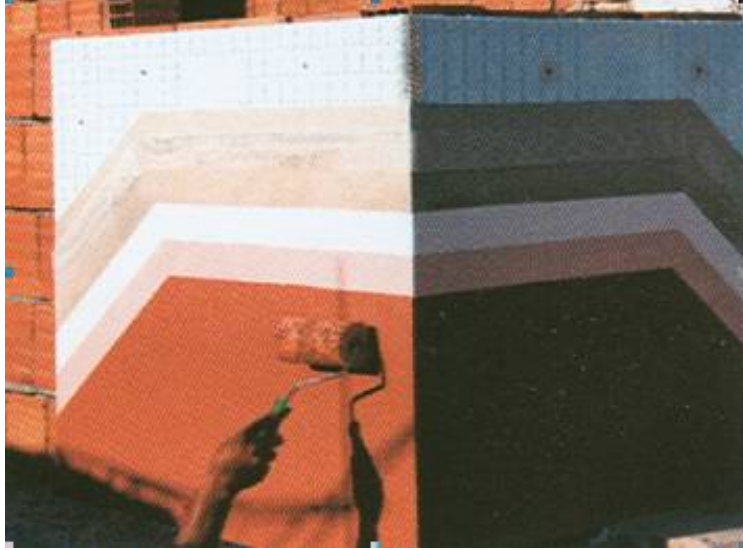
Şekil 4.17. İkinci Kat Sıva Uygulaması

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

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

Son kat sıva kaplamasından sonra dış cephe üzerine dekoratif amaçlı boyama veya kaplama işlemleri yapılır (Şekil 4.18). Dış cephe yalıtım sistemlerinde genellikle tekstürlü hazır renkli sıvalar tercih edilmelidir. Son kat kaplamanın, dekoratif amacının aynı sıra bir görevi de dış cepheyi ve yalıtım sistemini dış hava koşullarından korumaktır. Bu korumada, kaplamanın tanecik yapısı büyük önem taşır. Mimari nedenlerden ötürü ‘düz’ bir boya gerekiyorsa, normal uygulamanın üzerine 1-2 kat daha sıva yapılmalıdır. Son kat kaplamalar için renk seçiminde fazla koyu

renkler tercih edilmemelidir. Açık renklere kıyasla güneş ışınlarını daha fazla çektikleri için yüzey fazla ısınarak, ısıl gerilimle birlikte çatlaklar oluşabilir. Son kaplama uygulamasına, yüzey sıvası uygulanmasından en az yedi gün sonra geçilmelidir.



Şekil 4.18. Dekoratif Amaçlı Son Kaplama Uygulamaları

4.1.3. Mantolama sisteminde uyulması gereken kurallar

1. Uygulamada kullanılacak ısı yalıtımı malzemesi seçimi yapılmadan önce, bina yüksekliğinin yangın güvenliği açısından değerlendirilmesi yapılmalıdır.
2. Cephelerde XPS veya EPS levhalar kullanılıyorsa, yangına karşı korunum sağlamak amacıyla, pencere gibi açık kısımların etrafını taş yünü levhalarla dönülmesi tavsiye edilir.
3. XPS levhaların kullanımında yüzey pürüzlü, kenarları düz levhalar tercih edilmelidir.
4. Uygulamalarda kullanılacak olan XPS ve EPS levhaların dinlendirilmiş olması gerekmektedir.
5. Karışım oranlarına ve kullanılacak malzeme miktarına uyulmalıdır.
6. Yapıştırıcının derzlere girmesini önlemek için yapıştırıcı, levhaların kenarlarına yakın sürülmemelidir.

7. Levha, yapıştırıcı sürüldükten sonra hemen duvara tatbik edilmelidir.
8. Yüzeyde kalabilecek açıklıklar yalıtım parçaları ile kapatılmalıdır.
9. Cephelerde ve köşelerde levhalar şaşırtmalı olarak yerleştirilmelidir.
10. Yapışmayı sağlamak için levhalara, geniş yüzeyli düzgün bir mala ile vurulmalıdır.
11. Yalıtım levhalarının duvara dübellenmesi, yapıştırma işleminden en erken 24 saat sonra yapılmalıdır.
12. Levhaların birleşim noktalarında oluşabilecek çıkıntılar törpülenmelidir.
13. Donatı katmanının iyi hazırlanmasına dikkat edilmelidir.
14. Son kat sıva uygulamasından önce donatı katmanının iyice kuruduğu tespit edilmelidir.
15. Uygulama sırasında sistem, yağmura karşı korunmalıdır.
16. Uygulamalar, güneş ve kuvvetli rüzgar etkisinde kalan cephelerde yapılmamalıdır.
17. Yüzey düzgünlüğünün sağlanması için veya açıklıkların doldurulması, alt veya son kat malzemelerle yapılmamalıdır.

4.2. Termal Görüntülerin Tespitinde Kullanılan Materyal

Bu çalışmada yer alan, çekimlerde kullanılan termal kamera sağlam bir yapıda ve zor koşullarda kullanılmaya uygun bir yapıdadır (Şekil 4.19). Termal kamera, çıplak gözle tespit edilemeyen, ancak ciddi sonuçlara yol açabilen küçük yada büyük gizlenmiş problemleri net olarak görmenizi sağlar.

Problemlerin ve hataların yerini hızlı bir şekilde tespit eder ve termal görüntüleri LCD ekranında gösterir. Çekilen görüntüleri, bilgisayar ortamında rapor haline getirerek analiz edilmesini kolaylaştırır.



Şekil 4.19. Termal Kamera

4.2.1. Termal kamera ile tespit edilen durumlar

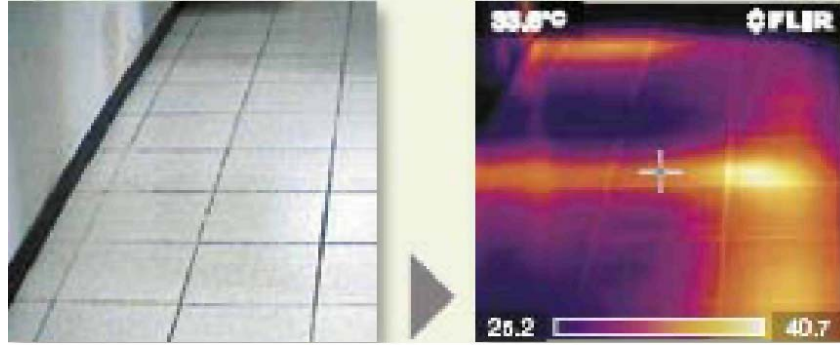
4.2.1.1. Elektrik dağıtım sistemleri

Beklenmedik duruşların büyük ölçüde ortadan kaldırılması, ani duruşlara neden olmadan problemlerin anında tespit edilmesi, problem giderici faaliyetlerde önceliklerin belirlenmesi, güç üretimi, jeneratör kontrolleri, alt istasyon elektrik kontrolleri, trafolar ve kapasitörlerin durumlarının değerlendirilmesi. Elektrik dağıtım sistemlerinde kullanıldığı alanlardandır.

