

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

**TÜRKİYE'DE UYGULANAN YALITIM
TEKNİKLERİNİN ARAŞTIRILMASINDA TERMAL
KAMERANIN ETKİN BİÇİMDE KULLANILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ali İhsan DEĞİRMENÇİ

Enstitü Anabilim Dalı : YAPI EĞİTİMİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet C. APAY

Haziran 2010

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

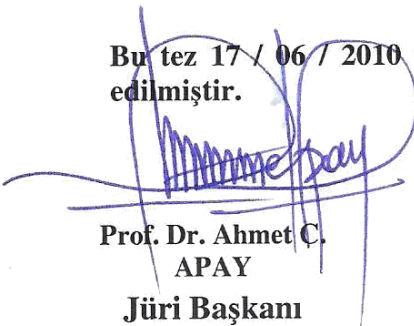
TÜRKİYE'DE UYGULANAN YALITIM
TEKNİKLERİNİN ARAŞTIRILMASINDA TERMAL
KAMERANIN ETKİN BİÇİMDE KULLANILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ


Ali İhsan DEĞİRMENCI

Enstitü Anabilim Dalı : YAPI EĞİTİMİ

Bu tez 17 / 06 / 2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Ahmet C.
APAY
Jüri Başkanı


Yrd. Doç. Dr. Mansur
SÜMER
Üye


Yrd. Doç. Dr. Ömer
ÖZKAN
Üye

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana her türlü desteği veren danışman hocam sayın Prof. Dr. Ahmet C. APAY 'a, tezin hazırlanmasında manevi desteklerini esirgemeyen bölüm hocalarım, çalıştığım firma olan Kıyı Yapı Dekorasyon Ltd. Şti. adına desteğini esirgemen Hakan Barış Teksöz ve Mehmet Düşünceli 'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışmada sunulan Yahya Kaptan Termal Kamera araştırma sonuçları için, Türkiye Makine Mühendisleri Odası Kocaeli Şubesi (TMMOB) ve İZOCAM A.Ş. ile Yalova Termal Bölgesi Termal Kamera araştırma sonuçları için Sezai Bey'e teşekkür ederim.

Ayrıca; lisans ve yüksek lisans öğrenimim süresince bana her türlü desteği sağlayan aileme, eşime ve dostlarıma sonsuz şükranlarımı sunarım.

Ali İhsan DEĞİRMENCI

Haziran 2010

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvi
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
1.1. Enerji ve Enerji Verimliliği	4
1.2. Enerjide Genel Yönelimler	6
1.3. Enerji Verimliliği Nedir?	7
1.4. Enerji Verimliliğini Artırmaya Yönelik Çalışmalar	10
1.4.1. Binalarda enerji verimliliği	11
1.5. Türkiye’de Enerji Tüketimi	20
1.5.1. Tüketilen enerjinin sektörel dağılımı	22
1.6. Türkiye’de Enerji Verimliliği ve Yerel Yönetimler	23
1.6.1. Enerjiyle ilgili genel hedefler:	23
1.7. Türkiye Enerji Verimliliği Stratejisi	24
1.7.1. Enerji Verimliliği Kanunu.....	26
1.8. Binalarda Enerji Verimliliği Uygulamaları	29
1.8.1. Bina enerji etütleri	30
1.8.2. Konfor	33
1.8.3. Oda hava sıcaklığı	34
1.8.4. Çevre yüzeylerin sıcaklığı	34
1.8.5. Bağlı hava nemi.....	34
1.8.6. Havanın hızı	35

1.9. Bina Yapı Elemanları	36
1.9.1. Hava kaçakları kontrol noktaları	36
1.9.2. Pencere ve kapıların iyileştirilmesi	37
1.10. Isı Yalıtımı	39
BÖLÜM 2. YALITIM	41
2.1. Yalıtım Nedir?	41
2.2. Yalıtımın Genel Özellikleri	46
2.2.1. Yalıtımın faydaları	48
2.3. Türkiye/Rakamlarla Enerji Tasarrufu	48
2.4. Yalıtım Çeşitleri;	49
BÖLÜM 3. ISI YALITIMI	50
3.1. Isı Yalıtımı Nedir?	50
3.1.1. Isı yalıtımının amacı	53
3.1.2. Isı yalıtımının faydaları	54
3.1.3. Yapının iç iklimi, ısı kazanç ve kayıpları	56
3.1.4. Isı yalıtım malzemeleri	58
3.1.5. Isı yalıtım malzemelerinin özellikleri	59
3.2. Duvarlarda Isı Yalıtımı	60
3.2.1. Dış cephe ısı yalıtım sistemleri	61
3.2.2. Kullanılan yalıtım malzemeler	67
3.2.3. Farklı ısı iletkenliğine sahip ısı yalıtım malzemelerinin aynı ısı iletkenliği (d/l) sağlaması için gerekli eşdeğer kalınlıklar	102
3.2.4. Smartpan dış cephe ısı yalıtım malzemesinin diğer ısı yalıtım malzemeleri ile karşılaştırılması	103
3.2.5. Örnek konut projesinin ısı yalıtım çözümlerinde geleneksel yöntemin uygulanışı	104
3.2.6. Modern sistemle uygulanan yalıtım sistemleri:	106
BÖLÜM 4. SU YALITIMI	110
4.1. Suyun Yapıya Sızma Yolları	110
4.1.1. Cepheden sızma yoluyla rutubet:	110
4.1.2. Yoğuşma yoluyla rutubet:	110
4.1.3. Kılcal su yürümesi yoluyla rutubet:	111

4.1.4. Zeminde sızan su yoluyla rutubet:.....	111
4.1.5. Basınçlı su yoluyla:	111
4.2. Temellerde Su Yalıtımı.....	111
4.2.1. Zemindeki su durumunun tespiti:.....	112
4.2.2. Zemindeki su durumunun değerlendirilmesi:.....	112
4.2.3. Zemin rutubetine karşı yalıtım	113
4.2.4. Basınçsız suya karşı yalıtım	113
4.2.5. Basınçlı suya karşı yalıtım	114
4.3. Temel Yalıtım Sistemleri.....	115
4.3.1. İçten yalıtım uygulaması	115
4.3.2. Dıştan yalıtım uygulaması.....	116
BÖLÜM 5. TERMAL KAMERALAR.....	119
5.1. Termal Kamera ile Tespit Edilen Durumlar	119
5.1.1. Problemlerin yerini saptar	119
5.1.2. Temassız hızlı sıcaklık ölçümü	120
5.1.3. Çalıştırması kolay.....	121
5.1.4. Dayanıklı, ergonomik ve hafif.....	121
5.2. Binalardaki Gizlenmiş Hataların Termal Kamera ile Tespiti.....	121
5.2.1. Sıcaklıkları görür.....	121
5.3. Teknik Özellikleri.....	124
5.4. Termal Kamera Uygulama Alanları Ve Faydaları.....	125
5.4.1. Elektrik dağıtım sistemleri	125
5.4.2. Yapılar	125
5.4.3. Çatı sistemleri.....	125
5.4.5. Mekanik sistemler	126
5.5. Termal Enerji ve İnfrared	128
5.5.1. Emissivity	128
5.6. Termal Kamera Kullanmanın Faydaları	129
5.6.1. Elektriksel uygulamalar.....	129
5.6.2. Mekaniksel uygulamalar	130
5.6.3. Buhar hatları, izolasyon ve bina uygulamaları.....	133
5.6.4. Diğer uygulamalar	134

5.7. Termal Kamera İle Ölçümlenmesi Yapılan Örnek Çalışmalar.....	135
5.7.1. Yahya kaptan 2. ve 4. bölge örnekleme ile teknik inceleme	135
5.7.2. Termal kamera çekimleri.....	135
5.7.3. Yalova termal bölgesi termal kamera ile teknik inceleme	147
BÖLÜM 6. DEĞERLENDİRME, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	155
KAYNAKLAR	159
EKLER.....	161
ÖZGEÇMİŞ	167

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	: Isı kaybeden yüzey alanı (m ²)
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)
U	: Isıl geçirgenlik katsayısı (W/m ² K)
S _d	: Su buharı difüzyonu eş değer hava tabakası kalınlığı (m)
d/ λ	: Yüzeysel ısı iletim direnci
W	: Watt
h	: Entalpi
ρ	: Yoğunluk
ÇDY	: Çift Duvar Yalıtım
CEN	: Avrupa Standartlar Komitesi
DY	: Duvar Yalıtımlı
EİE	: Elektrik İşleri Etüd İdaresi
E	: Elastisite Modülü
EN-VER	: Enerji Verimliliği
EVD	: Enerji Verimliliği Danışmanlık
GJ	: Giga (milyar) joule
HCFC	: Halokarbon özellikli ozon tabakasına zarar vermeyen cihaz
IEA	: International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)
İY	: İçeriden Yalıtımlı
ISO	: Uluslararası Standardizasyon Örgütü
K	: Kelvin
Kcal	: Kilokalori
KEP	: Kilogram petrol eşdeğeri

KOSGEB	: Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler
KJ	: Kilojoule
kWh	: Kilowatt-saat
YZ	: Yalıtımsız
MTEP	: Milyon ton petrol eşdeğeri
TEP	: Ton petrol eşdeğeri
MW	: Mega (milyon) watt
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Enerji Girdi-Çıktı-Kayıp Şeması	5
Şekil 1.2. Enerjide Verim Şeması	5
Şekil 1.3. Isı Köprüleri	14
Şekil 1.4. Isı Köprüleri Şeması-1	16
Şekil 1.5. Isı Köprüleri Şeması-2	16
Şekil 1.6. Isı Köprüleri Şeması-3	17
Şekil 1.7. Isı Köprüleri Şeması-4	17
Şekil 1.8. 1. cil Enerji Tüketimi	21
Şekil 1.9. 1. cil Enerji Kaynakları Tüketimi	22
Şekil 1.10. Strateji’de belirtilen hedef grup mekanizmaları	24
Şekil 1.11. Yerel Yönetimlerde Enerji Verimliliği	24
Şekil 1.12. Yerel Yönetimlerde Enerji Verimliliği	25
Şekil 1.13. Yerel Yönetimlerde Enerji Verimliliğini Amaçlayan Hedefler	26
Şekil 1.14. Yerel Yönetimlerde Enerji Verimliliği Engeller, sorunlar, nedenler.....	26
Şekil 1.15. Konut ve Ticari Binalarda Enerji Etüdü	32
Şekil 1.16. Enerji Etütleri İçin Gerekli Ölçüm Cihazları	33
Şekil 1.17. Camda ısı geçirgenliği	38
Şekil 1.18. Cam Malzemesi özellikleri	38

Şekil 2.1. Yalıtım uygulanacak bölge detayları	43
Şekil 2.2. Yalıtım kaçakları.....	46
Şekil 2.3. Yalıtım Bölgeleri	46
Şekil 3.1. Yalıtım nedir?	54
Şekil 3.2. Yalıtım nedir?	55
Şekil 3.3. Isı kayıp ve kazançları	57
Şekil 3.4. Taş Yünü Yalıtım Malzemesi	60
Şekil 3.5. Dış Duvar Cephe Yalıtım uygulaması.....	61
Şekil 3.7. Dış Duvar Cephe Yalıtım uygulaması.....	62
Şekil 3.8. Dış Duvar mantolama detayı	62
Şekil 3.9. Dış Duvar mantolama detayı	65
Şekil 3.10. Dış Duvar mantolama detayı	65
Şekil 3.11. Dış Duvar mantolama detayı	66
Şekil 3.12. Dış Duvar mantolama detayı	66
Şekil 3.13. EPS ısı yalıtım levhalarında ısı iletkenliğinin sıcaklıkla değişimi ($\rho=20$ kg/m ³).....	70
Şekil 3.14. Isı iletkenliği 0.040 W/mK olan 5 cm ısı yalıtım malzemesine eşdeğer kalınlıkta bazı yapı malzemeleri	71
Şekil 3.15. EPS levhaların $\leq 2\%$ ve 10% deformasyondaki basınç gerilmelerinin yoğunlukla değişimi.....	72
Şekil 3.16. Farklı yoğunluklardaki EPS levhaların tamamen suya batırılmış durumda su emme oranlarının zamanla değişimi EPS 'nin Boyut Stabilitesi	72
Şekil 3.17. EPS levhalarda rötrenin zamanla değişimi Sıcağa Karşı Dayanımı	73
Şekil 3.18. EPS 'nin Basınç Dayanımı.....	75

Şekil 3.19. XPS 'in Hücre Yapısı.....	76
Şekil 3.20. XPS 'in Hücre Yapısı.....	79
Şekil 3.21. Isı iletkenlik değeri ile yoğunluk değışimi.....	80
Şekil 3.22. XPS 'in su emme durumu	81
Şekil 3.23. XPS 'in uzun süreli su emme durumu	82
Şekil 3.24. XPS 'in donma-çözölme dayanımı	82
Şekil 3.25. XPS 'in yoğunluk-basma dayanımı	83
Şekil 3.26. XPS 'in yoğunluk-sünme dayanımı	84
Şekil 3.27. XPS 'in yoğunluk stabilite dayanımı	85
Şekil 3.28. Sd Değerleri	86
Şekil 3.29. Smartpan Dış cephe yalıtım malzemeleri	90
Şekil 3.30. Smartpan Dış cephe yalıtım malzemeleri	91
Şekil 3.30. Gaz Beton.....	96
Şekil 3.31. Plaka üzerine yalıtım yapıştıma harcı uygulanışı	106
Şekil 3.32. Poliüretan esaslı malzeme ile plaka üzerine yapıştıma uygulanışı.....	107
Şekil 4.1. Basınçlı Suya Karşı İçten Temel Yalıtım Detayı.....	116
Şekil 4.2. Temelde Dıştan Su Yalıtım Detayı.....	117
Şekil 5.1. Termal Kamera	119
Şekil 5.2. Termal Kamera	120
Şekil 5.3. Termal Kamera ile temassız sıcaklık ölçümü	120
Şekil 5.4. Termal görüntü.....	122
Şekil 5.5. Termal görüntü.....	122

Şekil 5.6. Bina ve İzolasyon Uygulamaları Isı Kaçakları	126
Şekil 5.7. Bina ve İzolasyon Uygulamaları Isı Kaçakları	127
Şekil 5.8. Bina ve İzolasyon Uygulamaları Isı Kaçakları	127
Şekil 5.9. Electromagnetic Spectrum Şeması	128
Şekil 5.10. Elektriksel uygulamalar	130
Şekil 5.11. Elektriksel uygulamalar	130
Şekil 5.12. Mekaniksel uygulamalar	131
Şekil 5.13. Mekaniksel uygulamalar	132
Şekil 5.14. Mekaniksel uygulamalar	132
Şekil 5.15. Bina uygulamaları	133
Şekil 5.16. Sağlık uygulamaları	134
Şekil 5.17. Diğer uygulamaları	134
Şekil 5.18. Binalardaki sorunlu bölgelerin çekilmiş görüntüleri	136
Şekil 5.19. Binalardaki sorunlu bölgelerin çekilmiş görüntüleri	136
Şekil 5.21. Binalardaki sorunlu bölgelerin çekilmiş görüntüleri	137
Şekil 5.22. Binalardaki sorunlu bölgelerin çekilmiş görüntüleri	138
Şekil 5.23. Binalardaki sorunlu bölgelerin çekilmiş görüntüleri	138
Şekil 5.24. Binalardaki sorunlu bölgelerin çekilmiş görüntüleri	139
Şekil 5.25. Binalardaki sorunlu bölgelerin çekilmiş görüntüleri	139
Şekil 5.26. Binalardaki kolon-kiriş bölgelerinin çekilmiş görüntüleri.....	140
Şekil 5.27. Binalardaki pencere bölgelerinin çekilmiş görüntüleri.....	141
Şekil 5.28. Binalardaki pencere bölgelerinin çekilmiş görüntüleri.....	142

Şekil 5.29. Binalardaki dilatasyon bölgelerinin çekilmiş görüntüleri.....	142
Şekil 5.30. Binalardaki radyatör bölgelerinin çekilmiş görüntüleri.....	143
Şekil 5.31. Binalardaki içten oluşan bölgelerinin çekilmiş görüntüleri.....	144
Şekil 5.32. Binalardaki içten oluşan bölgelerinin çekilmiş görüntüleri.....	144
Şekil 5.33. Binalardaki içten oluşan kiriş-duvar bölgelerinin çekilmiş görüntüleri	145
Şekil 5.34. Binalardaki tesisat görüntüleri	145
Şekil 5.35. Binalardaki tesisat görüntüleri	146

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Isı Köprüsü Değerleri.....	15
Tablo 1.2. Isı Köprüsü Değerleri.....	15
Tablo 1.3. Isı Köprüsü Değerleri.....	18
Tablo 1.4. Isı Köprüsü Değerleri.....	18
Tablo 1.5. Isı Köprüsü Değerleri.....	19
Tablo 2.1. 10 Daireli Bir Binada Yalıtım ile Sağlanan Yakıt Tasarrufu.....	49
Tablo 3.1. Enerji Tüketiminin Sektörel Dağılımları	53
Tablo 3.1. XPS ‘in Ülke Bazındaki Kullanımları	77
Tablo 3.2. DIN 4102’ye göre yapı malzemelerinin yanıcılık sınıfları	87
Tablo 3.3. EPS ve XPS in karşılaştırılması.....	97
Tablo 3.4. Aynı ısıl direnç için eşdeğer kalınlıklar	102
Tablo 3.5. Aynı ısıl direnç için eşdeğer kalınlıklar	102
Tablo 3.6. Malzeme fiyat tayini	103
Tablo 3.7. Malzeme fiyat tayini	105
Tablo 3.8. Malzeme fiyat tayini	106
Tablo 4.1. Su Yalıtımı Açısından Problem Yaşıyor musunuz?	117

ÖZET

Anahtar kelimeler: Enerji tasarrufu, ısı iletim katsayısı, Termal Kamera, ısı kayıpları, ısı yalıtım malzemeleri

Bu çalışmada enerji tasarrufuna atıfta bulunularak, yalıtım tekniklerinin öneminin bir kez daha güncelliğini koruması için önemli çalışmalara yer verilmeye çalışılmıştır. Ayrıca ısı ve ısı transferi hakkında temel bilgiler verilmiş, yalıtım tekniklerine değinilmiş 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, döşeme, kiriş, kolon bölgelerinde uygulanan ısı yalıtım teknikleri ve uygulamada kullanılan malzemeler anlatılmıştır. Ayrıca geleneksel yalıtım sistemi dediğimiz dübel, file vb. malzemeler yerine işlemi tek bir kalemde yapılan ve adına modern yalıtım sistemi dediğimiz yeni bir uygulama şeklinden bahsedilmiştir. Teknolojik gelişmelerin üretim miktarlarına, zamanda oluşturduğu tasarrufa, meydana getirdiği KALİTE ve beraberinde de TEŞVİK EDİCİLİĞİ ön plana çıkarmıştır.