4.2.1.2. Yapılardaki problemler

Binalar, tesisler, rafineriler için termal sıcaklık kayıp kontrolleri, binalar, tesisler, fabrikalarda nem kontaminasyon değerlendirmeleri, beton bütünlüğü kontrolleri, sızıntılar ve sıcaklık dağılımına yönelik zemin kontrolleri, kayıp ya da hasarlı izolasyonların yerlerinin tespit edilmesi, hava sızıntısından dolayı meydana gelen enerji kayıplarının tespit edilmesi, yeni uyarlamaların termal performansının

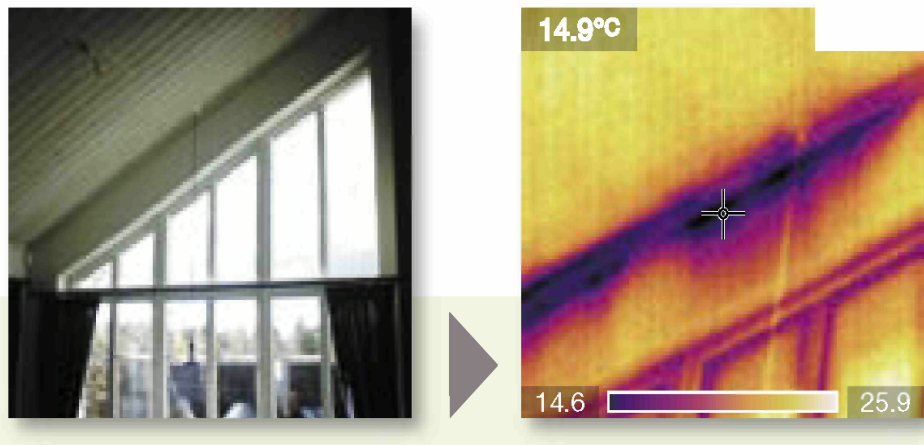
değerlendirilmesi, sıcaklık yayan kablo ya da boruların yerlerinin tespit edilmesi, beton köprüde delaminasyonların tespit edilmesi. Şekil 4.20.' de Döşemedeki ısı hareketlerini gösteren termal kamera görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 4.20. Döşemedeki Isı Hareketlerini Gösteren Termal Kamera Görüntüsü

4.2.1.3. Çatı sistemleri

Binalar, tesisler, fabrikalarda çatılardaki sızıntıların tespit edilmesi, çatılardaki hasarlı bölümlerin hızlı ve doğru bir şekilde tespit edilmesi (Şekil 4.21), iyi durumdaki çatıların gereksiz yere değiştirilmesinin engellenmesi, gerçek verilere dayanarak doğru bütçelerin hazırlanabilmesine olanak tanınması, garanti dönemi sona ermeden problemlerin tespit edilmesi ve belgelenmesi.



Şekil 4.21. Binaya soğuk hava girmesine yol açan sızdırmazlığı kötü yapılmış tavanın termal görüntüsü.

4.2.1.4. Mekanik sistemler

Kazanlar, alevlenmeye karşı kazanların kontrol edilmesi ve brülör yönetimi, yakıtın tutuşma özelliklerinin kontrol edilmesi, kazan tüplerindeki termal özelliklerin belirlenmesi ve normal işlem sırasında ya da kazan bekleme durumundayken sıcaklığın ölçülmesi, kazanın gözlemlenmeyen bölgelerinde sıcaklığın taranması ve kaydedilmesi, kazanın dış yüzeyinin hasarlara karşı taranması ve hasarın oluşma ihtimalinin bulunduğu daha sıcak alanların tespit edilmesi, ham ocaklarda kömür birikiminin tespit edilmesi, elektrik santrali kazan bacasında gaz sızıntısının tespit edilmesi, mekanik bilye kontrolleri, sıcaklık, havalandırma sistemlerinin değerlendirilmesi soğuk depolardaki ısı kaybı, soğutma ekipmanlarında izolasyon sızıntılarının tespit edilmesi.

4.2.1.5. Petrokimyasal uygulamalar

Rafineri süreçlerinde izolasyon kaybı ya da sızıntı tespiti, rafineri süreç değerlendirmesi, sıcaklık değişimcisinin kalitesi ve verimliliğinin değerlendirilmesi, ocağın izolasyon kontrolleri, ocağın iç alev değerlendirmesi ve tüp kontrolleri, alev, patlama analizi.

4.2.1.6. Elektronik ekipman

Baskılı devre levhasının durumunun değerlendirilmesi ve sorun giderme, yarı-iletken cihazların termal haritasının çıkarılması, devre levhası bileşenlerinin değerlendirilmesi, bağlı yapıların üretim-türü kontrolü, hibrid mikro-devrelerin kontrolü, lehim eklemlerin kontrolü. Şekil 4.22.' de çalışmakta lan bir termal kamera görüntüsü bulunmaktadır.



Şekil 4.22. Çalışmakta Olan Termal Kamera

4.2.2. Termal kamera teknik özellikleri

Tablo 4.1. Termal Kamera Teknik Özellikleri

Görüntü Performansı	
Bakış alanı	25o x 25o
Asgari odak mesafesi	0,3 m
Odaklama	Manuel
Görüntü sunumu	
Ekran	3.5” renkli LCD, 16K renk
Ölçüm	
Sıcaklık aralığı	-10 o ile +350 oC arası
Termal duyarlılık	0.20 oC at 25 oC
Ölçüm modu	Görüntünün ortasında sabit nokta
Menü kumandaları	Paletler(renkli veya siyah-beyaz) Otomatik ayarlı
Kurulum kumandaları	Gün/ zaman, lisans, güç devre dışı, görüntü yoğunluğu
Ölçüm düzeltmeleri	Emissivite, 0.1 ile 1.0 arası değişken

Görüntü saklama Tip Dosya formatları	Yerleşik FLASH hafıza (50 görüntülü) Standart JPEG
Lazer işaretleyici Sınıf Tip	Sınıf 2 Yarı iletken AIGaInp Diyot Lazer: 1mW/635 nm kırmızı
Pil sistemi Çalışma süresi Şarj etme sistemi AC çalışması Giriş voltajı	7 saatlik sürekli çalışma. Ekranda pilin durumu gösterilir. Kamera içinde AC adaptörü AC adaptörü 90-260 V AC, 50/60 Hz 11-16 V DC
Çevre özelliği Çalışma sıcaklık aralığı Çevresel koruma	-15 oC ile +50 oC arası IP54
Fiziksel özellikleri Ağırlığı Ölçüleri(Boy x en x yükseklik)	550 g 243 mm x 81 mm x 103 mm
Ara birimler USB	PC'ye görüntü transferi

4.3. Termal Görüntülerinin Tespiti

Termal kamera çekimleri genelde kış aylarında yapılmaktadır. Yalıtımlı ve yalıtımsız binalarda, bina içindeki sıcak havanın dış ortama hangi yollarla ve hangi bölgelerden kaçtığını tespit etmekte, binada yalıtım açısından zayıf bölgelerin tespitinde kullanılmaktadır. Bunun nedeni binalarda harcanan enerjinin büyük bir bölümünün ısınma için harcanması olabilir. Soğuk günlerde hemen her bina bir şekilde ısıtılmaktadır. Ancak yaz aylarında, soğutma sistemi kullanılan bina sayısı bu denli çok değildir.

Yinede soğutma sistemi bulunan bir binanın da ısı yalıtımı olmaması durumunda enerji tüketimi açısından olumsuz etkileneceği aşıkardır. Bu nedenle bu çalışmada

termal kamera ile yapılan çekimler yazın 27 temmuz 2007 tarihinde yapılmıştır. Yaz aylarında iç ortamdaki soğuk havanın bina elemanlarına ne şekilde etki ettiği, yalıtımsız bir binada dış ortamdaki sıcak havanın bina içindeki soğuk ortama hangi yollarla etki ettiği incelenmiştir.

Bu çalışmada kullanılan termal kamera görüntüleri aşağıda resimleri bulunan dört binadan elde edilmiştir. Bu binalar, Teknik Eğitim Fakültesi Binası (Şekil 4.23), Süleyman Demirel Kütüphanesi (Şekil 4.24), Mühendislik Fakültesi D-8 Binası (Şekil 4.25), Rektörlük Basım Evi Müdürlüğü Binası (Şekil 4.26)

Bu binalardan Teknik Eğitim Fakültesi Binası, Süleyman Demirel Kütüphanesi ve Mühendislik Fakültesi D-8 Binalarına yukarıda bahsi geçen materyallerin kullanıldığı mantolama sistemi ile ısı yalıtımı uygulanmıştır. Rektörlük Basım Evi Müdürlüğü Binası ise ısı yalıtımı uygulanmamış bir yapıdır.