Yapılan termal kamera çekimleri ile bina ya da diğer sektörlerin yalıtımlı ve yalıtımsız durumları arasındaki farklar incelenmiştir. Çıkan sonuçlar ışığında gereken önlemlerin nasıl alınması gerektiği, zamandan tasarruf ile hem mali açıdan kazanç sağlanması ve hem de sağlık açısından oluşabilecek zararların önüne geçilmesi gibi önem arz eden konular gün yüzüne çıkarılmaya çalışılmıştır.

INSULATION TECHNIQUES APPLIED RESEARCH IN TURKEY USED EFFECTIVELY TO THE THERMAL CAMERA

SUMMARY

Keywords: Energy saving, Heat transfer coefficient, thermal camera, heat loss, thermal insulation materials.

This study refers to energy savings, , once again the importance of isolation techniques for protecting important work to date has been tried to be included. Also basic knowledge about heat and heat transfer are given, insulation techniques are mentioned and the importance of thermal insulation applications in building are emphasized. Thermal insulation materials made of definitions related to, often used in thermal insulation materials and this material is described in detail in desired properties.

The greatest heat loss takes place in the structure of walls, floors, beams, columns, heat insulation techniques in the region and the materials used are described in the application. Moreover, we call the traditional insulation systems anchors, nets, etc.. Instead of a single item of equipment in operation and on behalf of the application of modern insulation system is also a new way we were talking about. Technological advances in production volume, time savings created to bring together the QUALITY and HIGHLIGHTING WAS ENCOURAGED.

Shots made with thermal cameras or other sectors of the building insulated and uninsulated difference between cases examined. In light of the results and how to take the measures necessary to, save time and gain the financial aspects of health provision and also to prevent damage that may occur in terms of importance, such as being exposed, the subjects were studied.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Enerjinin ekonomik ve sosyal kalkınmanın önemli bileşenlerinden biri olduğu, yaşam standartlarının yükseltilmesinde hayati bir rol oynadığı bilinmektedir. Sürdürülebilir bir kalkınmanın sürekli ve kaliteli bir enerji arzıyla mümkün olacağı da çok bilinen bir diğer husustur. Sürdürülebilir kalkınmanın enerjiyle olan bağlantısı, çok uzun bir süre boyunca enerjinin tüketicilere güvenli biçimde sunulması ekseninde ele alınmış, enerji-kalkınma ilişkisi bu çerçevede değerlendirilmiştir. Ancak, hâlihazırda en önemli enerji kaynağı olan fosil yakıtların (kömür, petrol, doğalgaz) gittikçe ve süratle azalmakta oluşu, diğer yandan bu kaynakların yarattığı çevresel problemler, hem bu kaynakların rasyonel ve ekonomik biçimde kullanımı olgusunu, hem de enerji verimliliği kavramını gündeme getirmiş, sürdürülebilir kalkınmayla ilgili çalışmalara bu konuların dâhil edilmesi sonucunu doğurmuştur [3].

Bugün itibariyle dünya enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılamakta olan fosil yakıt rezervlerinin kullanım hızı sürekli artmaktadır. Özellikle kalkınmakta olan ülkelerin fosil yakıt taleplerinde kesintisiz bir artış söz konusudur. Buna karşılık fosil yakıt rezervlerinde paralel bir artış meydana gelmemektedir. Mevcut kullanım düzeylerinin sabit kalması durumunda bile özellikle petrol rezervlerinin uzun olmayan bir süre içerisinde tükeneceği tahmin edilmektedir. Biraz daha fazla ömür biçilen doğalgaz kaynakları için de benzer bir durumun söz konusu olduğunu söylemek mümkündür.

Hızla tükenen fosil yakıtların yerine bir yandan alternatif enerji kaynakları aranırken, diğer yandan mevcut kaynakların etkin biçimde değerlendirilmesi gündeme gelmekte ve enerji tüketiminin konforu etkilemeden düşürülmesi yönünde

eğilimler oluşmaktadır. Bu eğilimler genel olarak enerji verimliliği başlığı altında değerlendirilmektedir.

Enerji verimliliği hem enerjinin üretimi ve iletimi, hem de tüketimi alanında genel etkinlik çalışmalarının tümünü kapsamaktadır. Bir tarafta daha az maliyet ve daha az birincil kaynak kullanımıyla daha çok enerji üretimi yönünde çalışmalar sürerken, diğer tarafta aynı miktar enerjiyle daha çok iş yapılması veya aynı miktar işin daha az enerji tüketilerek yapılması konusunda çeşitli çalışmalar yürütülmekte, tedbirler geliştirilmekte, politika ve stratejiler üretilmektedir [4].

Isı, gaz, buhar, basınçlı hava, elektrik gibi çok değişik formlarda olabilen enerji kayıpları ile her çeşit atığın değerlendirilmesi veya geri kazanılması veya yeni teknoloji kullanma yoluyla üretimi düşürmeden, sosyal refahı engellemeden enerji tüketiminin azaltılması olarak tarif edilebilecek enerji verimliliği çalışmaları; bina mimarisi, dış yapı elemanları, cam ve ısıtma/aydınlatma sistemleri ekseninde yürütülen ısı yalıtım çalışmalarından akıllı bina uygulamalarına, belli limitlerin altında yakıt tüketen araçların üretimi için getirilen zorunluluklardan gelişmiş toplu taşıma sistemlerine, buzdolabı, çamaşır makinesi, televizyon, fırın gibi ev aletlerinde uygulanan etiketleme yaklaşımlarından yüksek verimli sanayi süreç dönüşümlerine, talep tarafı yönetimi ışığında puant yükün tasarruf yoluyla yataylaştırılmasından yeni tip santral teknolojilerine, elektrik üretim, iletim ve dağıtım süreçlerindeki kayıpların azaltılıp performans standartlarının yükseltilmesinden bütünleşik enerji arz ve talep yönetimlerine kadar bir dizi uygulamayı içermektedir.

Dünyada, özellikle de gelişmiş ülkelerde enerjinin verimli kullanılması için çok çeşitli çalışmalar yapılmakta, enerji verimli teknolojilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için büyük bütçeli programlar uygulanmaktadır. Bu çalışmaların bir kısmı kamu eliyle yürütülen çeşitli uygulamalar, eğitim ve bilgilendirme faaliyetleri, bir kısmı yaptırımlar getiren yasal düzenlemeler, bir kısmı sivil kuruluşlar tarafından yürütülen kampanyalar ve gönüllü faaliyetler, bir kısmı da büyük endüstriyel şirketler ile üniversiteler tarafından yürütülen ve bazılarını hükümetlerin de desteklediği teknoloji geliştirme programlarıdır [4].

Türkiye’de son yıllarda enerji verimliliğine yönelik bazı çalışmalar yürütülmeye başlanmış, ancak konunun önemi enerjide etkin rol oynayan çevrelerde dahi henüz yeterince anlaşılammıştır [4]. Enerjinin verimli kullanımıyla ilgili göstergelere göre Türkiye’nin dünya ortalamasından bile geride olduğu ve bir birim katma değer üretebilmek için pek çok ülkeye göre oldukça yüksek düzeyde enerji harcadığı görülmektedir. Özellikle uluslararası pazarlarda rekabet etme durumu içinde olan Türkiye’deki sanayi kesiminin enerjiyi verimli kullanamadığı da istatistikî verilerden anlaşılmaktadır.

Bugüne kadar Türkiye’de binalar ve ev aletlerindeki enerji verimliliğinde bazı düzenlemeler yapılmış, AB müktesebatına uyum kapsamında bazı yönetmelikler çıkarılmıştır. Ancak bunların uygulama sonuçları henüz ortaya çıkmamıştır. Bu yönetmeliklerin kısa sürede olumlu sonuçlar doğurması pek mümkün gözükmemektedir ve bu yüzden başka düzenlemelerin gündeme gelmesi söz konusu olabilecektir. Diğer yandan, sanayiye yönelik olarak bazı eğitim ve bilgilendirme çalışmaları devlet eliyle yürütülmektedir. Bazı sanayi kuruluşları da konunun önemini anlamaya ve enerji verimliliğine yönelik tedbirler almaya başlamıştır. Son yıllarda, yeni inşa edilen elektrik üretim tesislerinde verimlilik kavramı ve verimli yakıt teknolojileri dikkate alınmaya başlamıştır. Buna karşılık elektrik iletiminde, özellikle de dağıtımında çok büyük bir verimsizlik söz konusudur. Bu konuda kat edilmesi gereken büyük bir mesafe, alınması gereken çok sayıda tedbir vardır. Ulaştırma sektöründe enerji verimliliğinin önem ve ifade ettiği anlam yeterince anlaşılammıştır. Öyle ki, sektörde verimli enerji kullanımı henüz bir değerlendirme ölçütü olarak politikalara dahil edilmiş değildir [6].

Genel bir değerlendirme yapılarak söylenecek olursa, konunun Türkiye’nin gündemine girmesinden tatmin edici bir seviyeye ulaşamamıştır. Enerji verimliliğiyle ilgili olarak, konuyu bütün yönleriyle ele alan ve makro değerlendirmeler yaparak Türkiye’nin durumunu etüt eden çalışmaların sayısı yok denecek kadar azdır. Bunların başında da termal kamera ile yalıtım zafiyetlerinin tespit edilmek istenmesinde geri kalınması gelmektedir.

Bu çalışmada; genel hatlarıyla enerji ve verimliliğinin, uygulanan yalıtım tekniklerinin neler olduğu ve bu tekniklerin hangi alanlarda ne tür şekillerde yapılabildiği, termal kamera yöntemi ile uygulanan yalıtım tekniklerinin doğru ve kurallarına uygun sonuçlar verip vermediği, uygulanan yalıtım şekillerinin termal kamera ile kalıcı etki bırakıp bırakmadığı, Türkiye'nin enerji verimliliği açısından durumunu termal kamera yardımıyla gözler önüne serme ve Türkiye'de termal kamera yardımıyla enerji verimliliği alanında yapılan ve yapılması gereken çalışmalar anlatılacaktır.

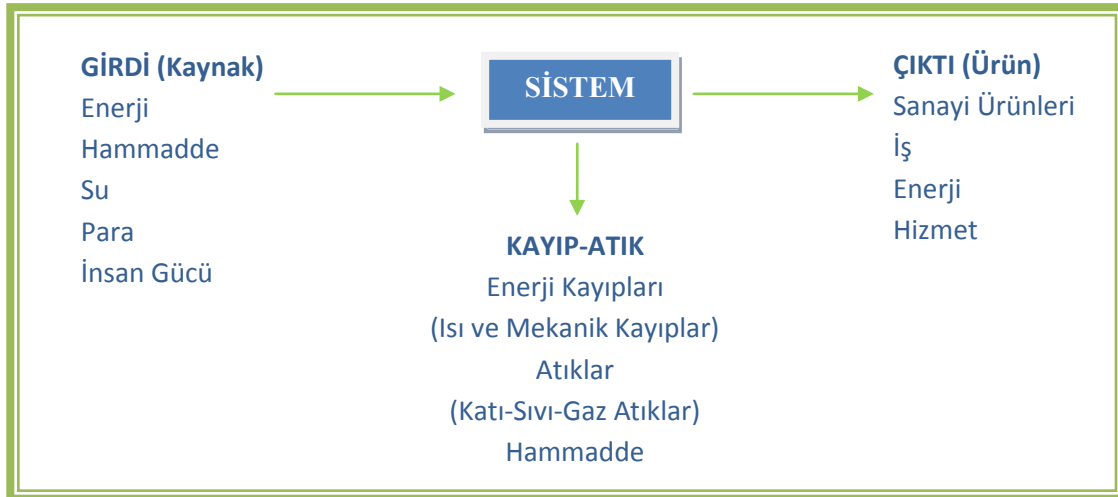
Çalışmanın son kısmında, çalışmadan elde edilen veriler ışığında Türkiye'de termal kamera yardımıyla yalıtım teknikleri (ısı, su, ses, yangın, tesisat vb.) konusunda yapılan uygulamaların sonuçları, bazı yanlış uygulamaların, gereksiz kayıpların önüne geçilmesi ve enerji verimliliği için alınması gereken tedbirler sıralanacaktır.

1.1. Enerji ve Enerji Verimliliği

Enerji

Enerji, bir sistemin iş yapabilme kapasitesidir. Enerji, herhangi bir sisteme eklendiğinde veya çıkarıldığında sistemin en az bir özelliğinin değişmesine neden olmaktadır. Enerji, bir sistemde hem kaynak hem ürün hem de atık olabilmektedir.

- Aynı girdi ile daha çok çıktı sağlamak,
- Aynı çıktıyı daha az girdi ile sağlamak,
- Daha az girdi ile daha çok çıktı sağlamak.



Şekil 1.1. Enerji Girdi-Çıktı-Kayıp Şeması



Şekil 1.2. Enerjide Verim Şeması

Verimlilik

Genellikle verimlilik, en az girdi ile en çok çıktıyı elde etmektir. Bu kapsamda herhangi bir sistemde verim artışı üç farklı şekilde gerçekleşebilir:

Bir sistem için en önemli parametrelerden biri olan enerjiye göre verimlilik, herhangi bir ürün elde etmek için kullandığımız enerjinin, sisteme verilen toplam enerjiye oranı olarak tanımlanabilmektedir [5].

$$\text{Verimlilik} = \eta = \frac{\text{YARARLANILAN ENERJİ}}{\text{GİREN ENERJİ}} \times 100$$

1.2. Enerjide Genel Yönelimler

Enerji, özellikle geride bıraktığımız yüzyılın başlarından itibaren ülkelerin rekabet üstünlüğü sağlamada istifade ettikleri en önemli unsurlardan biri olmuştur. İçine girdiğimiz yeniçağda ise, dünyadaki teknolojik yenilikler, uluslararası sınırların geçirgenliğinin artması, sermaye hareketleri için sınırların hemen hemen kalkmış bulunması ve iletişim alanındaki devasa gelişmeler hem dünyadaki enerji kullanımının miktar ve hızını artırmış, hem de enerjiyi üzerinde durulması gereken en önemli sorunlardan birisi haline getirmiştir.

Bir yandan enerjiyle ilgili olarak ortaya çıkan ozon tabakasındaki incelme, sera gazı emisyonlarının insan yaşamını tehdit eder boyutlara ulaşması gibi sorunlar, diğer yandan dünyadaki doğal enerji kaynaklarının (özellikle fosil yakıtların) hızla tükenmesi gibi riskler hem birer müstakil varlık olarak devletleri, hem de insanlık adına düşünme sorumluluğunda olan bilim adamlarını ve aydınları enerji konusuna daha çok yoğunlaşmaya ve bu alan üzerinde daha çok araştırma yapmaya sevk etmektedir. Bütün dünyada ülkelerin enerji konusuyla ilgili birimleri, karar vericileri ve üst yöneticileri güvenli, çevre standartlarını dikkate alan ve riski en aza indirgenmiş enerji politikaları üretmek için çalışmaktadırlar [6].

Enerji arz sisteminin sürekli değişmesi, yeni yeni teknolojilerin geliştirilmekte oluşu, enerji materyallerinin fiyatlarının kısa periyotlar içinde dramatik değişiklikler sergilemesi, özellikle dünyadaki stratejik dengeleri zaman zaman yerinden oynatan petrolün fiyat istikrarının bulunmayışı, bütün bunlara karşın enerjinin gündelik hayatımızdaki kullanım oranının ve vazgeçilmezliğinin son yıllarda fevkalâde artmış olması; enerji ve elektrik enerjisi sistemlerinde tasarruf uygulamalarını ve verimlilik yaklaşımlarını zorunlu hale getirmektedir.

1.3. Enerji Verimliliği Nedir?

1970'lerin ortasından itibaren sanayileşmiş Batı ülkelerinin enerji tüketimindeki büyümede güçlü bir azalış meydana gelmiştir, ancak yine de eğer mevcut yönelimler devam ederse, dünya enerji tüketiminin 2030 yılından önce bugünkünün yaklaşık iki katı olması beklenen bir gelişmedir [5].

Kaynaklara rahatça erişimin yokluğunun veya kaynakların belli coğrafi bölgelerde yoğunlaşmış olmasının, enerji ürünlerinin maliyetlerindeki artışın ve enerjinin daha tehlikeli formlarının kullanımının krizleri ve ekolojik felâketleri tetiklemesi muhtemeldir. Enerji yatırımlarının yüksek bedeller gerektirmesi kadar, birincil enerji kaynaklarında, özellikle de petrolde son yıllarda görülen artışlar da, dikkate alınması gereken önemli hususlardan biridir.

Bütün bu gelişmeler karşısında enerji kullanımına ilişkin yeni stratejiler oluşturmak kaçınılmaz hale gelmiştir:

Bugün, hem sürdürülebilir kalkınmanın gereklerini yerine getiren, hem de çevresel tehlikelerle enerji üretim ve tüketiminden kaynaklanan ekonomik ve sosyal maliyetleri en aza indirgeyen bir strateji oluşturmak için, çevresel kısıtlar, ekonomik ve siyasi kısıtlarla birlikte düşünülmektedir. Burada bahsedilen strateji de enerji verimliliği stratejisidir [5]. Böyle bir strateji, en önce enerji ihtiyacı kavramının dramatik biçimde yeniden ele alınmasına dayanmaktadır. Aynı hizmet bugünkünden daha az enerji kullanarak ve toplamda bugünkünden daha az bir maliyetle yerine getirilebilir. Bu durum, en ileri teknolojileri kullanan ve belirgin biçimde etkin ekonomilere sahip olan ülkeler için de geçerlidir.

Enerji verimliliğiyle ilgili stratejinin en önemli basamaklarından birisi hiç şüphesiz enerji tasarrufudur. Her ne kadar enerji tasarrufu, genelde basit kısıntı tedbirleri uygulamak olarak algılanıyor ise de, aslında çok daha geniş bir tedbirler dizisini içermektedir.

Halk arasında genellikle enerjinin az kullanılması, iki ampulden birinin söndürülmesi şeklinde algılanmakta olan enerji tasarrufu, aslında enerji atıklarının değerlendirilmesi ve mevcut enerji kayıplarının önlenmesi yoluyla tüketilen enerji miktarının ekonomik kalkınmayı ve sosyal refahı engellemeden, kalite ve performansı düşürmeden enerji ihtiyacının en aza indirilmesidir.

Bugün dünyada enerji verimliliği geliştirme konusunda pek çok çalışma bulunmaktadır; ancak enerji verimliliğinin yaygınlaştırılması için gereken yatırımlar, söz konusu çalışmaların en önemli kısıtlarından birisi durumundadır. Dünyadaki yaygın eğilim, enerji verimliliği için yatırımlar yaparak olabilecek enerji arz yatırımlarını azaltmak yerine, doğrudan enerji arzına yönelik yatırımlara ağırlık vermek şeklinde tezahür etmektedir.

Enerji piyasalarının ve enerji tüketim ekipmanlarının bütünleşmesi, enerji alanındaki çeşitli aktörler tarafından enerji verimliliği sorununa çare olarak görülmektedir. Söz konusu aktörler, eğer çatı çalışmaları doğru bir şekilde yapılırsa, bu bütünleşmenin öz enerji hizmetlerinin (alan ısıtması gibi) yerine getirilmesinde çok daha iyi bir enerji verimliliği sağlayacağı düşüncesindedirler. Burada sözü edilen öz enerji hizmetleri; yemek pişirme, aydınlatma, termal konfor, yiyecek soğutma, ulaştırma ve ürün imalatı gibi alanlarda enerji kullanan ekipmanlar tarafından sağlanan fiziksel rahatlığa işaret etmektedir. Öz enerji hizmetlerinin karşılanması genellikle enerji kullanan ekipmanlar, enerji ve enerjiyle ilgili hizmetlerin başarılı bir kombinasyonunu gerektirmektedir. Enerji verimliliğinin geliştirilmesi açısından stratejik bir yaklaşımın gerekli olduğu, enerjiyle ilgili salt bir alana odaklanmanın istenilen sonuca ulaşılmasına yetmeyeceği de genel kabul gören bir diğer husustur.

Güçlü enerji verimliliği stratejileri, ekonomik denge açısından gelişmekte olan ülkelerde Batılı sanayileşmiş ülkelere göre daha önemlidir. Enerji verimliliği stratejilerinin gelişmekte olan ülkelere daha önemli olması, biraz temel altyapı ve ekipman kullanımının büyümesinden kaynaklanan yüksek enerji verimliliği potansiyeliyle ilgilidir, biraz da temel enerji ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik

sermaye ve dış ticaret harcamalarının toplam gelirin önemli bir bölümüne karşılık gelmesiyle ilgilidir [6].

Gelişmekte olan ülkelerde enerji yatırımları için ayrılabilen kaynakların sınırlı olması, ama bir yandan da enerji talebinin hızla büyümesi, enerji verimliliği stratejilerinin önemini bu ülkelerde bir kat daha artırmaktadır. Enerji verimliliği programlarının bir diğer önemli özelliği de, sürdürülebilir kalkınmanın vazgeçilmez bileşenlerinden olan çevresel öncelikleri dikkate alan modeller önermeleridir. Bu programların çevresel faydaları son derece açıktır, çünkü en az kirlilik yaratan enerji hiç üretilmemiş enerjidir. Herhangi bir ihtiyaç için enerji tüketiminin azaltılması (evleri yalıtarak, motor verimliliğini artırarak, vb.), otomatik ve oransal olarak kirlletici emisyonlarını da azaltmaktadır. Enerji verimliliği tedbirleri, maliyet-etkin oldukları ve çevre korumaya yönelik ekstra maliyet gerektirmedikleri için çevreyi korumanın en ucuz yoludur.

Bir ülkenin gelişmişlik düzeyi, enerji açısından iki temel göstergeyle izlenebilir. Bunlardan biri kişi başına enerji tüketimidir, diğeri ise enerji yoğunluğudur. Kişi başına enerji tüketiminin yüksek olması, hem ülkedeki ekonomik faaliyetlerin canlılığını, hem de (ulaşım araçlarının çokluğundan elektrikli aletlerin yaygınlığına ve yüksek konforlu barınma imkânlarına kadar geniş bir alanda) refah düzeyinin yüksekliğini gösterir. Enerji yoğunluğunun düşüklüğü ise, aynı miktar enerjiyle daha çok katma değer üretilmesini simgeler. Bu durumda bir ülkede enerji açısından gelişmişliğin ideal şartı, kişi başı enerji tüketiminin yüksek ve enerji yoğunluğunun düşük olmasıdır.

Türkiye'nin kişi başına enerji tüketimlerinin sadece Afrika ve Asya ülkeleri ile nüfusu 1,3 milyara yaklaşan Çin'den yüksek olması, bir gelişmemişlik göstergesi olarak ortaya çıkmaktadır. Nitekim dünyanın gelişmiş çeşitli ülkelerinin kişi başına enerji tüketimleri incelendiğinde, Türkiye'nin bu ülkelerin çok gerisinde bir enerji tüketimine sahip olduğu görülmektedir. 2001 yılında Türkiye'de kişi başına enerji tüketimi 1.056 KEP (kilogram petrol eşdeğeri) olurken, bu değer ABD'de 7.979

KEP, Kanada'da 7.985 KEP, Almanya'da 4.264 KEP, Fransa'da 4.360 KEP ve Japonya'da 4.093 KEP olarak gerçekleşmiştir [5].

Türkiye'nin enerji yoğunluğunun yüksek olduğu, hem binalardaki ve hem de sanayideki enerji kullanım oranlarından görülebilmektedir. Pilot olarak seçilen binalarda yapılan ölçümler ısı kayıplarının büyüklüğünü ortaya koyarken, çeşitli sanayi alt dallarında yapılan etütler de enerjinin verimsiz kullanımını gözler önüne sermektedir.

Türkiye'deki binalarda 200-250 kWh/m² olan ısı kaybı, benzer iklim şartlarındaki Almanya için 75-100 kWh/m²'dir. Entegre demir-çelik tesislerimizin enerji yoğunluğu 26-28 GJ/ton ham çelik iken, bu değer Japonya'da 18 GJ/ton ham çeliktir. Yine seramik fabrikalarımızda toplam enerji tüketimi 8,5 GJ/ton iken, Avrupa ülkelerinde 6,5-7 GJ/ton civarındadır [5].

Enerji verimliliğinin binalardan sanayiye, elektrik üretim tesislerinden iletim ve dağıtım hatlarına, ulaştırma sektöründen ev aletlerinin kullanım standartlarına kadar pek çok alanda farklı uygulamaları bulunmaktadır. Ülkemizde enerji verimliliğinin geliştirilmesinin başlangıç şartlarından birisi, hangi sektörlerde ne tür yaklaşımlar olduğunun bilinmesidir. İzleyen bölümde enerji verimliliğinin sektörler itibariyle incelemesi yapılacak, hangi alanlarda ne tür verimlilik yöntemlerinin kullanıldığına değinilecektir.

1.4. Enerji Verimliliğini Artırmaya Yönelik Çalışmalar

Enerji verimliliği için pek çok alanda değişik programlar uygulamak, farklı tedbirler geliştirmek mümkündür. Bu bölümde etkisi genel enerji dengesi içinde önemli yere sahip bütün alanlar için, enerji verimliliğine katkısı olan uygulamalardan ve bu uygulamaların sağlayacağı muhtemel faydalardan bahsedilecektir.

1.4.1. Binalarda enerji verimliliği

Dünya genelinde binalarda tüketilen enerji, toplam enerji tüketiminde daima önemli bir yere sahip olagelmiştir.

IEA üyesi ülkelerin toplam nihai enerji tüketimlerinin yaklaşık üçte biri konutlar ve ticari binalarda gerçekleşmektedir. Konutlar ve ticari binalar, petrol talebinde sadece %11'lik bir paya sahiptirler ve ulaştırma ve sanayi sektörlerinden daha az petrol tüketmektedirler. Ne var ki elektrik talebindeki payları IEA genelinde %60, AB genelinde en az %40 civarındadır. Pek çok IEA üyesi ülkedeki konutlarda alan ısıtma nihai enerji kullanımında en yüksek paya sahiptir; benzer şekilde su ısıtma da enerji tüketiminde rol oynayan önemli kalemlerden biridir [6].

Binalarda uygulanacak çeşitli teknikler ve alınacak çeşitli tedbirlerle büyük miktarlarda enerji tasarrufu yapılabileceği, dolayısıyla enerji verimliliğinin iyileştirilebileceği bugüne kadarki uygulamalarda görülmüştür. Binaların proje aşamasında baca ve tesisat borularının dış duvardan korunması, döşemelerden geçen dikey tesisat deliklerinin belirlenmesi, kesintisiz dış kabuk yalıtımı, baca gazlarının soğumasının ve bacaların kurum tutmasının önlenmesine yönelik tasarım, tesisat borularının donmasının önlenmesine yönelik tasarım, enerji tasarrufuna yönelik doğal temiz hava temini, malzeme sevkıyatı amaçlı ısıtma merkezi ve makine dairelerinin tasarımı gibi hususlara önem verilmesi, kazan kapasitelerinin doğru seçimi, ısı geri kazanım ünitelerinin (plakalı, tanburlu veya serpantinli) kullanılması bu alanda ele alınabilecek başlıca tasarruf kalemleridir.

Binalardaki enerji verimliliğinin en önemli ayaklarından biri olan bina dış kabuğunun (duvarlar, çatı, zemin ve çerçeveler) enerji etkinliğinin iyileştirilmesi, yapı elemanlarının ısı geçirme katsayılarının düşürülerek ısıl direncin yükseltilmesi ile ilgili bir konudur.

Gerekli ısı yalıtımına sahip olmayan binalarda ısıtma ve soğutma için tüketilen enerjiyi azaltmak, ısı köprülerini engellemek, yoğuşmayı engellemek, iç konfor şartlarını sağlamak gibi hedeflere ulaşmak için dış kabuğun yeni malzeme ve bileşenlerle yenilenmesi (retrofitting) önem kazanmıştır.

Birçok ülkede konutların yapı kabuğundan kaybettiği ısıyı sınırlandırmak için duvar ve çatılara ait en yüksek ısı geçirme katsayıları standart hale getirilmiştir. Bu alanda sürdürülen en önemli çalışmalardan bir diğeri ise, yüksek verimli köpük yalıtım (foam insulation) yaklaşımıdır.

Isı yalıtımında amaç, kışın bina ısısının dışa kaçışını azaltarak ısıtma enerjisi tüketimini düşürmek ve iç mekânın bütününde dengelenmiş bir sıcaklık ortamının devamını sağlamaktır. Binalarda bunun için kullanılan araçlardan biri de çift cam üniteleridir. Türkiye’de 1970’lerden beri kullanılan bu teknikte, iki cam arasında hapsedilen kuru ve durgun hava sayesinde bina ısısının dışa kaçışı yarı yarıya azaltılabilmektedir.

Isı yalıtımını etkileyen üç ana faktörden biri ara boşluk genişliğidir. Genellikle 6-16 mm. arasında olan bu boşluk ne kadar fazla olursa, yalıtım değeri de o kadar artmaktadır. Diğer bir faktör ise ara boşluk gaz dolgusudur. Yine genellikle gaz dolgusu olarak kuru hava kullanılmaktadır; argon gibi ağır gazların kullanılması da yalıtımı artırmaktadır. Üçüncü faktör ise, camın (kaplamanın) yayınım (emissivity) değeridir. Yayınım, bir cisim üzerinden elektromanyetik enerji transferinin ölçüsüdür. ‘Mutlak siyah’ cisimlerin yayınım değeri 1’dir, yüksek yalıtıma sahip cisimleri yayınım değeri ise 0’a yakındır. Camın yayınım değerinin azaltılması ve dolayısıyla da ısı transferinin yavaşlatılması, cam üzerine yapılan Low-E kaplamalar ile sağlanır [6]. Low-E ısı kontrol kaplamalı çift cam ünitelerinde oda ısısını görünmez bir ayna gibi tekrar içe yansıtarak bina sıcaklığının dışa kaçışını ikinci kez yarıya yakın bir düzeye indirebilmektedir. Bu da tek cama göre yaklaşık 3-4 kat iyileştirme demektir. Oda sıcaklığı çift camlı sistemlerden %70 oranında ışınila, %30 oranında iletimle dışarı kaçmaktadır. Low-E kaplamalar ısı kaçışının bu

%70'lik bölümünü denetleyebildiği için, ısı kontrolünde bu derece etkili olabilmektedirler.

İçeriden dışarıya sıcaklık kaçışının ölçüsü, ısı geçirgenlik katsayısı (U) ile belirlenmekte olup, birimi W/m^2K 'dir. U katsayısı, sıcak içeriden soğuk dışarıya sabit şartlardaki ısı akımını ifade etmektedir. Yüksek U katsayısı ısı yalıtımının kötü olduğu anlamına gelmektedir.

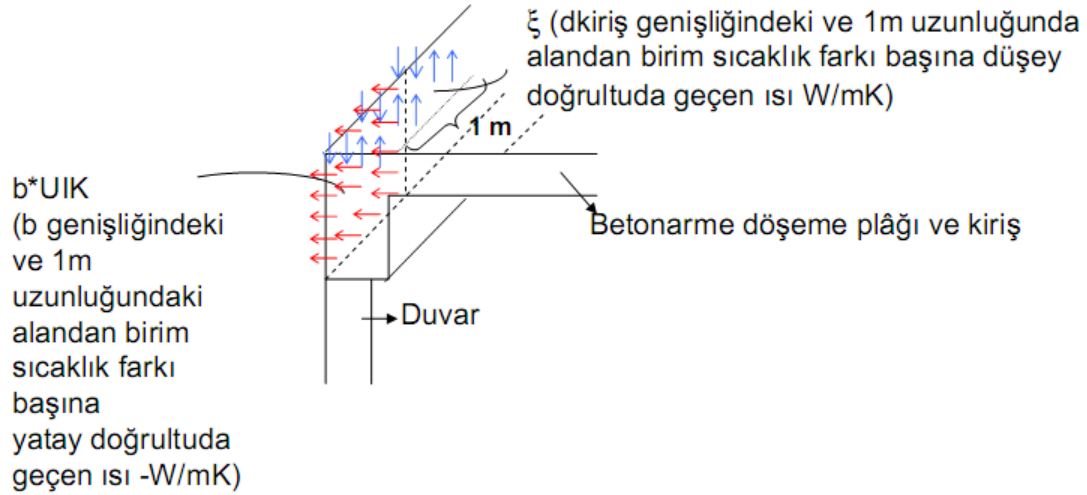
Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği'nde Türkiye'deki bölgelere göre U-pencere değerleri şöyle belirlenmiştir:

1. Isı Bölgesi: U-pencere = 2,8 W/m^2K
2. ve 3. Isı Bölgeleri: U-pencere = 2,6 W/m^2K
4. Isı Bölgesi: U-pencere = 2,4 W/m^2K

Isı yalıtımı, en genel anlamı ile sıcak ortamlarda ısı kaybını, soğuk ortamlarda ısı kazancını önleyen direnç olarak tanımlanabilir. Dünya literatüründe 0,065 W/m^2K 'nin altında olan malzemeler ısı yalıtım malzemesi, ısı iletkenlik katsayısı bu değer üzerinde kalan malzemeler ise yapı malzemesi olarak kabul edilmektedir [7].

Isı köprüleri, binanın ortalama U-değerinden (iletimle ısı kaybından) büyük ölçüde yüksek U-değerlerine (ısı kaybına) sahip sınırlı alanlardaki bölgelerdir. Bu bölgelerde meydana gelen fazladan ısı kayıpları,

- Yakıt tüketiminin artmasına,
- Bölgesel olarak Isı akısının artmasına ve iç yüzey sıcaklıklarının düşmesine,
- Bu bölgelerde terleme veya küf oluşmasına sebep olacaktır ve kullanıcıların sağlıklı ve üretken olmaları için gerekli ısı konfor sağlanamayacaktır.