Şekil 4.23. SAÜ Teknik Eğitim Fakültesi Binası



Şekil 4.24. SAÜ Süleyman Demirel Kütüphanesi



Şekil 4.25. SAÜ Mühendislik Fakültesi D-8 Binası

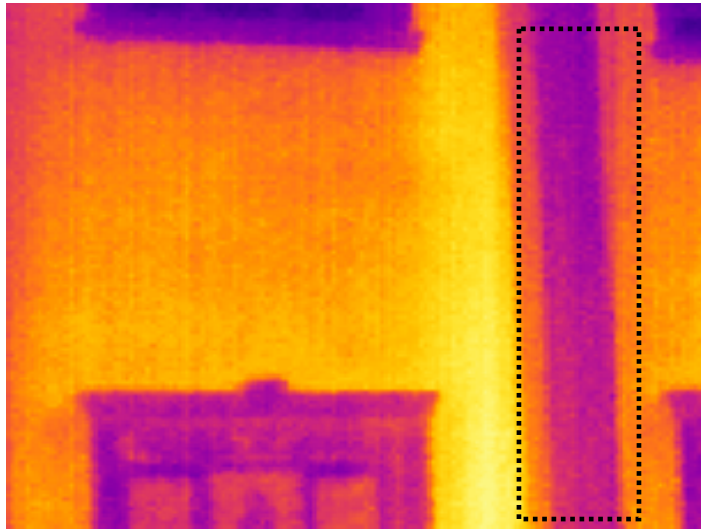


Şekil 4.26. SAÜ Rektörlük Basım Evi Müdürlüğü Binası

Bu görüntülerde binaların bazılarında dekoratif amaçlı olarak kullanılan şekil 4.27.' de işaretlenmiş yapı malzemeleri termal görüntülerde sıcaklığı düşük bölgeler olarak gözükmemektedir. Ancak bu malzemenin binanın taşıyıcı sistemi ile bağlantısı söz konusu değildir. İçi boş bir yapıda ve dekoratif amaçlı kullanılan, inşaat aşamasından sonra binanın dış yüzeyinden uygulanan yapı malzemesidir. Dolayısı ile bu sıcaklık farklarını ısı köprüsü olarak yorumlamak hata olacaktır. Malzeme, bina yüzeyi ile arasında boşluk olacak şekilde montajı yapıldığı için termal görüntülerden (şekil 4.28.) görüldüğü üzere yalıtım yönünden bir destek sağladığı söylenebilir.

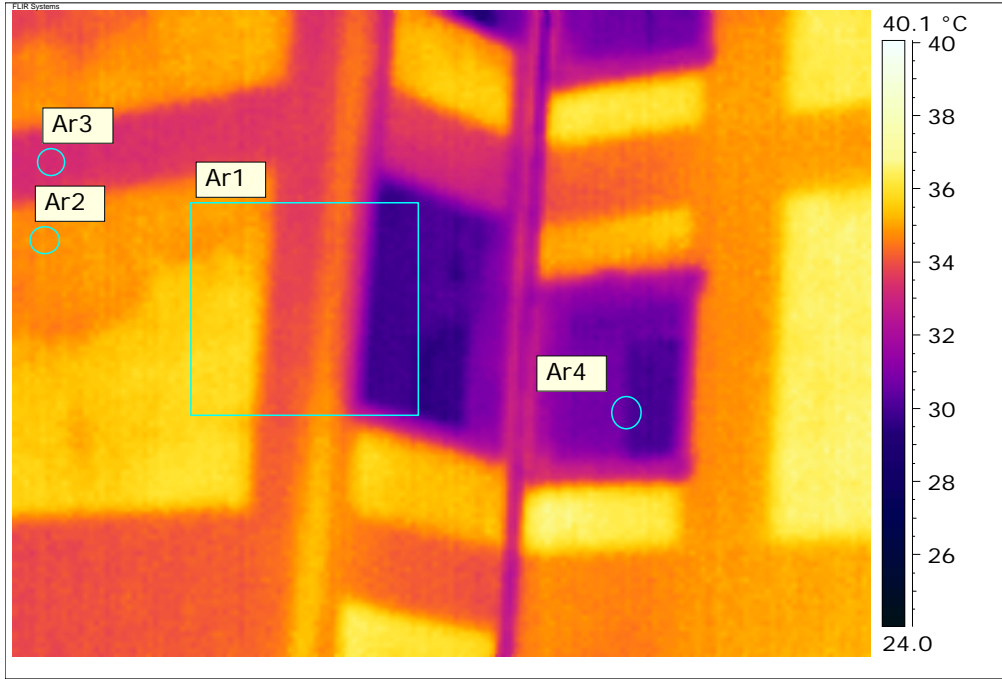


Şekil 4.27. Binaya dıştan uygulanmış dekoratif amaçlı yapı malzemesi



Şekil 4.28. Binaya dıştan uygulanmış dekoratif amaçlı yapı malzemesinin termal kamera görüntüsü.

4.4. Termal Kamera Görüntülerinin Analizi



(a)

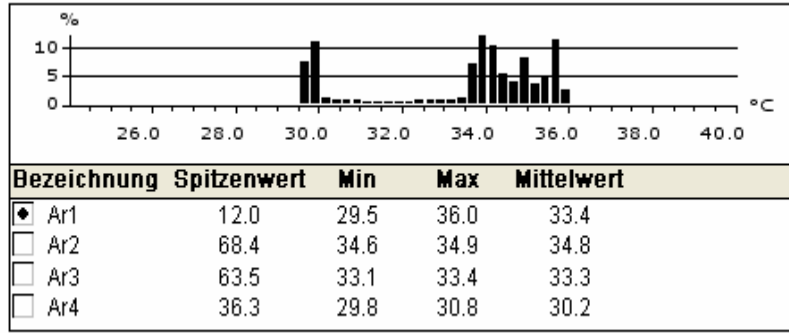


(b)

Şekil 4.29. SAÜ Teknik Eğitim Fakültesi Binası Yangın Merdivenleri

a. Termal Kamera Çekimi

b. Normal Kamera Çekimi



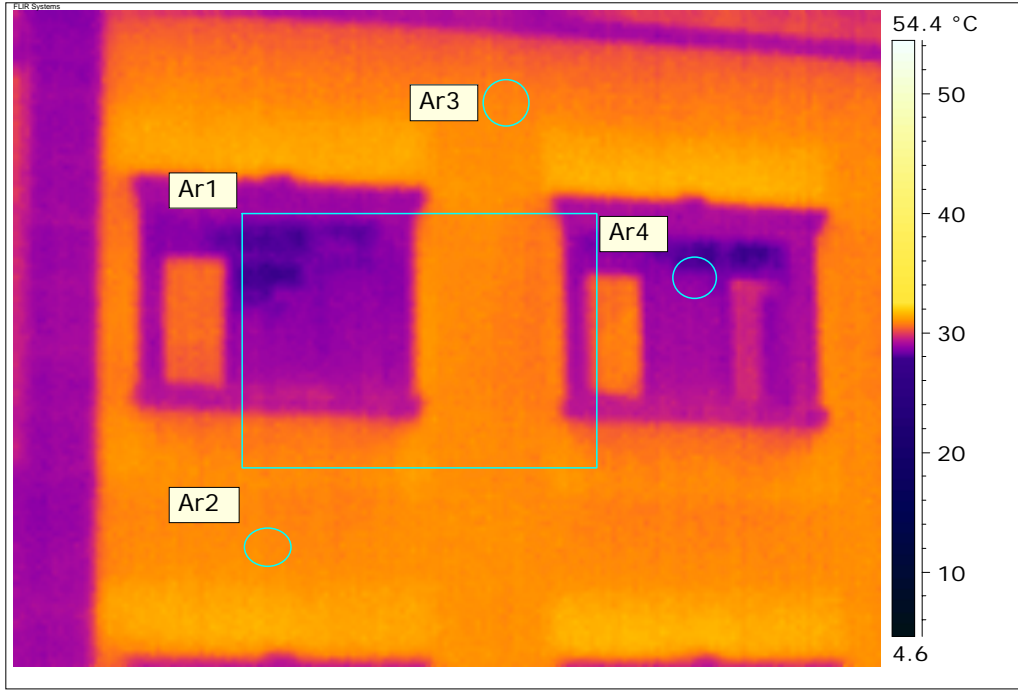
Şekil 4.30. Termal Kamera Görüntüsü % - Sıcaklık Grafiği