Şekil 1.3. Isı Köprüleri

Betonarme elemanlar ile duvarların birleşim bölgelerinde, betonarme elemanların ısı iletkenliği ($\lambda=2.1$ W/mK, $\lambda=2.75$ W/m²K), duvarlardan ($\lambda=0.20$ - 0.45 W/mK, $U \approx 0.50$ W/m²K) çok daha yüksek olduğundan betonarme elemanlar iç yüzeyden daha fazla enerjiyi dış yüzeye ileteceklerdir.

Bunun sonunda betonarme eleman-duvar arakesitinde iç yüzeye yakın bölgede duvarın sıcaklığı betonarme elemandan fazladır ve duvardan betonarme elemana doğru ısı iletimi meydana gelir; arakesitin dış yüzeye yakın bölgesinde ise, betonarme elemanın sıcaklığı duvarın sıcaklığından yüksek olacağından betonarme elemandan duvara doğru ısı iletimi gerçekleşir [17].

Dolayısıyla, betonarme eleman ve çok yakın çevresinin dışında tek boyutlu (duvar yüzeylerinin oluşturduğu düzlemlere dik doğrultuda) olan ısı iletimi, betonarme eleman etrafında iki boyutlu hale gelir. Isı köprülerinin bulunduğu bölgede ısı yalıtımının sürekliliği de sağlanamaz ise, iki boyutlu iletimin mertebesi daha da artar. Fazladan ısı kayıplarının meydana gelmesinin yanında düşük iç yüzey sıcaklıklarının meydana gelmesi kaçınılmazdır; terleme ve küf oluşma ihtimali ise yüksektir.

Tablo 1.1. Isı Köprüsü Değerleri

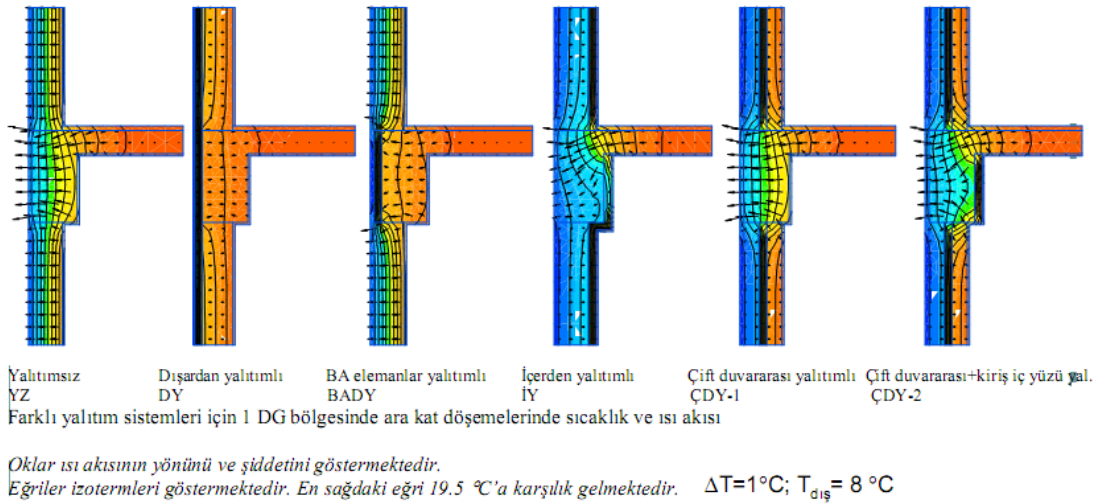
λ_{duvar} W/mK	$\lambda_{\text{ısı köprüsü}}$ W/mK	Yalıtım durumu	U_{duvar} W/m ² K	$U_{\text{ısı köprüsü}}$ W/m ² K
0.19	2.1	Gazbeton/yalıtımsız	0.88	1.97, 2.18, 2.94, 3.16
0.45	2.1	Delikli tuğla/yalıtımsız	1.92	1.88, 2.07, 2.74, 2.94
0.45	2.1	Delikli tuğla/Çift duvar arası yalıtım	0.64	1.84, 2.36, 2.65, 2.79, 2.83, 3.08, 3.27
0.35	2.1	Hafif tuğla/yalıtımsız	1.31	1.88, 2.07, 2.74, 2.94
0.30	2.1	EPS katkılı blok /dışardan yalıtım	0.61	0.88, 0.96
0.30	2.1	EPS katkılı blok /içerden yalıtım	0.89	-

Tablo 1.2. Isı Köprüsü Değerleri

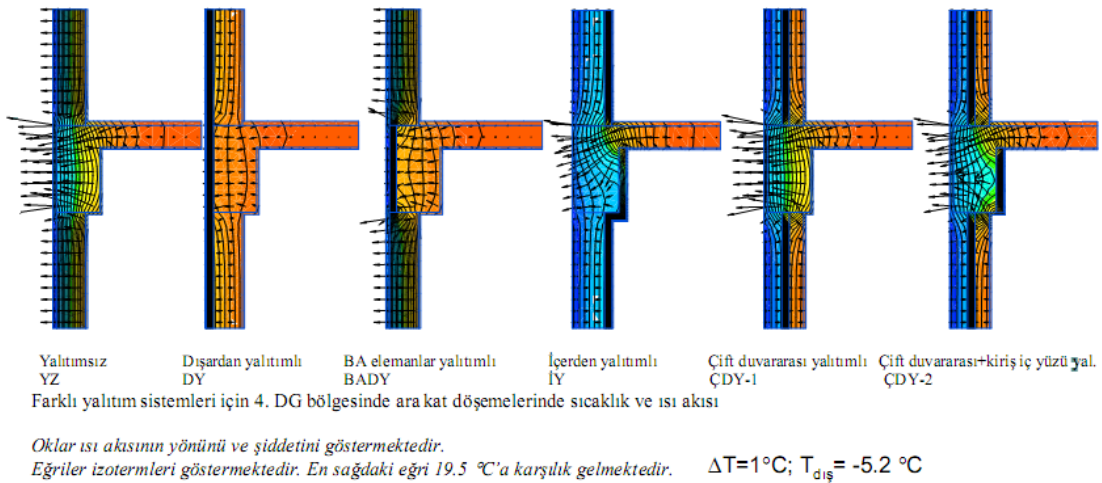
Yalıtım durumu	A_{duvar} m ²	$A_{\text{ısı köprüsü}}$ m ²	A_{toplam} m ²	$A_{\text{ısı köp.}}/A_{\text{top.}}$ %
Gazbeton/yalıtımsız	1284.2	325.6	3026.3	11
Delikli tuğla/yalıtımsız	470.4	396.2	2081.4	19
Delikli tuğla/Çift duvar arası yalıtım	1087.4	365.8	4500.6	8
Hafif tuğla	240.6	183.2	900.5	20
EPS katkılı blok /dışardan yalıtım	65.2	56.3	407.9	14

Yalıtım durumu	Duvar kay.+İK kay./ Toplam kayıp, %	İK kay./ Toplam kayıp, %
Gazbeton/yalıtımsız	50	23
Delikli tuğla/yalıtımsız	52	29
Delikli tuğla/Çift duvar arası yalıtım	32	20
Hafif tuğla	50	33
EPS katkılı blok /dışardan yalıtım	33	12

Isıtma ve serinletme sistemlerini ihtiyaçlara göre ayarlayan ileri kontrol sistemleri ile elektronik cam ve süper ısı yalıtkanlardan oluşan duvar sistemleri de, bugün dünyada üzerinde araştırmaların ve uygulamaların sürdüğü önemli enerji tasarruf kalemleri arasında yer almaktadır. Bütün bunlar kadar önemli olan bir diğer husus ise, binada doğal konforun sağlanmasına yönelik enerji verimli mimari tasarımlardır [20].



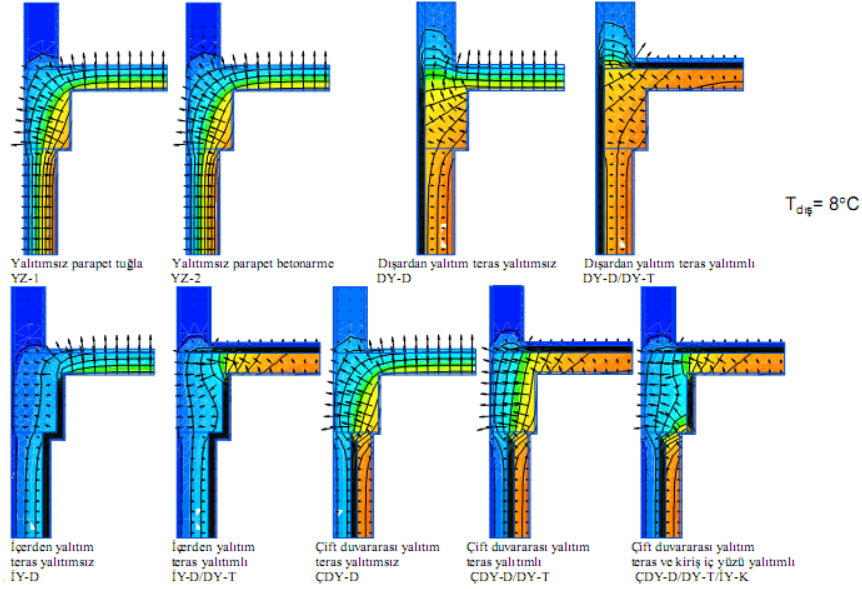
Şekil 1.4. Isı Köprüleri Şeması-1



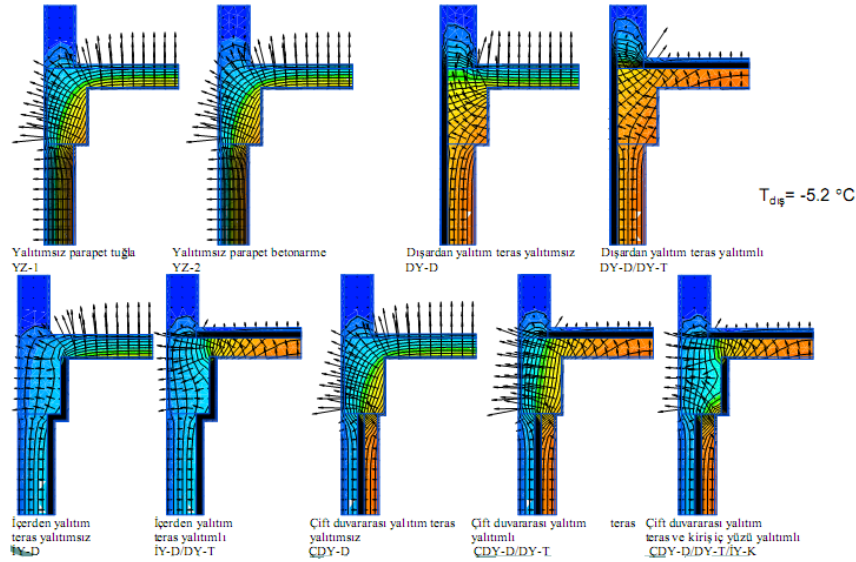
Şekil 1.5. Isı Köprüleri Şeması-2

Yapılarda enerji verimliliği açısından mimari tasarım olanakları arasında cam/duvar oranı, binanın yönlendirilmesi, büyük ve yüksek yapılarda merdiven, asansör ve tesisat kovalarının binanın dış yönlerinde yer alması, pasif tasarımlar ve kullanılan bina dış elemanlarının renk seçimi (örneğin bina dış çatısında açık renk kiremit kullanılması) göz önüne alınmalıdır. Pasif yöntemlerle bölgelere göre ısıtma veya soğutma ihtiyaçlarında önemli düşüşlerin sağlanabildiği bilinmektedir. Hatta dünyada bu yöntem kullanılarak pilot tesis aşamasında '0' enerji ihtiyaçlı binalar

geliştirilmektedir. Pasif yöntemlere sahip binaların tasarlanmasında mimarların bilgili ve ilgili olması binanın daha ilk aşamasında enerji tasarrufu ile doğmasına yol açacaktır [20].



Şekil 1.6. Isı Köprüleri Şeması-3



Şekil 1.7. Isı Köprüleri Şeması-4

Tablo 1.3. Isı Köprüsü Değerleri

ARA KATLAR		TERAS KATLAR	
Yalıtım Durumu	En düşük iç yüzey sic. °C	Yalıtım Durumu	En düşük iç yüzey sic. °C
DY Dışardan yalıtım	19.1	DY-D/DY-T	17.7
BADY Betonarme yalıtımlı	17.6	İY-D/DY-T	16.2
YZ Yalıtımsız	16.3	ÇDY-D/DY-T	15.4
ÇDY-1 Çift duvar arası yal.	16.1	ÇDY-D/DY-T/İY-K	15.1
ÇDY-2 Çift duvar arası ve giriş	15.3	DY-D	14.4
İY İçerden yalıtımlı	13.1	YZ-1, YZ-2, İY-D	13.8-13.7-13.7
		ÇDY-D	13.5

Tablo 1.4. Isı Köprüsü Değerleri

ARA KATLAR		TERAS KATLAR	
Yalıtım Durumu	İç yüzeyde en yüksek ısı akısı, W/m ²	Yalıtım Durumu	İç yüzeyde en yüksek ısı akısı, W/m ²
DY Dışardan yalıtım	6.6	DY-D/DY-T	14.9
BADY Betonarme yalıtımlı	18.2	ÇDY-D/DY-T	33.4
İY İçerden yalıtım	18.9	İY-D/DY-T	36.4
YZ Yalıtımsız	28.8	ÇDY-D/DY-T/İY-K	38.2
ÇDY-1 Çift duvar arası yal.	30.0	DY-D	42.8
ÇDY-2 Çift duvar arası ve giriş	36.9	YZ-1, YZ-2, ÇDY-D	44.4-44.6-45.0
		İY-D	62.5

Mimari tasarımlarda enerji verimliliği açısından dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, dış yüzey alanları ve bunların şeklidir. Çünkü bina dışıyla temas halindeki yüzey ne kadar çok ve büyükse, enerji verimliliği çalışmaları da o kadar zorlaşmaktadır [8].

Tablo 1.5. Isı Köprüsü Değerleri

ARA KATLAR		TERAS KATLAR	
Yalıtım Durumu	Hacimsel ortalama ısı akısı, W/m ²	Yalıtım Durumu	Hacimsel ortalama ısı akısı, W/m ²
DY Dışardan yalıtımlı	6.0	DY-D/DY-T	8.5
İY İçerden yalıtımlı	10.9	İY-D/DY-T	10.5
ÇDY-2 Çift duvar arası ve giriş	12.7	İY-D	12.5
BADY Betonarme yalıtımlı	13.8	ÇDY-D/DY-T/İY-K	12.9
ÇDY-1 Çift duvar arası yal.	15.1	ÇDY-D/DY-T	16.3
YZ Yalıtımsız	21.9	DY-D	17.3
		ÇDY-D	19.3
		YZ-1 ve YZ-2	23.5-23.9

Dış ortamla ilişkide bulunan yüzey alanı, dolayısıyla yüzey sayısı azaldıkça, toplam ısı akımı azalmaktadır. Örneği tek katlı zemine oturan, çatısız (izolasyonsuz) 4 cepheli yapılarda dış ortamla münasebet eden yüzey sayısı 5 iken, bu yapılara çatı ilave edilmesi yüzey sayısını 4'e, bitişik nizam uygulaması ise 3'e, hatta 2'ye indirebilecektir. Dolayısıyla toplam ısı kayıp ve kazancında, yüzey alanının azalmasına paralel olarak ortalama %20 ile %50 oranında azalma meydana gelebilecektir. Benzer şekilde dış yüzey uzunluğunun fazla tutulması, dış yüzey alanını artıracığından, ısı kayıp ve kazançlarının artmasına neden olacaktır. Aynı oturumlu farklı dış uzunluğuna, dolayısıyla dış yüz kenar alanına sahip binalar yapmak mümkündür.

Binaların ısıtma düzeneklerinin gelişmiş sistemlerle donatılması ve mimari tasarımların ısı taşıma tertibatlarındaki kayıpları minimize edecek şekilde yapılması da önem taşımaktadır. Binadaki ısının korunması kadar, bu ısının oluşturulması ve iletilmesi süreçlerinde de daha verimli uygulamalar mümkündür.

Binalarda enerji verimliliğine yönelik elektrik tesisatı ile ilgili genel tedbirler ise şöyle özetlenebilir: Elektrik enerji girişine kompanzasyon tesisatı yapılması,

standartlara uygun malzemelerin kullanılması, akkor flamanlı ampullerden oluşan armatür yerine floresan armatürlü ampullerin tercih edilmesi, uygun nitelikli binalarda hareket sensörlerinin kullanılması, saha aydınlatmalarında gün ışığına ayarlı fotosellerin kullanılması, çok özellik arz eden binalarda enerji tasarrufu sağlanmasına yönelik bilgisayar kontrollü otomasyon sistemlerinin kurulması.

Binalarda enerji verimliliği çalışmalarının bir diğer önemli ayağı da, enerji etiketlemeleridir [8]. Hem mevcut binalar hem de yeni binalar için uygulanabilen etiketleme yöntemi, binaların enerji performanslarını göstermesi ve konut sahiplerini enerji verimliliğine yönelik çalışmalara teşvik etmesi bakımından büyük önem taşımaktadır.

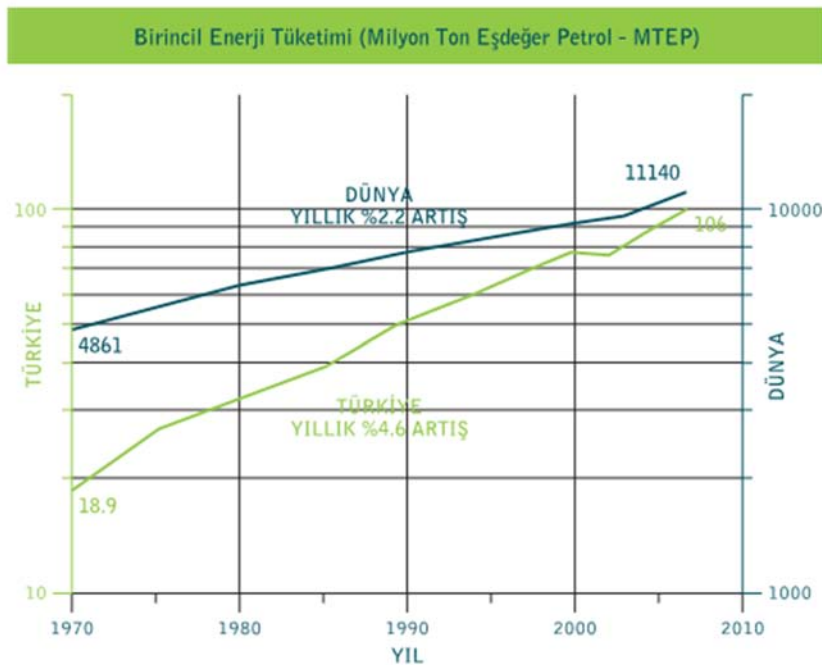
Etiketleme sistemleri oluşturulmasının temel gerekçelerini aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür:

1. Enerji etiketi bir ürünün (binanın) performansı hakkında tüketiciye (binayı alacak ya da kiralayacak kişiye) bilgi sağlar.
2. Ürünün müşterileri (oturan-kullananlar, alıcılar ya da kiracılar) kararlarını rasyonel biçimde verirler; bu bilgiyi işletme giderleri ve ürünün kalitesi ile birlikte karar alma sürecinde kullanırlar.

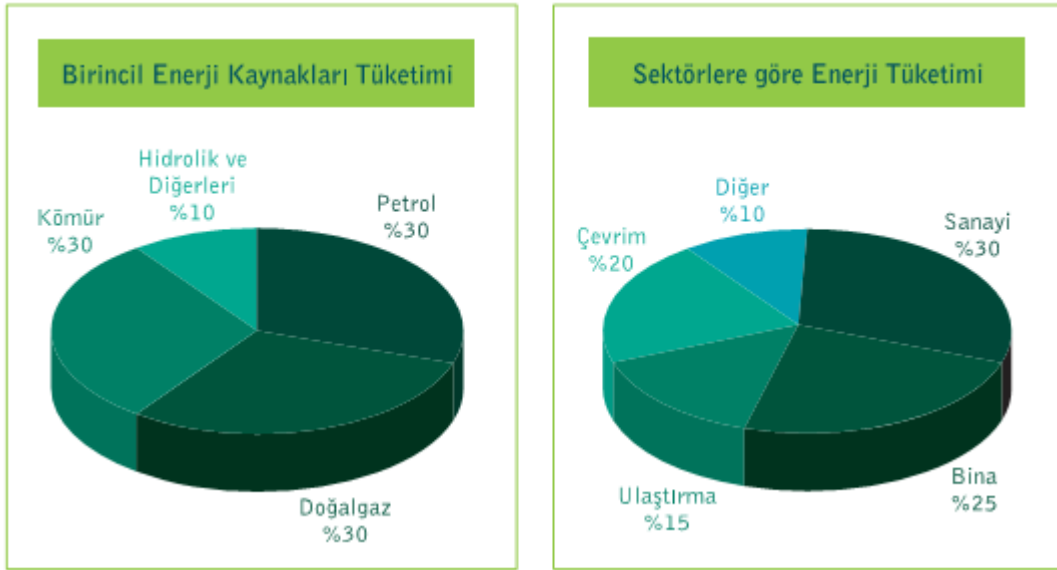
1.5. Türkiye’de Enerji Tüketimi

Türkiye hızla gelişmekte olan bir ülkedir. Gelişmesini sürdürebilmesi için enerjiye gereksinimi vardır. Bu nedenle de enerji talebi ve tüketimi hızla artmaktadır. Türkiye’de yıllık enerji tüketimi %4-5, yıllık elektrik tüketimi ise %7-8 oranında artmaktadır. Bu oranlar dünya ortalamasının yaklaşık iki katıdır. Dünya ve Türkiye için birincil enerji tüketiminin 1970-2007 yılları arasındaki değişimi yan sayfadaki şekilde verilmektedir [6].

Ülkelerin tükettikleri enerji miktarları; genel enerji tüketimi, birincil (ticari) enerji tüketimi veya nihai enerji tüketimi olarak verilmektedir. Odun ve hayvan artıklarını da içerecek şekilde tüm enerji kaynakları dikkate alınarak verilen enerji tüketimi genel enerji tüketimi olarak adlandırılır. Odun ve hayvan artıkları dışında kalan ve ticari olarak ölçülebilen tüm enerji tüketimi ise birincil enerji tüketimidir. Bilindiği gibi hidrolik kaynaklar, rüzgâr, jeotermal ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretildiği gibi doğalgaz, petrol, kömür ve uranyum gibi kaynaklardan da elektrik üretilmektedir. Elektriğin doğalgaz, petrol ve kömürden elde edilmesi durumunda, elektrik santrallerinin çalışma ilkeleri gereği söz konusu doğalgaz, petrol ve kömür enerjisinin tamamı elektrik enerjisine dönüştürülemez. Aradaki fark çevrim kayıpları olarak isimlendirilir [4]. Ayrıca petrolün rafinerilerde petrol ürünlerine dönüştürülmesi işlemi sırasında da bir çevrim kaybı söz konusudur. İşte tüm bu kayıplardan sonra son tüketiciye verilen doğal gaz, petrol ürünleri, kömür, elektrik ve diğer enerji kaynaklarının toplamı ise nihai enerji tüketimi olarak tanımlanır. Doğal olarak, nihai enerji tüketimi birincil enerji tüketiminden daha düşüktür ve aradaki farkı çevrim kayıpları belirler.



Şekil 1.8. 1. cil Enerji Tüketimi



Şekil 1.9. 1. cil Enerji Kaynakları Tüketimi

Türkiye’de birincil enerji tüketimi kişi başına yaklaşık 1,5 TEP’tir. Tüketilen enerjinin kaynaklara göre dağılımı yukarıdaki şekilde gösterilmektedir. Tüketimde petrol, doğalgaz ve kömürün her birinin payı yaklaşık eşit ve %30’ar olup, kalan %10 ise hidrolik ve diğer yenilenebilir kaynaklardan sağlanmaktadır [6].

1.5.1. Tüketilen enerjinin sektörel dağılımı

Türkiye’de tüketilen enerjinin dörtte üçü ithal edilmektedir. Ülkemizde her birey için yıllık yaklaşık 500 dolarlık enerji ithalatı yapılmaktadır. Enerji tüketiminin sektörel dağılımına bakıldığında ise sanayi sektörü yaklaşık %30, bina sektörü %25, çevrim (enerji) sektörü %20 ve ulaştırma sektörü %15’lik paylara sahiptir [5].

Türkiye’de üretim-tüketim-ithalat ilişkileri incelendiğinde aşağıda sıralanan değişimler ve gerçekler dikkat çekmektedir:

- 1970-2006 arasında enerji tüketiminde, odunun ve hayvan-bitki artıklarının payı yaklaşık %25 azalırken, doğal gazın payı %0’dan yaklaşık %30’a çıkmıştır.

- Başlıca tüketilen kaynaklar; petrol, kömür, doğalgaz, odun ve hidroliktir.
- Başlıca üretilen kaynaklar; linyit, odun, hidrolik ve petroldür.
- 1970'lerde %25'ler civarında olan ithalat payı günümüzde %70'lere yükselmiştir.
- 2007 yılı enerji ithalatı, Türkiye'nin dış ticaret açığının yaklaşık yarısı kadardır.

Türkiye'nin geleceğe yönelik enerji talep tahminleri incelendiğinde, yıllık genel enerji ve elektrik enerjisi tüketim artışlarını sağlamak için her yıl 4-5 bin MW'lık elektrik santralının devreye alınması gerektiği görülmektedir [6].

1.6. Türkiye'de Enerji Verimliliği ve Yerel Yönetimler

1.6.1. Enerjiyle ilgili genel hedefler:

Türkiye'nin enerji ile ilgili genel hedefleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Enerji güvenliği,
- Enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi,
- Yerli enerji kaynaklarının kullanılması,
- Teknoloji geliştirilmesi,
- Enerjinin verimli kullanılması,
- Gerekli aksiyon planlarının hazırlanması.

Enerji verimliliği alanında hazırlanan ve 2004 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından benimsenen ilk çalışma "Türkiye Enerji Verimliliği Stratejisi"dir.

1.7. Türkiye Enerji Verimliliği Stratejisi

Türkiye Enerji Verimliliği Stratejisi'nin genel hedefi nihai enerji tüketim sektörlerinde enerji verimliliğini iyileştirmektir. Bu stratejide sanayi, bina, ulaşım ve hizmet sektörlerinde enerji verimliliğinin artırılması ve yerli kaynakların optimum kullanımı hedeflenmektedir. Bunun için ilgili kurum ve kuruluşlar ile birlikte planlanan bütünleşik işbirliği mekanizmaları önerilmektedir [6].

Strateji'de belirtilen hedef gruplar, rolleri ve işbirliği mekanizmaları			
Hedef Gruplar	Hedef Grupların Potansiyel Roller	Aracılar	Temel Etkinlikler
<ul style="list-style-type: none"> - Hükümet - Yerel Yönetimler - Binalar - Sanayi - Ulaştırma 	<ul style="list-style-type: none"> - Politika belirleme - Üretim - Tüketim - Hizmet sağlama Finans Teknoloji Donanım Danışman Eğitim 	<ul style="list-style-type: none"> - Üniversiteler - Okullar - Sivil Toplum Kuruluşları - Ticari ve Sınai Birlikler - Meslek Odaları - Sanayi ve Ticaret Odaları - Sanayi - Finans Kurumları 	<ul style="list-style-type: none"> - Politika belirleme - Mevzuat çalışmaları - Kapasite oluşturma - Eğitim - Danışmanlık - Teknik destek - Mali destek - Örnek uygulama

Şekil 1.10. Strateji'de belirtilen hedef grup mekanizmaları

Yerel Yönetimlerde Enerji Verimliliği Fırsatlar, hedefler, etkinlikler				
Yerel Yönetimlerin mevcut durumunun sürekli ve verimli bir enerji yönetimi sisteminin geliştirilmesine uygun olması				Fırsat
Enerji yönetimi için kapasite sağlamak	Enerji verimliliği ile ilgili aksiyon planları geliştirmek	Enerji verimliliği etkinliklerinin yaygınlaştırılması için uygun koşulları sağlamak	Enerji verimliliği projelerinin uygulanmasını sağlamak	Hedef
Enerji yönetimi birimlerinin oluşturulmasını desteklemek	Uygun bir yönetim yapısı oluşturmak	Yasal, kurumsal altyapıyı oluşturmak	Projeler için uygun finansman sistemleri oluşturmak	Etkinlik
Enerji yöneticisi ve hizmet içi eğitimleri yapmak	Sürekliliği sağlayacak stratejiler belirlemek	Sanayi, bina ve ulaşım sektörlerine yönelik uygulamaları geliştirmek ve desteklemek	Kendi bünyelerinde örnek projeler gerçekleştirmek	
Yerel enerji verimliliği merkezlerini oluşturmak	Mali yükü fazla olan uygulamalar için finans kaynakları sağlamak	Özel sektör ile işbirliği yapmak	Örnek projelerde belirlenen finansman sistemlerini kullanmak	

Şekil 1.11. Yerel Yönetimlerde Enerji Verimliliği

Yerel Yönetimlerde Enerji Verimliliği Fırsatlar, hedefler, etkinlikler				
Yerel Yönetimlerin mevcut durumunun sürekli ve verimli bir enerji yönetimi sisteminin geliştirilmesine uygun olması				Fırsat
Enerji yönetimi için kapasite sağlamak	Enerji verimliliği ile ilgili aksiyon planları geliştirmek	Enerji verimliliği etkinliklerinin yaygınlaştırılması için uygun koşulları sağlamak	Enerji verimliliği projelerinin uygulanmasını sağlamak	Hedef
Enerji yönetimi birimlerinin oluşturulmasını desteklemek	Uygun bir yönetim yapısı oluşturmak	Yasal, kurumsal altyapıyı oluşturmak	Projeler için uygun finansman sistemleri oluşturmak	Etkinlik
Enerji yöneticisi ve hizmet içi eğitimleri yapmak	Sürekliliği sağlayacak stratejiler belirlemek	Sanayi, bina ve ulaştırma sektörlerine yönelik uygulamaları geliştirmek ve desteklemek	Kendi bünyelerinde örnek projeler gerçekleştirmek	
Yerel enerji verimliliği merkezlerini oluşturmak	Mali yükü fazla olan uygulamalar için finans kaynakları sağlamak	Özel sektör ile işbirliği yapmak	Örnek projelerde belirlenen finansman sistemlerini kullanmak	

Şekil 1.12. Yerel Yönetimlerde Enerji Verimliliği

Yerel Yönetimlerde Enerji Verimliliğini Amaçlayan Önlemler		
Amaç	Etkinlik	Etkinlik Türü
Yerel yönetimlerde, enerji verimliliği önlemlerinin geniş bir ölçekte uygulanması için yasal çerçeve oluşturmak	Enerji verimliliği ile ilgili yerel yönetimlere yönelik danışmanlık hizmetleri geliştirmek	Yasama
	Enerji verimliliği çalışmalarının tüm sektörlere yönelik olarak yürütülebilmesi için yerel yönetimleri teşvik edici düzenlemeler yapmak ve gelirlerini yine enerji verimliliği çalışmalarına yönlendirmelerini sağlamak	Yasama
	Yerel yönetimlerde çalışanların teknik altyapısını güçlendirmek	Kapasite oluşturma
	Enerji verimliliği çalışmalarının yaygınlaştırılması için farklı finansman mekanizmaları oluşturmak amaçlı düzenlemeler yapmak	Yasama Finansman
	Mevcut bina ve inşaat standartlarının uygulanmasında ve kontrol edilmesinde yerel yönetimlerin görev ve sorumluluklarını belirlemek	Politika oluşturma
Yerel yönetimlerde enerji verimliliği yönetimini uygulamak	Tüm yerel yönetimlerde Enerji Verimliliği Yönetim Birimi oluşturmak	Kapasite oluşturma
	Enerji Verimliliği Yönetim Birimleri'ne teknik destek sağlamak	Kapasite oluşturma
	Yerel yönetimlere yönelik enerji yöneticisi eğitimi yapmak	Kapasite oluşturma
Yerel yönetimlerin enerji verimliliği yönetimi çalışmalarını desteklemek için ilgili bakanlıklar arasında işbirliği sağlamak	İlgili bakanlıkların katılımı ile çalışma grupları oluşturmak ve enerji verimliliği proje önerileri geliştirmek	Koordinasyon
	Projelerin uygulanması için tüm ilgili yerel kuruluşların yerel yönetimlerle işbirliği yapmalarını sağlamak	Koordinasyon
	Kamu binalarında enerji tasarruf potansiyellerini değerlendirmek için finansman mekanizmaları geliştirmek	Finansman
	Kamu binalarında enerji yönetim bilincini oluşturmak	Politika oluşturma

Şekil 1.13. Yerel Yönetimlerde Enerji Verimliliğini Amaçlayan Hedefler

Yerel Yönetimlerde Enerji Verimliliği Engeller, sorunlar, nedenler			
Yerel Yönetimlerdeki Kapasite ve Finansman Yetersizliği			Engel
Yerel yönetimlerin mevcut koşulların enerji yönetimini desteklememesi	Yerel yönetimlerin hizmetlerini gerçekleştirmeleri için gerekli maliyetlerin artması	Enerji verimliliğini destekleyici altyapının yetersiz olması	Sorun
Kamu binalarının mülkiyet yapısı	Enerji verimliliği yönetimi olanaklarının eksikliği	Enerji ile ilgili hizmetlerin sağlanmasında uygun rekabet koşullarının olmaması	Neden
Enerji yönetim birimi yoksunluğu ve işbirliği eksikliği	Enerji verimliliği yatırımları için bütçe eksikliği	Enerji verimliliğini hedefleyen plan ve programların bulunmaması	
Mali kapasite yetersizliği	Enerji verimliliği ile ilgili bilinç eksikliği	Yetersiz kurumsal kapasite	

Şekil 1.14. Yerel Yönetimlerde Enerji Verimliliği Engeller, sorunlar, nedenler

Strateji'nin ardından süregelen hazırlık çalışmaları ile enerji verimliliği alanındaki en önemli yasal düzenleme olan "Enerji Verimliliği Kanunu" 2 Mayıs 2007 tarihinde 26510 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir [5].