Değerlendirme:

SAÜ Teknik Eğitim Fakültesi Binası, mantolama sistemi ile yalıtımı yapılmış ancak yaz ayları için soğutma sistemi bulunmayan bir binadır. Bu ölçümler sırasında bina odalarındaki ortalama iç sıcaklık 31 °C civarında idi.

SAÜ Teknik Eğitim Fakültesi Binası' nın, yangın merdivenlerinin bulunduğu bölümünün yakın çekim görüntülerinden (Şekil 4.29) binanın kolon ve giriş bölgelerindeki ısı farkları görülmektedir. İçerideki serin hava, birbiri ile bağlantılı olan döşeme kolon ve girişler vasıtası ile dış ortama kadar ulaşmaktadır. Şekil 4.29. a' da ar3 olarak işaretlenen bölgenin ortalama sıcaklığı Şekil 4.30.'daki grafikte 33,3 °C, ar2 olarak işaretlenen bölgedeki ortalama sıcaklık ise 34,8 °C' dir. Pencere bölgesinde ar4 olarak işaretlenen bölüm ise da içi sıcaklığı 30,2 °C larak göstermektedir.

Yangın merdivenlerinin bulunduğu bölüm, pencere ile kapatılamayacağına göre, bu tip yapılarda, yalıtım zaafı oluşturmamak için yangın merdivenlerini binanın taşıyıcı sistemiyle doğrudan bağlantısı olmayan demir merdivenler gibi tercihler yapmak daha mantıklı olacaktır.



(a)

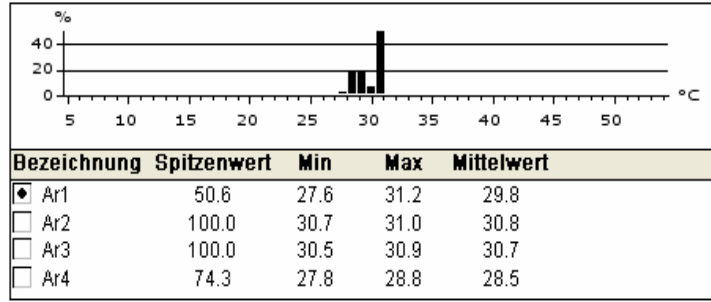


(b)

Şekil 4.31. SAÜ Teknik Eğitim Fakültesi Binası

a. Termal Kamera Çekimi

b. Normal Kamera Çekimi

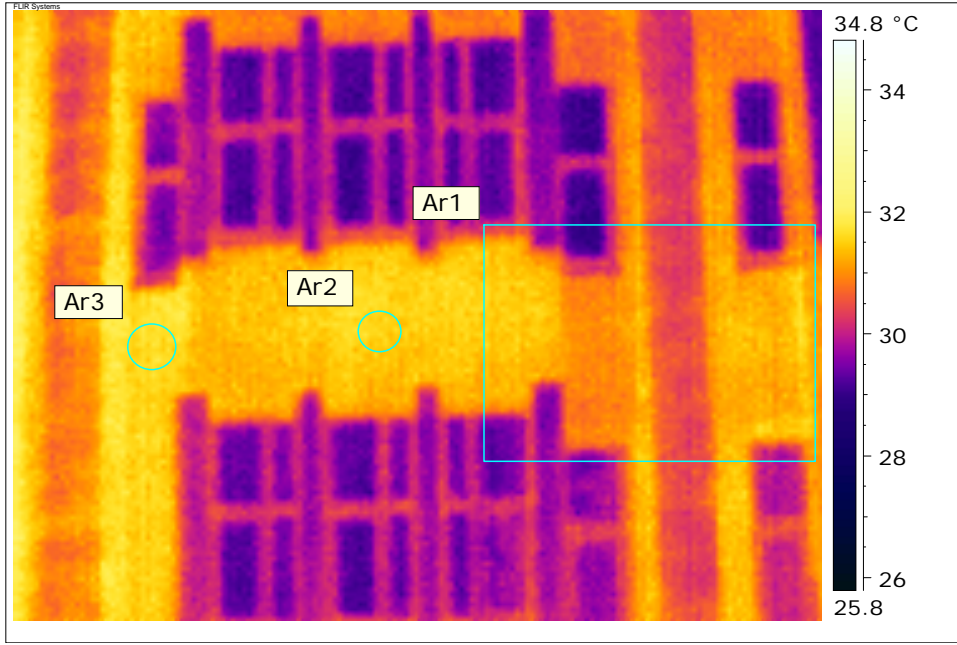


Şekil 4.32. Termal Kamera Görüntüsü % - Sıcaklık Grafiği

Değerlendirme:

SAÜ Teknik Eğitim Fakültesi Binası' nın, Sapanca Gölü' ne bakan yüzündeki duvardan çekilmiş görüntü de (Şekil 4.31) uygulanan yalıtım nedeniyle herhangi bir ısı farkı görülmemektedir. Termal kamera görüntülerinde ar2 30,8 °C, ar3 ise 30,7 °C larak Şekil 4.32' deki grafikten okunmaktadır. Şekil 4.31. a' daki termal kamera görüntülerinde pencere içinde sıcak bölümler görülmektedir. Bu görüntüler kapalı olan oda perdelerinin güneş gören bölgeleridir. Güneşte kalan bölgeler ısındığı için böyle bir görüntü ortaya çıkmıştır. İçeride herhangi bir ısıtma kaynağı yada ısınmaya neden olacak sistem bulunmamaktadır.

Çekilen termal görüntülerde, bina yüzeyinde ısı farkları dolayısı ile ısı köprüleri gözlenmediği için yapılan yalıtımda bir hata söz konusu olmadığı ve yalıtımın işe yaradığı söylenebilir.