1.7.1. Enerji verimliliği kanunu

Kanun'un amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır. Kapsamı ise; enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında, endüstriyel işletmelerde, binalarda, elektrik enerjisi üretim tesislerinde, iletim ve dağıtım şebekelerinde ve ulaşımda enerji verimliliğinin artırılması ve desteklenmesi, toplum genelinde enerji bilincinin geliştirilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması olarak çok geniş bir çerçevede tanımlanmıştır. Bu uygulamaların işlerliğinin sağlanabilmesi için, Kanun'un öngördüğü yeni yürütme sistemi de yanda gösterilmektedir. Kanun'da belirtilen yeni yönetim düzeninin en üstünde Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu yer almaktadır. Bu kurul, bütün yetkilendirmeleri denetler. Aynı zamanda ulusal düzeyde enerji verimliliği stratejileri ile plan ve programlarını

hazırlama, değerlendirme, gerektiğinde değişiklikler yapma, yeni önlemler alma ve uygulama görevlerini üstlenmektedir. Yerel yönetimler de Belediyeler Birliği ile bu kurulda temsil edilmektedir. Ayrıca, söz konusu yapılanma ile Elektrik İşleri Etüt İdaresi'nde (EİE) olan enerji yöneticisi eğitimi yapma yetkisi hem üniversitelere hem de meslek odalarına verilerek yaygınlaştırılmaktadır. EİE ve/veya eğitim yetkisi almış üniversiteler ve meslek odaları tarafından, sanayi ve bina sektörlerinde enerji verimliliği etütleri yapabilme, eğitim, danışmanlık ve uygulama yetkileri Enerji Verimliliği Danışmanlık (EVD) şirketlerine verilecektir [5]. Bu şirketlerde istihdam yaratılacaktır. EVD'ler ayrıca enerji verimliliği uygulamaları için bir finansman kaynağı olarak da düşünülmüşlerdir. Yine Kanun kapsamında, özellikle sanayi, bina ve ulaştırma sektörleri için öngörülen başlıca enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik zorunlu uygulamalar da sırasıyla aşağıda verilmektedir [5]:

a) Sanayi için;

1. Yıllık enerji tüketimleri 1000 TEP ve üzeri olanlarda enerji yöneticisi bulundurulması,
2. Enerji verimliliği etütlerinin yapılması,
3. Enerji yoğunluğu değerinin düşürülmesi.

b) Binalar için;

1. Toplam inşaat alanı 20.000 m² ve üzeri ya da yıllık enerji tüketimleri 500 TEP ve üzeri olanlarda enerji yöneticisi bulundurulması,
2. Enerji verimliliği etütlerinin yapılması,
3. Verimli ısıtma, havalandırma, soğutma ve aydınlatma sistemlerinin kullanılması,

4. Enerji performans standartlarının hazırlanması ve bina enerji performanslarının belirlenmesi,

5. Enerji kimlik belgesinin hazırlanması.

c) Ulaşım için;

1. Üretilen araçların yakıt tüketimlerinin azaltılması,

2. Enerji verimlilik standartlarının geliştirilmesi,

3. Toplu taşımacılığın yaygınlaştırılması,

4. Gelişmiş trafik sinyalizasyon sistemlerinin kullanılması.

Bu uygulamaların desteklenmesi için Kanun'da yer alan başlıca destek mekanizmaları:

- Enerji Verimliliği Uygulama Projeleri,
- Geri ödeme süresi en fazla 5 yıl ve bedelleri 500.000 YTL olanların %20 oranında desteklenmesi,
- Enerji Yoğunluğunun Azaltılması için Gönüllü Anlaşmalar,
- 3 yıllık dönem için en az %10 azaltım sağlanması
- TÜBİTAK projeleri,
- Küçük ve orta ölçekli işletmelere yönelik KOSGEB destekleri.

Enerji Verimliliği Kanunu temelinde, 15 Şubat 2008 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlanan Başbakanlık Genelgesi ile 2008 yılı "Enerji Verimliliği Yılı" ilan edilmiştir. Ayrıca, elektrik enerjisi öncelikli olmak üzere, enerjinin her noktada verimli kullanılması ve israfının önlenmesi amacıyla, kamu, özel sektör ve sivil

toplum kuruluşlarının katılımıyla “ULUSAL ENERJİ VERİMLİLİĞİ HAREKETİ” başlatılmıştır. Bu kapsamda yerel yönetimlerin yerine getirmekle yükümlü olduğu başlıca sorumluluklar aşağıda listelenmektedir [6]:

- Enerji Verimliliği ile ilgili hizmet içi eğitim seminerlerinin düzenlenmesi,
- Herkesin görebileceği yemekhane, konferans salonu, geçiş bölgeleri vb. yerlere; enerjinin verimli kullanılmasına yönelik afişlerin asılması,
- Büyükşehir belediyelerinin, her yıl Ocak ayının ikinci haftasında düzenlenmekte olan “Enerji Verimliliği Haftası” etkinlikleri ile eşzamanlı konferans, sergi, fuar ve yarışma gibi bilinçlendirme etkinlikleri düzenlemeleri,
- Belediye toplu taşıma araçlarına ve bayramlarda ilan panolarına “Enerji Verimliliği (EN-VER)” afişlerinin asılması,
- Kamu kurum ve kuruluşlarının sahip olduğu binalarda, geniş kapsamlı enerji etütlerinin gerçekleştirilmesi,
- Bu uygulamalardan sorumlu bir enerji yöneticisi görevlendirilmesi,
- Enerji tüketimine ve verimlilik artırıcı uygulamalara ilişkin bilgilerin her yıl Mart ayı sonuna kadar EİE 'ye gönderilmesi.

1.8. Binalarda Enerji Verimliliği Uygulamaları

Tüm dünyada, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, nüfusla orantılı olarak enerji tüketimi gün geçtikçe artmaktadır. Nihai enerji tüketimleri içinde bina sektörünün payı sürekli artış eğilimindedir. Binalarda enerji verimliliği tanımından, konfor koşullarından ödün vermeden enerji tasarrufu sağlanması ve enerji tüketim maliyetlerinin azaltılması anlaşılmaktadır.

Binalarda konfor koşullarını sağlayan ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma gibi sistemler toplam enerji tüketimi içinde önemli paya sahiptirler. Binaların ve bina enerji sistemlerinin enerji verimliliği açısından incelenmesi bina enerji etütleri ile

mümkün olmaktadır. Enerji etütleri sonucunda hiç maliyet gerektirmeyen enerji tasarruf önlemleri alınabilirken, ilk yatırım maliyeti yüksek enerji verimli teknolojilerin kullanılma olanakları da belirlenebilmektedir [8].

1.8.1. Bina enerji etütleri

Günümüzde binaların enerji verimliliğini arttırmak amaçlı enerji etütleri, Enerji Verimliliği Danışmanlık (EVD) şirketleri tarafından yapılabilmektedir. Enerji etüdü kısa bir turdan oluşan yerinde inceleme ile olabileceği gibi, uzun süreli ve ayrıntılı ölçümler yapılarak da gerçekleştirilebilir. Enerji etütleri; veri analizi, yerinde inceleme, enerji tüketim karakteristiğinin belirlenmesi ve enerji tasarruf olanaklarının değerlendirilmesi olarak dört aşamadan oluşur.

a) Aşama - Veri Analizi:

Bu aşamanın amacı binadaki enerji sistemlerinin karakteristiklerini değerlendirmek ve enerji kullanım modelini oluşturmaktır. Bina karakteristiği, mimari, elektrik, mekanik projelerden ve/veya bina yöneticilerinden elde edilir. Enerji kullanımı ise binanın geçmiş yıllarda ödemiş olduğu enerji faturalarından izlenir. Geçmiş dönemlere ait faturalar incelenerek, binanın enerji kullanımında mevsim ve iklim koşullarının etkisi araştırılır. Aşağıda özetle bu aşamada yapılması gerekenler verilmiştir:

- En az üç yıllık enerji verileri alınmalı,
- Binada kullanılan enerji tipleri belirlenmeli,
- İklim koşullarının yakıt tüketimine etkileri analiz edilmeli,
- Bina tipine ve boyutuna bağlı olarak kuruluşun enerji kullanımı incelenmelidir.

b) Aşama – Yerinde İnceleme:

Bu aşamada, potansiyel enerji tasarrufu sağlayacak önlemler tanımlanır. Eldeki veriler ile binada daha ayrıntılı etüt çalışmalarının yapılmasının gerekli olup olmadığı belirlenir. Ön etüt çalışmasında yapılması gerekenler şunlardır:

- Mevcut işletim ve bakım yöntemi belirlenmelidir.
- Mevcut durumda enerji tüketimi fazla olan cihazlar belirlenmelidir.
- Cihazların yaklaşık kullanım süreleri not edilmelidir.

c) Aşama – Enerji Tüketim Karakteristiğinin Belirlenmesi:

Bu aşamanın amacı binanın mevcut çalışma koşullarını ve enerji kullanımını tanımlayan bir temel uygulama modeli oluşturmaktır. Bu model enerji tasarrufunu tahmin etmede referans olarak kullanılacaktır. Bu aşamada yapılması gerekenler:

- Mimari, mekanik, elektrik ve kontrol projeleri elde edilmelidir.
- Binada kullanılan cihazlar verimlilik, performans ve güvenilirlik açısından incelenmeli, test edilmeli ve değerlendirilmelidir.
- Cihazların çalışma programları elde edilmelidir.
- Ölçülen ve/veya binadan alınan veriler kullanılarak binanın enerji tüketim karakteristiği belirlenmelidir.

d) Aşama – Enerji Tasarruf Olasılıklarının Değerlendirilmesi:

Enerji tasarruf olasılıklarının ekonomik analiz yöntemleri ile maliyet etkinliğinin belirlenmesidir. Bu aşamada yapılması gerekenler de aşağıda sıralanmıştır:

- Enerji tasarruf olasılıkları ayrıntılı bir şekilde listelenir.
- Bu olasılıkları uygulamak için gerekli olan yatırım maliyetleri belirlenir.
- Uygun ekonomik analiz yöntemleri ile geri ödeme süreleri hesaplanır.

Konut ve Ticari Binalarda Enerji Etütleri		
Aşama	Isıtma ve Soğutma Sistemleri	Elektrik Sistemleri
Veri Analizi	<ul style="list-style-type: none"> - Enerji tüketim profili - Birim alan için enerji tüketimi - Isıl enerji tüketiminin dağılımı - İklim koşullarının etkisi - Kullanılan yakıt çeşitleri - Yakıt maliyeti 	<ul style="list-style-type: none"> - Elektrik tüketim profili - Birim alan için elektrik tüketimi - Elektrik tüketiminin dağılımı - İklim koşullarının etkisi - Elektrik maliyeti
Yerinde İnceleme	<ul style="list-style-type: none"> - Bina yapı elemanlarının özellikleri - Isıtma, soğutma, havalandırma sistemlerinin tipi - Sıcak su / buhar kullanımı 	<ul style="list-style-type: none"> - Isıtma, soğutma, havalandırma sistemlerinin tipi - Aydınlatma tipi ve yoğunluğu - Elektrikli cihazların tipi ve sayısı - Isıtma, soğutma, havalandırma için elektrik tüketimi - Aydınlatma için elektrik tüketimi - Elektrikli cihazlar için elektrik tüketimi
Enerji Tüketim Karakteristiğinin Belirlenmesi	<ul style="list-style-type: none"> - Mimari, mekanik ve kontrol projelerinin incelenmesi - Bina enerji tüketimi ile ilgili veri toplanması - Binanın enerji tüketim karakteristiğinin belirlenmesi 	<ul style="list-style-type: none"> - Mimari, elektrik, mekanik ve kontrol projelerinin incelenmesi - Bina elektrik tüketimi ile ilgili veri toplanması - Elektrik tüketim karakteristiğinin belirlenmesi
Enerji Tasarruf Olasılıklarının Değerlendirilmesi	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemlerin set değerlerinin optimizasyonu - Atık ısının geri kazanılması - Mevcut ısıtma, soğutma, havalandırma sistemlerinin iyileştirilmesi - Mevcut sistemlerin verimli olan yeni sistemler ile değiştirilmesi - Kojenerasyon (bileşik ısı-güç) sistemi uygulanmasının değerlendirilmesi 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemlerin set değerlerinin optimizasyonu - Güç faktörünün düzeltilmesi - Harmoniklerin azaltılması - Mevcut elektrik sistemlerinin iyileştirilmesi - Mevcut elektrik sistemlerinin verimli olan yeni sistemler ile değiştirilmesi

Şekil 1.15. Konut ve Ticari Binalarda Enerji Etüdü

Bina enerji etütleri için gerekli temel ölçüm cihazlarının listesi aşağıdaki şekilde verilmektedir.

Enerji Etütleri İçin Gerekli Ölçüm Cihazları	
Cihazın Adı	Kullanım Amacı
Şerit Metre	Duvarlar, tavanlar, kapılar ve pencereler ile donanımlar arasındaki uzaklığın ölçülmesi için kullanılır.
Bacagazı Analiz Cihazı	Oksijen, karbonmonoksit, bacagazı sıcaklığı, kükürtoksitler ve baca çekişi gibi parametreleri ölçmek için kullanılır.
Lüksmetre (Işık Ölçer)	Aydınlık düzeyi değerlerinin ölçülmesinde kullanılır.
Ultrasonik Akış Ölçer	İçerisinden temiz akışkan geçen boru hatlarında dışarıdan akışkan miktarının ölçülebilmesi amacıyla kullanılır.
Doppler Tipi Akış Ölçer	İçerisinden kirli akışkan geçen boru hatlarında dışarıdan akışkan miktarının ölçülebilmesi amacıyla kullanılır.
Elektronik Sıcaklık Ölçer	Farklı ortamlarda, değişik tiplerde problemler (ortam, yüzey, daldırma, kazan içi vb.) bağlanarak sıcaklık ölçümlerinde kullanılır.
İnfrared Sıcaklık Ölçer	Ulaşılması zor olan alanların sıcaklıklarını ölçmek amacıyla kullanılır.
Elektronik Bağıl Nem Ölçer	İç ortam ve havalandırma kanallarındaki nemi ölçmek için kullanılır.
Hava Hızı Ölçer	İçerisinden hava ve düşük basınçlı gazların geçtiği ısıtma, soğutma, havalandırma vb. kanallardaki akış miktarını ölçmek amacıyla kullanılır.
Takometre	Binalarda kullanılan motorların devir hızlarını ölçmek için kullanılır.
İletkenlik Ölçer	Çeşitli suların (kazan suyu) iletkenliklerini ölçmek amacıyla kullanılır.
Isıl (Termal) Kamera	Binaların dış cephe ve çatı yalıtımlarının kontrolü ile binalarda hava akımı/kaçışının veya nem kaynaklı sorunlu noktaların belirlenmesi amacıyla kullanılır.
Elektrik Pens Ampermetre	Elektrikli cihazların şebekeden çekmiş olduğu elektrik akım değerinin ölçülmesi için kullanılır.
Voltmetre	Elektrikli bir cihazın çalışma gerilimini belirlemek için kullanılır.
Wattmetre ve Güç Faktörü Ölçer	Güç tüketimini ve her bir motorun veya endüktif cihazın güç faktörünü (cosφ) belirlemek için kullanılır.
Enerji Analizörü	Binadan çekilen anlık akım, gerilim, aktif ve reaktif güçler ile güç faktörü, akım ve gerilim harmonik değerlerini ölçmek için kullanılır.

Şekil 1.16. Enerji Etütleri İçin Gerekli Ölçüm Cihazları

1.8.2. Konfor

Konfor en genel olarak, kişinin etrafıyla bir sorunu olmaması hali olarak tanımlanabilir. Bir odadaki hava, odada bulunan kişilerin kendilerini iyi hissetmelerini ve çalışma kapasitelerini önemli ölçüde etkiler. Havanın belli oranlarında, insanların kendilerini çok daha konforlu hissettikleri gözlemlenmiştir. Bu oran “konfor aralığı” olarak bilinmekte ve oda hava sıcaklığı, çevre yüzeylerin sıcaklığı, havanın nemi ve havanın hızı ile karakterize edilmektedir. Bu parametrelerin dışında; havanın temizliği, gürültü seviyesi, havanın ve giyeceklerin

elektrostatik yükleri, yaş, cinsiyet, alışkanlıklar, çalışma şekli gibi diğer parametrelerin de konfora etkisi bulunmaktadır.

1.8.3. Oda hava sıcaklığı

Normal giyimli ve herhangi bir fiziksel performans göstermeden oturan kişi için en kabul edilebilir oda hava sıcaklığı kışın 20-21 °C, yazın ise (dış sıcaklık ortalama 24 °C varsayılarak) 21-22 °C'dir. Yazın hava sıcaklığının yüksek olması kişilerin daha ince giysiler giymelerini gerekli kılar; vücut yüzey sıcaklığı sabit kaldığından, çevreye aynı miktardaki ısı yayılması esas alındığında, çevre sıcaklığı daha yüksek olabilir. Kışın 20-21 °C'lik oda sıcaklığı, kaba bir ortalamadır ve sadece hareketsiz hava koşulları için geçerlidir. Her hangi bir hava hareketi olduğu zaman, oda sıcaklığı 22 °C'ye ayarlanabilir [8].

1.8.4. Çevre yüzeylerin sıcaklığı

Bir odanın çevre yüzeylerinin (duvarlar, kapılar, pencereler, tavan, zemin) sıcaklıkları genelde insan vücut yüzey sıcaklığından düşük olduğunda, oda konforsuz olarak algılanır. Bu nedenle çevre yüzeylerin ortalama sıcaklıkları ile oda hava sıcaklığı arasındaki fark ± 2 °C'den daha büyük olmamalıdır.