(a)

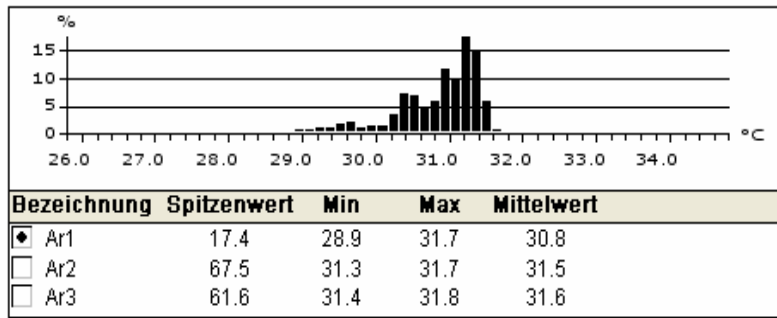


(b)

Şekil 4.33. SAÜ Süleyman Demirel Kütüphanesi Arka Yüz

a. Termal Kamera Çekimi

b. Normal Kamera Çekimi

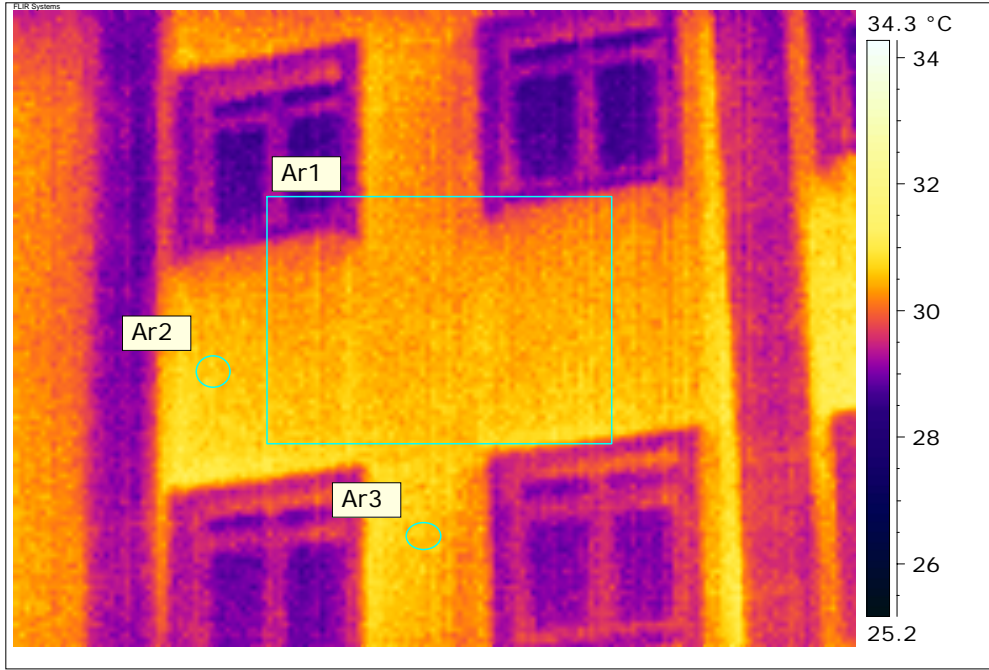


Şekil 4.34. Termal Kamera Görüntüsü % - Sıcaklık Grafiği

Değerlendirme:

SAÜ S,leyman Demirel Kütüphanesi, mantolama sistemi ile yalıtımı yapılmış bir binadır. Yaz aylarında bina içi klima ile soğutulmaktadır. Bu ölçümler sırasında bina odalarındaki ortalama iç sıcaklı 24 °C civarında idi.

Isı yalıtımı yapılmış, SAÜ Süleyman Demirel Kütüphanesi Binası' nın arka yüzündeki duvardan çekilmiş Şekil 4.33' deki görüntü de uygulanan yalıtım nedeniyle herhangi bir ısı farkı görülmemektedir. Ar2 ve ar3 olarak işaretlenmiş, binanın muhtemel giriş ve kolonlarının bulunduğu yüzeylerde Şekil 4.34' deki tablodan bariz bir ısı farkı okunmamıştır. Yapılan yalıtımın sağlıklı olduğu görülmektedir.



(a)

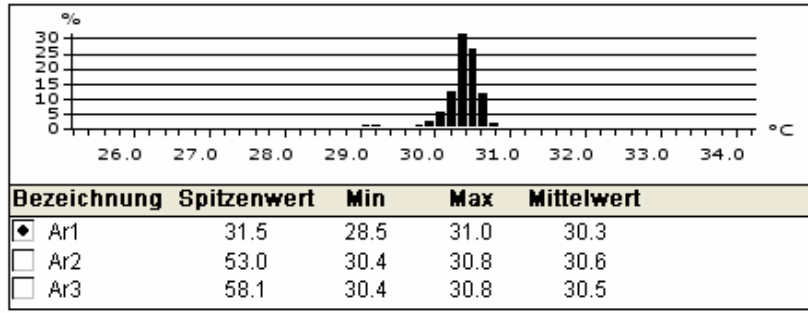


(b)

Şekil 4.35. SAÜ Süleyman Demirel Kütüphanesi Ön Yüz

a. Termal Kamera Çekimi

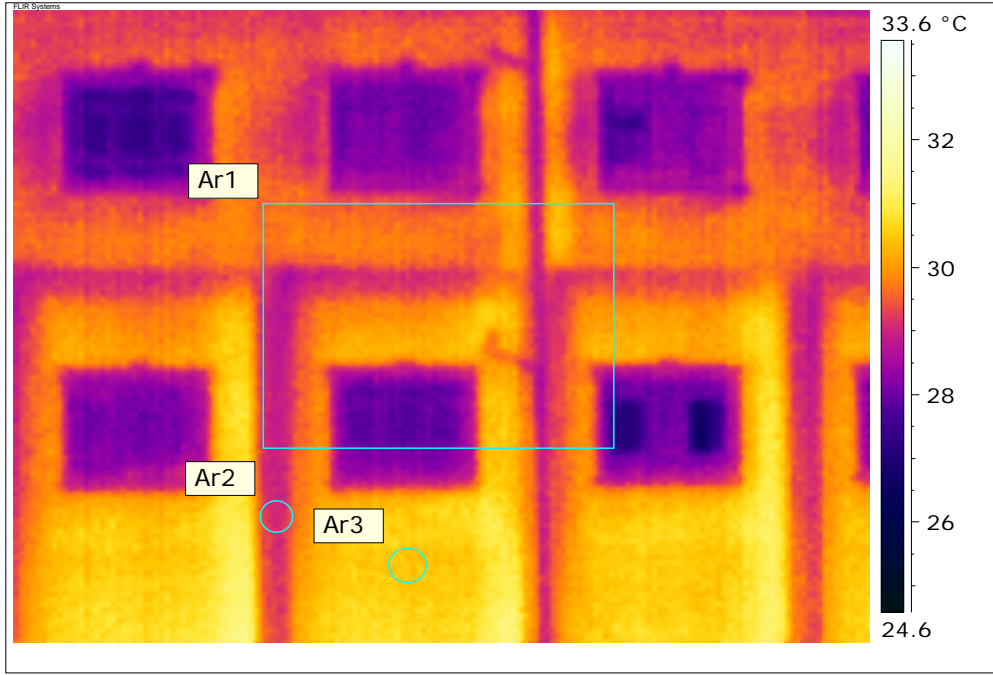
b. Normal Kamera Çekimi



Şekil 4.36. Termal Kamera Görüntüsü % - Sıcaklık Grafiği

Değerlendirme:

Isı yalıtımı yapılmış, SAÜ Süleyman Demirel Kütüphanesi Binası' nın ön yüzündeki duvardan çekilmiş görüntü de (Şekil 4.35) uygulanan yalıtım nedeniyle herhangi bir ısı farkı görülmemektedir. Ar2 ve ar3 olarak işaretlenmiş, binanın yüzeylerinde Şekil 4.36' daki grafikten okuna bileceği üzere sadece ortalama 0,1 °C' lik bir ısı farkı vardır. Yapılan yalıtımın sağlıklı olduğu görülmektedir.



(a)

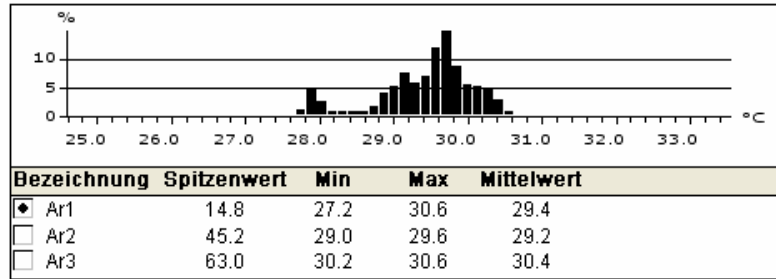


(b)

Şekil 4.37. SAÜ Mühendislik Fakültesi D-8 Binası

a. Termal Kamera Çekimi

b. Normal Kamera Çekimi



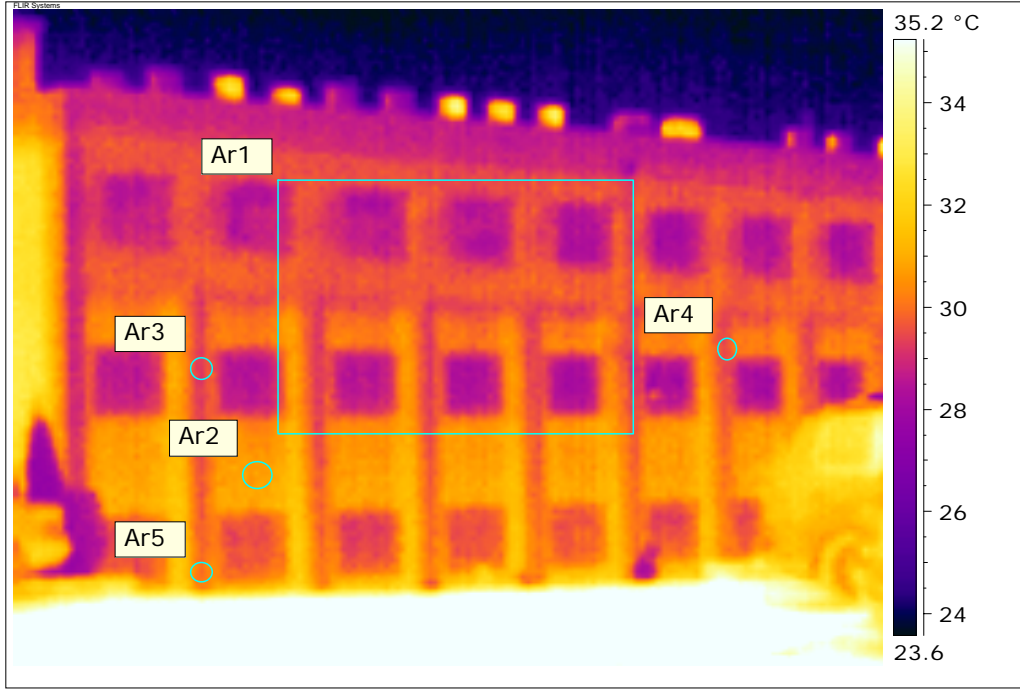
Şekil 4.38. Termal Kamera Görüntüsü % - Sıcaklık Grafiği

Değerlendirme:

SAÜ Mühendislik Fakültesi D-8 Binası mantolama sistemi ile ısı yalıtımı yapılmış bir binadır. Fotoğrafın çekildiği bölümdeki ortalama oda iç sıcaklıkları 24 °C civarında idi .

SAÜ Mühendislik Fakültesi D-8 Binası' nın, ısı yalıtımı yapılmış olmasına rağmen Şekil 4.37. b' de görülen binanın beyaz renkli bölümleri ile (termal görüntülerde ar2 olarak işaretlenmiş) duvar yüzeyleri (termal görüntülerde ar3 olarak işaretlenmiş) arasında Şekil 4.38. deki grafikten 1,2 °C' lik bir fark okunmaktadır.

Binada kirşlerin olduğu muhtemel bölgelerde herhangi bir ısı köprüsü gözükmemektedir. Ancak binanın yapısı gereği duvarlardan daha dışta bulunan beyaz renge boyanmış kolonlar bina iç ortamı ile dış ortamı arasında bir ısı köprüsü oluşturmaktadır. Bu da binada yalıtım zaafına yol açmaktadır.



(a)

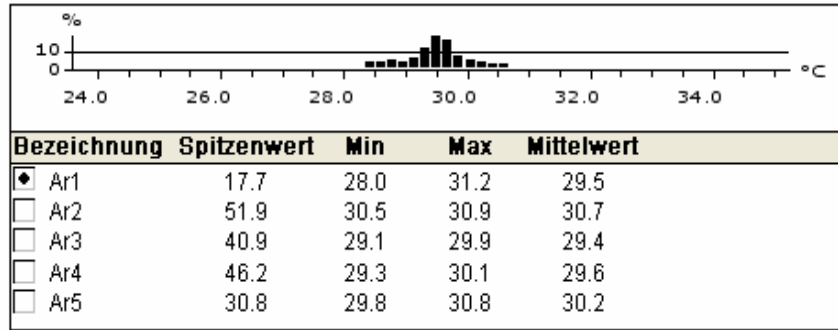


(b)

Şekil 4.39. SAÜ Mühendislik Fakültesi D-8 Binası Genel Görünüm

a. Termal Kamera Çekimi

b. Normal Kamera Çekimi



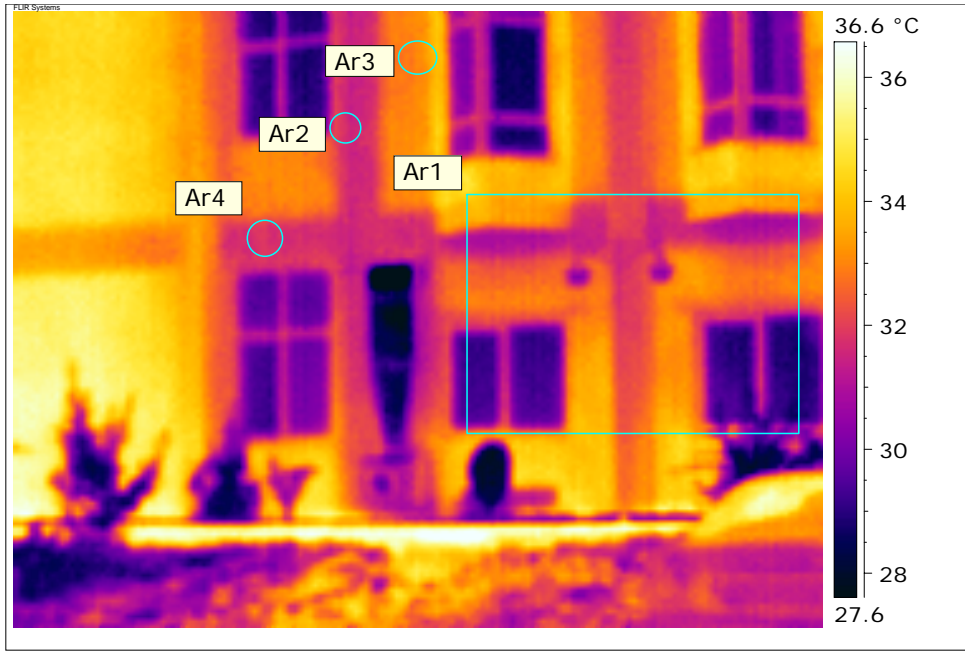
Şekil 4.40. Termal Kamera Görüntüsü % - Sıcaklık Grafiği

Değerlendirme:

Isı yalıtımı yapılmış, SAÜ Mühendislik Fakültesi D-8 Binası' nın genelini kapsayacak şekilde çekilmiş görüntülerde de (Şekil 4.39) oluşan ısı köprüleri görülebilmektedir. Şekil 4.40.' da ar3 ve ar4 olarak işaretlenen soğuk bölgeler ile ar2 olarak işaretlenen bölge arasında yaklaşık 1 °C' lik bir fark gözükmektedir.

Binada üstten iki kat idari bölümün bulunduğu kısımdır ve klima sistemi ile soğutulmaktadır. Alttaki bölüm sınıfların bulunduğu bölümdür ve bu bölümde görüntülerden de anlaşılacağı üzere klima sistemi bulunmamaktadır. Şekil 4.39.' da ar5 olarak işaretlenen ve ar2 değerinin alındığı kolonun klimasız bu bölgedeki sıcaklığıda 30,2 olarak grafikten okunmaktadır. Yani iç ortamda sıcaklık farkı olduğu için kolondaki sıcaklıkta üst bölgelere göre artmıştır.