1.8.5. Bağlı hava nemi

Atmosferik hava her zaman su buharı şeklinde belli bir oranda su içerir. Havada bulunan bu su miktarı, havanın kg başına içerdiği su miktarının gram olarak ifade edilmesiyle açıklanır ve mutlak nem olarak adlandırılır. Diğer yandan, belirli bir sıcaklıktaki havanın tutabileceği bir maksimum su miktarı (doymuşluğu) vardır. "Bağlı nem" terimi, havanın belirli bir sıcaklıktaki gerçek nem miktarı ile aynı sıcaklıkta olası maksimum nem miktarı arasındaki ilişkiyi gösterir.

$$\text{Bağıl nem (\%)} = \frac{\text{Gerçek nem miktarı} \times 100}{\text{Doyum noktasındaki nem miktarı}}$$

20-22 °C 'lik sıcaklıklarda kişiler, %35-65 aralığındaki bağıl nem arklılıklarını güçlükle algırlar. Bu değerler izin verilebilir hava nem sınırları olarak sayılabilir. Konfor koşulları açısından, sıcaklık arttıkça üst sınır değeri azalmalıdır. Örneğin 26 °C sıcaklık için nem sınırları %35-55 arasında olmalıdır.

1.8.6. Havanın hızı

Bir odayı kullanan kişinin konfor hissi, havanın hareketinden etkilenmektedir. Burada da yine hava sıcaklığının önemli rolü vardır. Belirli koşullar altında, düşük sıcaklıklarda hafif bir hava hareketi konforsuz olarak tanımlanırken, yüksek oda sıcaklıklarında hava hareketi genelde konforlu bulunmaktadır. Aktif olarak çalışmayan kişiler için hava hızı; sıcaklığın 20-22 °C 'lik sınırlarda olması durumunda, 0.15-0.25 m/s olarak belirtilmektedir. Hava sıcaklığı arttıkça konfor koşullarının sağlanabilmesi için hava hızının da belirli bir oranda artması gerekir. Örneğin 26 °C sıcaklık değeri için önerilen hava hızı 0.4 m/s 'dir.

Konfor koşullarının sürekliliğini en ekonomik ve verimli şekilde sağlamak için; ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma gibi bina enerji sistemlerinin optimum koşullarda işletilmesi gerekir. Binalarda enerji sistemleri aktif ve pasif sistemler olarak iki grupta ele alınabilir. Aktif sistemler; ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma gibi enerjiyi doğrudan kullanan sistemler olarak tanımlanmaktadır. Pencereler, duvarlar, çatı gibi binanın yapı elemanlarından oluşan pasif sistemler ise enerjiyi doğrudan kullanmayan ancak enerji sistemlerinin tükettiği enerji miktarına etki eden sistemlerdir. Hava kaçaklarının önlenmesi ve yalıtım gibi uygulamalarla binaların enerji tüketimine etki eden pasif sistemler iyileştirilir. Bu uygulamalar ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma gibi bina enerji sistemlerinin verimliliğinin artırılması, binalarda enerji tüketiminin azaltılması açısından önem taşımaktadır.

1.9. Bina Yapı Elemanları

Kapılar, pencereler, duvarlar, zemin ve çatı binanın yapı elemanları olup, bina kabuğunu oluşturmaktadırlar. Bina yapı elemanlarından oluşan hava kaçakları ve ısı kayıpları binanın enerji tüketimini doğrudan etkiler. Bu nedenle hava kaçaklarının belirlenmesi ve önlenmesi, pencere ve kapıların iyileştirilmesi veya yenilenmesi ile birlikte bina yalıtımının yapılması enerji kayıplarını azaltarak tasarruf sağlar. Binalarda, enerji kayıplarının azaltılması amacıyla bina yapı elemanlarında karşımıza çıkan öncelikli kontrol noktaları aşağıdadır [15]:

1.9.1. Hava kaçakları kontrol noktaları

- Pencereler
- Cam-çerçeve arası boşluklar
- Pencere-çerçeve arası boşluklar
- Kapılar
- Kapı-çerçeve arası boşluklar
- Duvarlar, tavan ve zemin
- Çatlaklar
- Küflenmiş ve nemlenen bölgeler
- Kesişim noktaları
- Süpürgelikler
- Tesisat boşlukları (elektrik, doğalgaz, su vb.)
- Elektrik priz ve düğmeleri
- Kanalizasyon boşlukları

- Bacalar
- Soba bacası
- Aspiratör bacası
- Şömine bacası
- Çatılar
- Çatıya açılan kapaklar
- Çatıdan çıkan baca ve borular

1.9.2. Pencere ve kapıların iyileştirilmesi

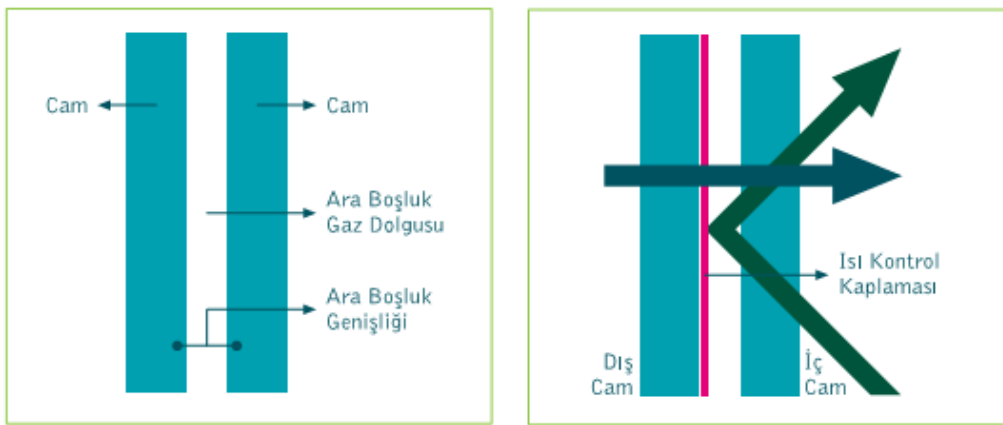
Camın ve ahşap kapıların ısıl iletkenliklerinin yüksek olması, pencere ve kapıların hareketli aksamları ve çerçevelerinin iyi yalıtılmamış olması hava kaçaklarını artırır [15]. Bu nedenle pencere ve kapılar, hava kaçaklarından kaynaklanan enerji kayıplarının fazla olduğu yerlerdir. Hava kaçaklarını engelleyici en basit ve ucuz önlem, hava kaçaklarının olduğu bölgelerin uygun malzemelerle kapatılmasıdır.

Daha fazla tasarruf için pencerelerinizi kullanırken:

- Kış aylarında güney, güney-doğu ve güney-batıya bakan perde veya jaluzilerinizi açık, kuzeye bakanları ise kapalı tutun,
- Yaz aylarında ise pencerelerden güneş ışınlarının doğrudan girmesini perde, jaluzi veya panjur ile engelleyin,
- Yıpranmış pencere ve kapılarınızı hava kaçaklarını en aza indirecek şekilde onarın, eğer onarılamayacak düzeyde ise yenileyin.

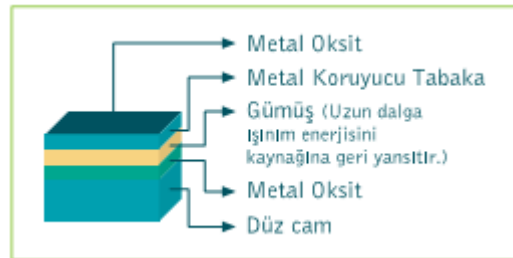
Pencere ve kapılarınızı yenilerken:

- Isıl iletkenliği düşük olan cam tipleri tercih edilmeli,
- Pencere çerçevelerinin ısıl iletkenliği düşük olmalı,
- Tek cam yerine çift cam kullanılmalı,
- Çift cam seçerken, camlar arası boşluğun ısıl iletkenliği düşük gazlar ile doldurulmuş olanları tercih edilmeli,



Şekil 1.17. Camda ısı geçirgenliği

Cam üzerine ince bir metal ve metal oksit tabakanın uygulanması ile daha verimli hale getirilen camlar da tercih edilebilir.



Şekil 1.18. Cam Malzemesi özellikleri

1.10. Isı Yalıtımı

Isı yalıtımı, kışın ısınmak ve yazın serinlemek için harcadığımız enerjiyi azaltmak amacı ile binaların dış cephe duvarları, çatıları, döşemeleri ve tesisatlarından ısı alış-verişini azaltan önlemlerdir. Mevcut binalarımızda çatı, döşeme ve dışa bakan tüm duvarlara ısı geçirmeyen malzeme uygulanmasıyla yapılır. Isı yalıtımı olmayan ya da yetersiz olan mevcut binalarda dış duvarlara uygulanan ısı yalıtımına mantolama denir. Yeni binalarda ise, binanın yapım aşamasında standart ve yönetmeliklere uygun olarak gerek içten gerekse dıştan değişik yöntemler ve malzemeler ile ısı yalıtımı yapılabilir [20].

Yalıtım ile ilgili yönetmelik ve standartlar:

- Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği, 2000
- TS 825 - Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, 1998
- Standardın ve yönetmeliğin uygulanmasının denetimi;
- Bayındırlık ve İskân Bakanlığı
- Milli Eğitim Bakanlığı
- Valilikler
- Belediyeler tarafından yapılmaktadır.

Isı yalıtım malzemelerinde aranması gereken temel özellikler:

- Isıl iletkenlik katsayısı (W/mK),
- Isıl direnç (m^2K/W),
- Yoğunluk (kg/m^3),
- Yangın sınıfı (TS EN 13501-1),
- Sıcaklık dayanımı ($^{\circ}C$),
- Mekanik dayanım (kPa) (yük altındaki uygulamalarda),

- Buhar yayılım direnci [12].

Yalıtım yaparken;

- Bina yapınızı, bütçenizi ve iklim koşullarını dikkate alınız.
- Yetkili kuruluşlardan profesyonel destek alınız.
- Binanızda ısı kayıplarını belirlemenin en etkin yolu ısı (termal) kamera kullanmaktır. Destek alacağınız kuruluşu seçerken bu noktayı göz önünde bulundurunuz.
- Isı kaybının çok olduğu noktaların (çatı ve duvarlar) yalıtımı daha dikkatli yapılmalıdır.
- Yalıtım malzemelerinin ıslanması ya da ezilmesi, yalıtım özelliklerinin kaybolmasına neden olur.
- Mevcut binalarda yalıtımın yetersiz olması veya hiç olmaması durumunda en iyi çözüm mantolama yapılmasıdır.
- Yeni yapılarda ısı yalıtım standardı TS 825 ve Yalıtım Yönetmeliği'ne uyum zorunludur [24].

BÖLÜM 2. YALITIM

2.1. Yalıtım Nedir?

Yalıtım, kullanıldığı duruma göre dış etkilerden ayırmak veya tecrit etmek anlamında, bina yalıtımı (izolasyonu) ise; "yapıyı kendi bünyesi ile içindeki eşya ve canlılara zarar verici etkilerden korumak için alınan önlemler paketi" olarak tanımlanmaktadır. Oysa bina yalıtımı; "malzeme üretiminden uygulamasına kadar titizlik, hassaslık, çok yönlü detay çalışmasını gerektiren ve birçok bilim dalını ilgilendiren bir sistem bütünüdür" [2].

Bu nedenle, bina yalıtımında, ulusal ekonomi ve çevre ilişkisinin ortaya konulması ve rasyonel çözümlere varılabilmesi için ekonomi, fizik, kimya, makine, inşaat, mimarlık vb bilim dalları bir eşgüdüm içerisinde bulunmalıdır.

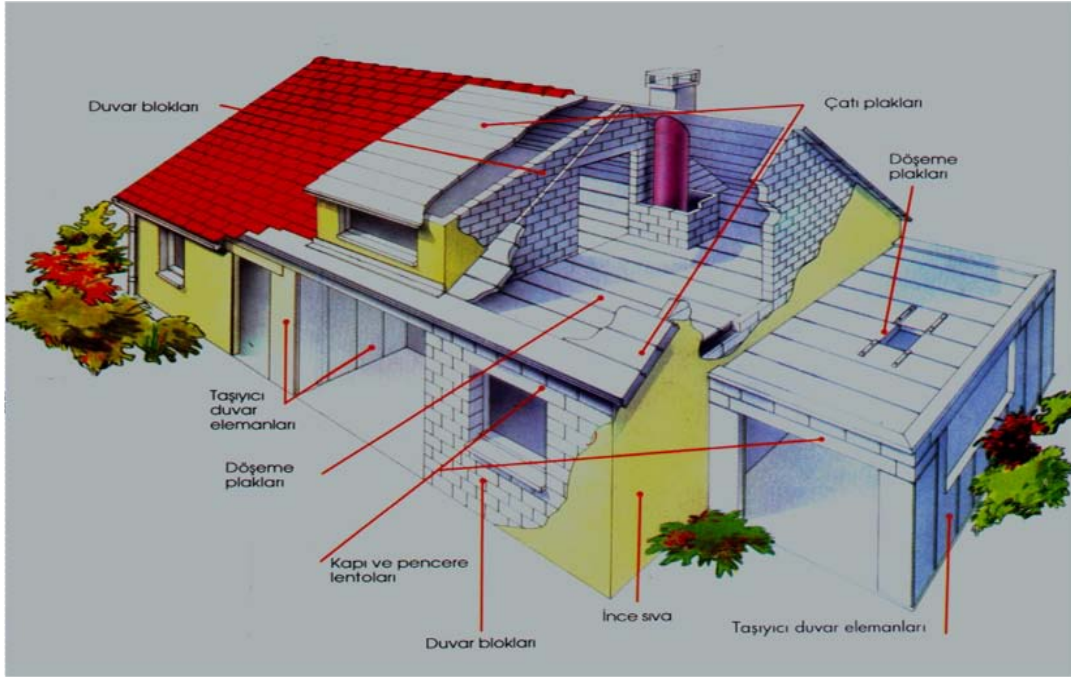
Yalıtım sektörü, inşaat, mimarlık, makine vs meslek gruplarının oluşturduğu yeni ve farklı bir sektör olarak görülebilir. Diğer taraftan, ülkemiz inşaat sektörü ile otomotiv, bilgisayar vb. sektörler karşılaştırıldığında en gecikmeli sektörün inşaat sektörü olduğu kolayca anlaşılır [2]. Bu olumsuzluğa rağmen, modern yalıtım uygulamaları her yeni teknoloji gibi gecikmeli de olsa, ülkemize ulaşmış ve belirli bir süre içinde yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Bazı bina yapımcısı ve yaptırımcılarının halen yalıtım konusunda duyarsız olmaları veya yasal sorumluluklarını yerine getirmemeleri bu iş kolunun aksayan yönünü oluşturmaktadır.

Standartlara uyan, çağdaş teknolojiyi izleyen firmaların ürünlerini, kullanıcıların da bilinçli takip etmeleri, müteahhitlerden, yapıda kullanılan malzemeler hakkında bilgi almaları beklenir. Yapıların mevcut yönetmeliklere uygunluğu ve denetlenmesi gerek ülke, gerekse kullanıcıların menfaatlerine olduğu unutulmamalıdır.

Ülkemizde gerçekleştirilmiş veya gerçekleştirilmekte olan konut binaları ele alındığında bunların büyük bir kısmının konvansiyonel yapım sistemli iskelet taşıyıcı, boşluklu pişmiş kil veya gözenekli beton blok dış duvarlar ile oturtma kiremit çatılardan oluştuğu görülmektedir. Dış kabuğun farklı yalıtım özelliklerinin yetersiz kaldığı ve böylece enerji ve performans kayıplarının ortaya çıktığı, dolayısıyla çevrenin zarar gördüğü tartışılmaz bir gerçektir [21].

Gelişmiş ülkelerin inşaat sektörü, bizim konumuz kapsamına giren yalıtım malzemelerinin kullanımı, artan enerji fiyatları, teminindeki güçlükler, enerji üretirken çevrenin kirlenmesi, konfor gereksinmesi, tüketici ve ülke ekonomisine tasarruf getirmesi nedeniyle ülkemize oranla çok artmıştır. Oysa ülkemizde kişi başına yalıtım malzemesi tüketimimiz çok azdır.

Yalıtım uygulama düzeyi ise, ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile yakından ilgili olup, sadece konut sahibi olabilme gereksinimi, yaşam standardının yükselmesiyle birlikte konforlu bir konut sahibi olabilme yönünde gelişmeye başlamıştır. Yapıda kullanılacak malzemelerin karakteristiklerinin araştırılması, incelenmesi ve analiz bulgularının irdelenmesi, deneysel ve gözlemsel bulgularla sağlanabilmektedir. Kullanım yerlerine göre malzeme karakteristiğini doğrudan etkileyen çevresel faktör ve parametreler;



Şekil 2.1. Yalıtım uygulanacak bölge detayları

- Mekanik deformasyonlar,
- Aşınma,
- Isısal etkenler,
- Su ve nem etkileri,
- Akustik sorunlar,
- Güneş ve
- Atmosfer etkileridir.

Bu etkileşimler, stabil ve/veya dinamik ortam şartları için ayrı ayrı fiziksel, kimyasal ve mekanik değişimler açısından detay olarak incelenmelidir. Bu incelemelerin tamamı, gerek zaman ve gerekse ekonomik açıdan oldukça yüksek bir değer tutacağı kaçınılmazdır. Ancak, günümüzde en uygun bir malzemeyi seçebilmek amacıyla, aşağıda verilen bazı fiziksel faktör ve parametreler bir yapı ve/veya kaplama elemanı olarak belirlenmelidir. Bunlar;

- Isı iletkenliği,
- Isı depolama kapasitesi,

- Havanın (hidroskopi)veya malzemelerden nem alma yeteneği ve eğilimi,
- Malzeme içerisinde nem iletme özelliği (su iletme özelliği, kapiler iletim özelliği),
- Nemli malzemenin kuruma konusunda davranışı (nem desorpsiyonu),
- Ses emme-yutma ve bunu uzun süre koruma yeteneği,
- Nem etkisi altında malzemenin dayanıklılığı,
- Değişken sıcaklık ve nem etkileri altında şekil ve hacim değişikliğine olan eğilim,
- Malzemenin yüksek ve düşük sıcaklıklara dayanım özelliği,
- Sertlik, ısı ve nem etkisi altında değişimiyle ilgili özellikler,
- Kohezyona karşı dayanıklılık,
- Yapısını koruma özelliği,
- Kimyasal maddelere karşı dirençlilik (asitlerden, alkalilerden ve organik çözücülere karşı etkilenmezlik),
- Eskimezlik (bozunma),
- Yüksek dekoratif özellik,
- Hava şartlarına dayanıklılık ve
- Malzemenin yapısal doku durumudur.