Bu görüntüler binanın kolonlarının yalıtım açısından bir zaaf oluşturduğunu bize göstermektedir.



(a)

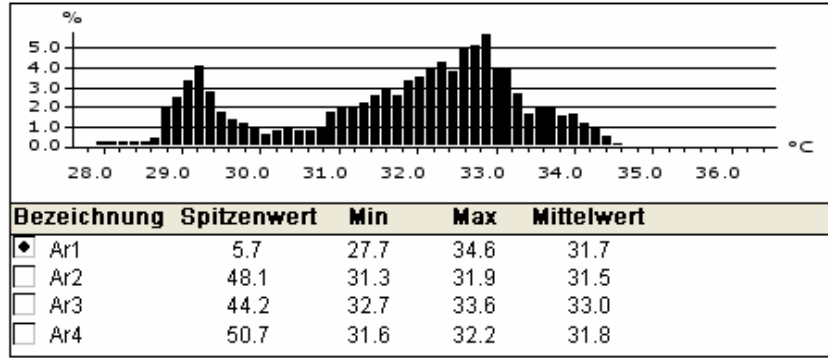


(b)

Şekil 4.41. SAÜ Rektörlük Basım Evi Müdürlüğü Binası

a. Termal Kamera Çekimi

b. Normal Kamera Çekimi



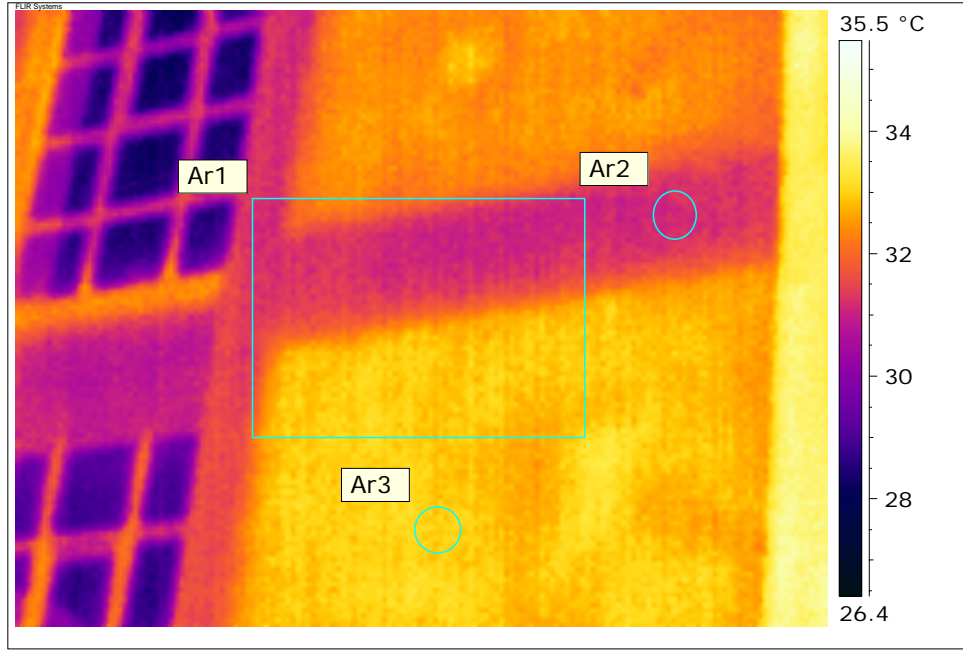
Şekil 4.42. Termal Kamera Görüntüsü % - Sıcaklık Grafiği

Değerlendirme:

SAÜ Rektörlük Basım Evi Müdürlüğü Binası ısı yalıtımı uygulanmamış bir binadır.ve klima sistemi ile soğutulmaktadır. Çekim Yapılan bölümlerdeki ortalama sıcaklık 24 °C civarındadır.

Isı yalıtımı yapılmamış, SAÜ Rektörlük Basım Evi Müdürlüğü Binası' nın Şekil 4.41. b' deki normal kamera ile çekilmiş görüntü de görünmeyen bina kolon ve kirişlerinin oluşturduğu ısı köprüsü şekil 4.41. a' daki termal kamera görüntülerinde binada oluşan ısı köprüleri açıkça görülebilmektedir. Koyu renkli bölgeler ısı hareketlerine açık bina yapısını göstermektedir.

Termal görüntülerde (Şekil 4.42) ar2 olarak işaretlenmiş bina kolonu, ve ar4 olarak işaretlenmiş bina kirişi ile ar3 olarak işaretlenen bina duvarı arasında yaklaşık 1,3 °C' lik bir sıcaklık farkı vardır. Binada oluşan bu ısı köprüleri, kışın iç ortamdaki sıcak havayı dışarıya taşıyarak ısı kayıplarına neden olacak Yazın ise dışarıdaki sıcak havanın içeriye girişine neden olacağından, ısıtma ve soğutma için harcanan enerji yalıtımlı bir binaya göre daha çok olacaktır.



(a)

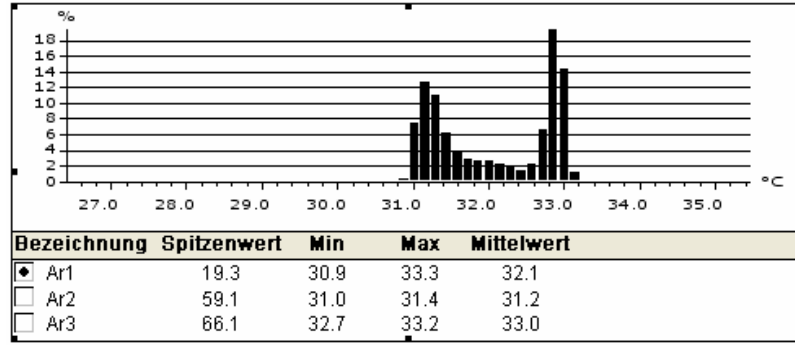


(b)

Şekil 4.43. SAÜ Rektörlük Basım Evi Müdürlüğü Binası

a. Termal Kamera Çekimi

b. Normal Kamera Çekimi



Şekil 4.44. Termal Kamera Görüntüsü % - Sıcaklık Grafiği

Değerlendirme:

Isı yalıtımsız SAÜ Rektörlük Basım Evi Müdürlüğü Binası' nın kuzey yönüne bakan duvarından alınan görüntülerde (Şekil 4.43.) binada oluşan ısı köprüleri yine bariz bir şekilde görülebilmektedir. Termal görüntülerde ar2 olarak işaretlenmiş ısı köprüsü oluşumuna neden olan bölgedeki ortalama sıcaklık Şekil 4.44.' deki grafikte 31,2 °C'dir. Ar3 larak işaretlenen bölgedeki bina duvarındaki ortalama sıcaklık ise 33 °C'dir. Yalıtımsız bir binada oluşan ısı köprüleri, binada yazın ve kışın farklı yönlerde ısı taşınmasına neden olarak, binada ısıtma ve soğutma için harcanan enerjinin büyük oranda artışına neden olacaktır.

BÖLÜM 5 SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın konusu yapılarda ısı kayıplarının ölçülmesi ve değerlendirilmesi ile ilgilidir. Ölçümler Sakarya Üniversitesi Kampüsündeki üçü yalıtımlı biri yalıtımsız dört adet binada yapılmıştır. Bu binalardan Teknik Eğitim Fakültesi Binası, Süleyman Demirel Kütüphanesi ve Mühendislik Fakültesi D-8 Binalarına mantolama sistemi ile ısı yalıtımı uygulanmıştır. Rektörlük Basım Evi Müdürlüğü Binası ise ısı yalıtımı uygulanmamış bir yapıdır.

Yapılan ölçümler için termal kamera kullanılmıştır. Bu çalışmada termal kamera ile yapılan çekimler yazın 27 Temmuz 2007 tarihinde yapılmıştır. Yaz aylarında iç ortamdaki soğuk havanın bina elemanlarına ne şekilde etki ettiği, yalıtımsız bir binada dış ortamdaki sıcak havanın bina içindeki soğuk ortama hangi yollarla etki ettiği incelenmiştir.

Termal kamera çekimleri genelde kış aylarında yapılmaktadır. Yalıtımlı ve yalıtımsız binalarda, bina içindeki sıcak havanın dış ortama hangi yollarla ve hangi bölgelerden kaçtığını tespit etmekte, binada yalıtım açısından zayıf bölgelerin tespitinde kullanılmaktadır. Bunun nedeni binalarda harcanan enerjinin büyük bir bölümünün ısınma için harcanması olabilir. Soğuk günlerde hemen her bina bir şekilde ısıtılmaktadır. Ancak yaz aylarında, soğutma sistemi kullanılan bina sayısı bu denli çok değildir.

Yinede soğutma sistemi bulunan bir binanın da ısı yalıtımı olmaması durumunda enerji tüketimi açısından olumsuz etkileneceği aşıkardır. Bu nedenle bu çalışmada termal kamera ile yapılan çekimler yazın 27 temmuz 2007 tarihinde yapılmıştır. Yaz aylarında iç ortamdaki soğuk havanın bina elemanlarına ne şekilde etki ettiği, yalıtımsız bir binada dış ortamdaki sıcak havanın bina içindeki soğuk ortama hangi yollarla etki ettiği incelenmiştir.

Termal kamera çekimler yanında normal kamera ile de çekimler yapılarak normal de görülmesi mümkün olmayan ancak binada ısı kayıplarına yol açabilecek ısı köprülerinin daha iyi şekilde görülmesi sağlanmıştır. Çekilen termal kamera görüntülerinin, sıcaklık değerlerini ayrıntılı olarak inceleme olanağı sunan ve sıcaklık değerlerini grafiklere dönüştüren TC Reporter 2000 Pro 5.7 isimli programı kullanılmıştır. Bu program ile görüntüler çekildikten sonra görüntü üzerindeki istenilen noktaların sıcaklıkları tespit edilerek ısı köprülerinin olduğu bölgeler ile binanın diğer bölgeler arasındaki sıcaklık farkları tespit edilmiş ve grafiklere dökülmüştür.

Sonuç olarak dört adet bina da çekim yapılmış ve şu sonuçlar elde edilmiştir:

Teknik Eğitim Fakültesi Binası, mantolama sistemi ile ısı yalıtımı uygulanmış bir bina olmasına rağmen, binada bulunan yangın merdiveni betonarme olarak inşa edildiği için binanın bu bölgesinde ısı kayıplarına neden olan ısı köprüleri oluşmaktadır. Isı kayıplarının bulunduğu bölüm yangın merdivenleri olduğu için bu bölümü pencerelerle kapatıp duvarlarına yalıtım uygulamak mantıklı değildir. Betonarme bir sitemde bina ile bağlantılı inşa edildiği için yerine demir merdivenler gibi binadan bağımsız bir sistem kurmakta mümkün görünmemektedir. Binanın bu bölgesinde oluşan yalıtım zaafını tamamen ortadan kaldırmak mümkün görünmemektedir.

Süleyman Demirel Kütüphanesi, mantolama sistemi ile ısı yalıtımı uygulanmış bir binadır. Yapılan termal kamera çekimlerinde binada herhangi bir ısı köprüsü yada yalıtım zaafı gözlenmemiştir. Sonuç olarak binada başarılı bir yalıtım çalışması yapıldığı söylenebilir.

Mühendislik Fakültesi D-8 Binası' da mantolama sistemi ile ısı yalıtımı uygulanmış bir binadır ancak termal görüntülerin alındığı bina yüzeyinde bulunan, duvara göre daha dışarıda kalan ve bina boyunca uzanan kolonlarda herhangi bir yalıtım uygulanmadığı termal görüntülerden anlaşılmaktadır. Termal görüntülerde, binanın olası giriş bölgelerinde bir sıcaklık farklılığı gözlenmezken bahsedilen kolonlarda

bina yüzeyine göre daha düşük sıcaklık değerleri alınmıştır. Bu kolonlar bina yalıtımı açısından bir zaaf teşkil etmektedir ancak bu bölgelere de dışarıdan ısı yalıtımı uygulanarak bu sorun ortadan kaldırılabilir.

Rektörlük Basım Evi Müdürlüğü Binası ısı yalıtımı uygulanmamış bir binadır. Bu nedenle binanın iki farklı yüzünden, çekilen termal görüntülerde oluşan ısı köprüleri açıkça görülmektedir. Binada oluşan bu ısı köprüleri yaz aylarında dışarıdaki sıcak havanın bina içine taşınmasına neden olarak bina içinde uygulanan soğutmaya olumsuz yönde etkide bulunacak ve yalıtımlı bir binaya oranla daha fazla enerji ile soğutulmasına neden olacaktır. Aynı şekilde kışında ısıtma için kullanılan ısı enerjisinin dışarıya kaçıışı yalıtımlı bir binaya oranla daha fazla olacağı için ısınma için harcanan enerjide yalıtımlı bir binaya oranla daha fazla olacaktır. Hem ısıtma hem de soğutma sistemi bulunan böyle bir bina için ısı yalıtımı uygulaması yapılması halinde binaya iklimlendirme için binaya harcanan giderler azalacaktır. Yalıtım uygulamalarını 4-5 sene gibi sürelerde yapılan masrafları amorti ettiğini düşünürsek bu bina için ısı yalıtımı uygulaması tavsiye edilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] BAYER, G., Binalarda Uygulanan Isı Yalıtım Sistemleri ve Örnek Bir Projede Isı Yalıtım Maliyet Analizleri, SAÜ Yüksek Lisans Tezi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006
- [2] ALTINIŞIK, K., Isı Yalıtımı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2006
- [3] Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, İstanbul, 2006
- [4] ARIKAN, S., Binalarda Yakıt Tasarrufu Deprem Emniyeti Yangın Emniyeti ve Yakın İlişkileri, Ankara, 2003
- [5] http://www.izoder.org.tr/docs/isi_giris.pdf
- [6] <http://www.dow.com/styrofoam/europe/tr/index.htm>
- [7] Yalıtım, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi İnşaat Teknolojisi Kitabı, Ankara, 2005
- [8] ÖZCAN, K., Yapı, Bilim Yayınları, Ankara, 2002
- [9] EMİN EİNCİ, C., Yalıtım Teknikleri, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul, 2003
- [10] AKINCI, H., Isı yalıtım Malzemeleri ve Yapılarda Isı Yalıtımı Uygulamaları, SAÜ Yüksek Lisans Tezi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006
- [11] ŞENKAL SEZER, F., Türkiye’ de Isı Yalıtımının Gelişimi ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtım Sistemleri, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 10, Sayı 2, 2005

ÖZGEÇMİŞ

Hayri Karaca, 22.12.1978 de Balıkesir' de doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Balıkesir' de tamamladı. Balıkesir 100. Yıl Endüstri Meslek Lisesi, Elektronik Bölümünden mezun oldu. 1998 yılında başladığı SAÜ Yapı Eğitimi Bölümü' nü 2002 yılında bitirdi. Şu an Balıkesir' de bulunan Kalemaden Antik Karo ve Mozaik Fabrikasında teknik eleman olarak çalışmaktadır.