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de sürekli artmakta olan enerji maliyetleri özellikle ısı yalıtımını en ekonomik biri kılmıştır. Ülkemiz bazı büyük kent merkezlerindeki binaların yalıtım durumlarına ilişkin istatistiksel veriler ise şöyledir. 1990 yılında 15.543 binada PİAR tarafından yapılan araştırmaya göre, yönetmelik yürürlüğe girdikten sonra inşa edilmiş binaların İstanbul ‘da %53, Ankara ‘da %24, İzmir, Kocaeli ve Bursa ‘da %84 ‘ünde hiç ısı yalıtımı kullanılmamıştır. İsveç ‘in halen yürürlükte bulunan bina dış kabuğundan bir ısıtma mevsiminde sarf edilecek ortalama ısı sarfiyatını ülkemiz yönetmelikleri ile karşılaştırsak, İstanbul ‘da bir binada 2.8, Ankara ‘da 3.6, Erzurum ‘da 6.0 kat daha fazla yakıt sarf edilerek aynı ısınmanın sağlandığını görüyoruz. Kaynakları son derece kıt olan ülkemiz, bir Avrupa ülkesine göre 6 kat daha fazla yakıtı ısınmak amacıyla harcamaktadır. Tüketilen fazla yakıt aynı oranda da ekonomiye ve doğal çevreye zarar vermektedir [18].

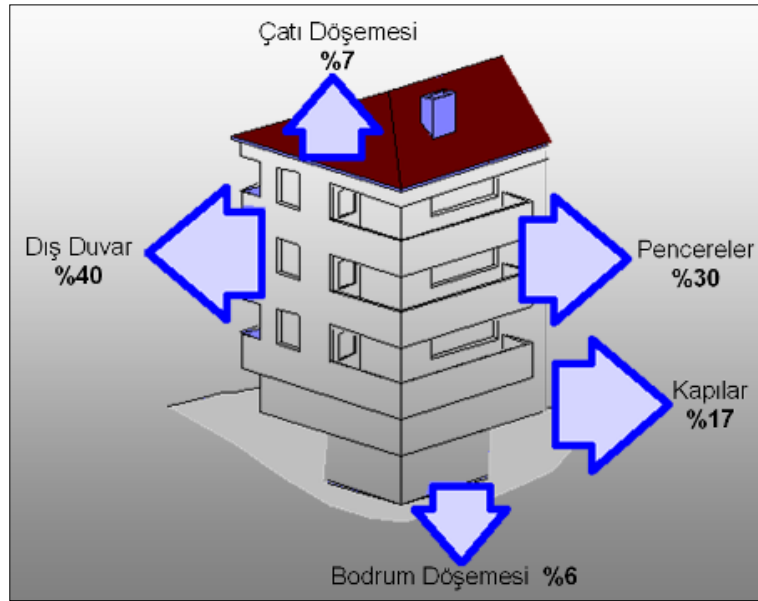
Bu arada, son yıllarda özellikle "yalıtım" çok sık dile getirilen bir konu haline gelmiştir. Önceleri sadece akademik çevrelerce konuşulup tartışılan bu konunun artık toplumumuzun hemen her kesiminde yavaş yavaş da olsa itibar görmesi oldukça sevindiricidir. Yapı kullanıcıları artık ev yaptırırken, satın alırken, kiralarken özellikle ısı yalıtımını sormaya başlamıştır [3]. Her ne kadar bu bilince ulaşmakta oldukça geç kalınmışsa da, yarınlar için bir ışık yakılmıştır.

Sonuç olarak, yalıtım sektöründe karşılaşılan; sektörün gelişmesine engel olan, kalitesiz yalıtım uygulamalarına neden olan ve maliyeti olumsuz yönde etkileyen hususlardan bazıları şunlardır;

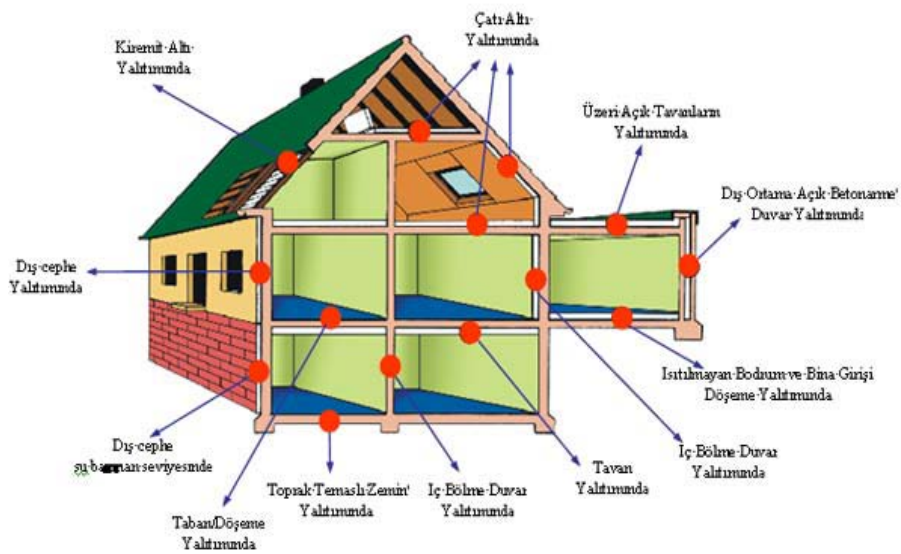
- Tanıtım,
- Teknik ve ara insan gücünün yetiştirilmesi,
- Sistem detayı ve etütleri,
- Yan endüstri alanları,
- Mevzuat geliştirme,
- Performans ve standart belirleme,
- Bilgi iletişimi ve işbirliği,
- Yerli teknoloji üretimi veya transferi,
- Birim fiyat sistemi,
- Teşvik,
- Onaylama sorunu,
- Rekabet,
- İç pazar ve
- Dış pazardır.

2.2. Yalıtımın Genel Özellikleri

Yalıtım, doğanın ve içinde bulunduğumuz mekânların korunmasıdır. Sağlıklı yaşayabilmemiz için yapıların ihtiyacı olan yalıtım, insanca yaşayabilmek için son derece gereklidir.



Şekil 2.2. Yalıtım kaçakları



Şekil 2.3. Yalıtım Bölgeleri

Bir yapının yapı fiziği kurallarına uygun olarak yapılması ek parasal yük gerektirir, buna karşın; yaşam konforu ve yapı ömrü artar, işletme masrafları minimuma iner, çevre korunur ve enerji tasarrufu sağlanır [11].

Ülkemiz hızla gelişirken, ilgili standart ve yönetmelikler ne yazık ki aynı hızda çıkarılamamış veya yenilenememiş, kontrol mekanizmaları çalışmamış; güvenlik, konfor ve tasarruf bilinci olmaksızın projelendirilmiş, inşa edilmiş ve kontrol edilmiş yapılarımız, sağlıksız olmuş ve enerji savurganlığı yaratmıştır. 2000 yılında tamamlanan 4. Bina Sayımında tespit edilen 8.063.646 yapıda bulunan 16.235.830 adet konut ve enerji kullanım oranı, konut sektöründeki enerji verimliliğinin önemini gün geçtikçe artırmaktadır.

Hızla azalan Türkiye enerji talebinin yerli üretimle karşılanma oranının %35 olduğu 2000 yılında, konut sektörü 21 milyon TEP enerji tüketimi ile toplam enerji tüketimi içinde %34 paya sahip olmuştur [11]. Tüketilen enerjinin ise yaklaşık %85'inin ısıtma amaçlı kullanıldığı tahmin edilmektedir.

Her ne kadar doğal gaz ve ithal kömür kullanımının yaygınlaştırılmasıyla partikül ve SO₂ emisyonları azalmış olsa da, şehirlerde hava kirliliğinin en önemli kaynağını bina ısıtması oluşturmuş ve konut sektörü enerji tüketimi 21 milyon ton CO₂ emisyonuna neden olmuştur. Yeni tamamlanan konutların mevcut konut stokunda yaklaşık yıllık %1,5 değişim oranına sahip olması, özellikle mevcut konutları enerji tüketimi ve CO₂ emisyonlarından sorumlu tutmaktadır. Mevcut konutlarda enerji verimliliğinin iyileştirilmesi, konut sektörü toplam enerji tüketiminde etkilidir. Dolayısıyla, ısıtma için tüketilen enerjinin azaltılmasında mevcut konutlar, öncelikle önlemlerin alınması gereken sektördür [23]. Mevcut binaların enerji verimliliğinin artırılmasında etkin ve hızla sonuç alınacak önlemlerden biri de, enerji kullanımını azaltmaktır. Konut ve ticari binalarda en etkin enerji tasarrufu, hazır ve uygulanabilir bir enerji verimlilik teknolojisi olan ısı yalıtımının kullanımıyla sağlanabilir. Yalıtım, enerji kullanımını ve CO₂ emisyonlarını azaltmada, etkin ve hızla başarılabilir bir yöntemdir. Yalıtım ile enerji tasarrufuna yatırım, en ekonomik önlemler arasındadır.

Isı yalıtımı, enerji kullanımını ve CO₂ emisyonunu azaltmasının yanı sıra, doğru yalıtım malzemesi seçimiyle akustik konfor ve yangın güvenliği de sağlamaktadır.

2.2.1. Yalıtımın faydaları

- Isı kayıp ve kazançlarını azaltarak enerji tasarrufu sağlamak,
- CO₂, NOX ve sera gazlarını azaltarak çevreyi korumak,
- Akustik düzenleme, konfor ve gürültü denetimi sağlamak,
- Yapı elemanlarında ve ekipman yüzeyinde yoğuşmayı önlemek veya azaltmak,
- Isıtma, soğutma ve enerji sistemlerinde işletme verimliliğini artırmak,
- Yangın ve korozyon etkilerinden korumak,
- Yapı elemanlarını ve ekipmanları dış etkilerden korumak,
- Personel ve ekipman korunması için yüzey sıcaklığını kontrol altında tutmak,
- Ticari ve sanayi proses sıcaklıklarını korumak.

2.3. Türkiye/Rakamlarla Enerji Tasarrufu

- Konutlarda tüketilen enerjinin yaklaşık %85'i ısıtma amaçlı tüketilmektedir,
- DİE verilerine göre (2001) Türkiye, tükettiği toplam enerjinin %65'ini ithal etmektedir [8].
- Toplam enerji tüketiminin %30'u binaların ısıtılmasında kullanılmaktadır.
- Binalarda ısı yalıtımı yapılsaydı, ortalama %50 tasarruf varsayımı ile yılda yaklaşık 2-2,5 milyar dolar enerji tasarrufu sağlanabilirdi. Tablo 2.1 'de bu duruma ilişkin tespit yapılmıştır.

Tablo 2.1. 10 Daireli Bir Binada Yalıtım ile Sağlanan Yakıt Tasarrufu

10 DAİRELİ BİR BİNADA* YALITIM İLE SAĞLANAN YAKIT TASARRUFU		
	Isı Yatımsız Hal	Isı Yalıtımlı Hal
Doğalgaz Tüketimi (milyar TL/yıl)	36,811	14,522 5,6
	14,2	
Havayı Kirleten Gazlar(m3/yıl)	406,762	160,462
Sağlanan Tasarruf (%)		61

*2. derece gün bölgesi

2.4. Yalıtım Çeşitleri;

- Isı Yalıtımı
- Su yalıtımı
- Ses Yalıtımı
- Tesisat Yalıtımı
- Yangın Yalıtımı

BÖLÜM 3. ISI YALITIMI

3.1. Isı Yalıtımı Nedir?

Isı yalıtımı; iç hacimlerden, dış hava ve değişik sıcaklıktaki hacimler arasında ısı akışını azaltıcı, ödemelerin tümü olarak tanımlanabilir. Isı yalıtım malzemeleri ise yaşadığımız hacimlerde ısı akışını azaltmak amacıyla, düşük kalınlıklarda daha fazla yalıtım yapabilmemizi sağlamak ihtiyacı nedeni ile üretilmiş ürünlerdir. Şekil 3.1 ve 3.2 'de yalıtım nedir sorusuna cevap niteliğinde resim mevcuttur.

Sağlıklı yaşam koşullarının yaratılması, yakıt tüketimlerini azaltarak; kullanıcının düşük yakıt masrafları ile sistemini işletmesinin ve dolayısıyla hava kirliliğinin azaltılmasının sağlanması; binanın iç ve dış etkenlerden korunarak ömrünün uzatılması amacıyla; yapı bileşenleri üzerinden, farklı sıcaklıktaki iki ortam (dış hava - yaşanan mahaller) arasındaki ısı geçişini azaltmak için yapılan işlemlere ısı yalıtımı denir [11].

Yapıların uzun yıllar boyunca değerini koruması ancak, yapı iyi tasarlanmışsa, 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 şartlarının 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.

ISO ve CEN Standardına göre ısı iletim katsayısı 0,065 W/mK değerinden küçük olan malzemeler ısı yalıtım malzemesi olarak tanımlanır. Diğer malzemeler yapı malzemesi olarak kabul edilir.

Isı yalıtımsız dış duvarda, malzemeye bağlı olarak ısı geçirimsizliği, binanın ısıtma enerjisi gereğini artırmakta; bu durumda çevre kirliliğine neden olan gaz oranları da artmaktadır. Yalıtımdan vazgeçerek, yapım maliyetinin düşürülmesi bir avantaj olarak görülmekte ise de termal konforu sağlamış bir iç ortamda yaz ve kış mevsimlerinde harcanan enerji ile kullanıcılar, ulusal ekonomimize ve çevremize büyük kazançlar sağlamaktadır.

Özellikle son yıllarda, elektrik tüketimine yönelik, yeni yatırımların yapılamayışı, gelecek dönemlerde başlaması muhtemel elektrik kesintileri ve her geçen gün dövize bağlı olarak artan petrol ve türevi yakıtların tüketiminde, acilen tasarrufa yönelmemize dair bir işarettir [19]. Bu nedenledir ki, büyük oranda enerji tüketiminin olduğu yapılarda, ulusal ve/veya bölgesel mevsim şartları göz önüne alınarak, yalıtımın zorunlu tutulması artık kaçınılmaz görünmektedir.

Bu konuda yerel yönetimlere büyük sorumluluklar düşmektedir. Yerel yönetimler, mevzuatlarında ciddi ve tutarlı yaklaşımlarla seri değişiklikler yaparak, yalıtım projesi olmayan ve yalıtım projesini uygulamayan binalara kullanma izninin verilmemesi yoluna gidilebilir. Diğer taraftan, ilgili birim veya kamu kuruluşlarıyla yakın işbirliği yapılarak bu durumdaki binalara elektrik, telefon vb. alt yapı hizmetlerin verilmesi bu şarta bağlanabilir [18]. Böylece, binanın yalıtılması bir zorunluluk haline sokulabilir. Böyle bir çalışmaya geçerken, ilgili tarafların bina yalıtımının gerekliliğine ikna edilmesi veya inandırılması konusu beraber yürütülmelidir. Bu konuda, eğitim-öğretim, basın yayın gibi kuruluşların söz konusu çalışmanın içine sokulması gerekliliğinin yanı sıra sürekli gündemde tutulmalıdır.

Aslında ısı ihtiyacının tespit edilmesi iki bakımdan gereklidir. Birincisi, mevcut enerji kaynaklarının korunabilmesi ve hava kirliliği önlemleri, yapılardaki enerji

ihtiyacının gerçekten enerji tasarrufu sağlayacak ve hava kirliliğini önleyecek şekilde ısıtılmalarının planlanabilmesi için planlayıcıların eline bir hedef değer verilmesi istenmektedir [23]. İkinci olarak, anılan uygulama için, birinciye göre daha kesin bir fiziksel yönteme ihtiyaç vardır.

Diğer taraftan, hava kirliliği sadece ülkemizin bir sorunu değildir, evrensel bir boyutu vardır. Fosil yakıtların giderek daha fazla tüketilmesi sonucu doğanın kendisini temizleyebileceğinden çok daha fazla kirlilik atmosfere yayılmaktadır. Buna paralel olarak, maalesef yanma ürünü olarak atmosfere yayılan CO₂ 'nin doğal temizlenmesi görevini üstlenmiş olan yeşil alanlar hızla daralmakta ve her geçen gün dünya atmosferindeki CO₂ miktarı artmaktadır. Katı, sıvı ve gaz yakıtların yanması sonucu yakacağın türüne ve yanma işlemine bağlı olarak çeşitli miktarlarda değişen, azot oksitler, karbon monoksitler, hidrokarbonlar, klor, halojenli bileşikler, polisilik organik maddeler ile partikül halinde katı maddeler atmosfere yayılmaktadır. Bunlar insan sağlığına, doğal hayata ve dolayısıyla ulusal ekonomiye çeşitli etkilerde bulunmakta ve ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır.

Ülkemizde hava kirliliği üzerine yapılan bilimsel çalışmaların büyük bir çoğunluğu termik santraller ile endüstriyel tesislerin bacalarından ve taşıtların egzozlarından çıkan gazlar üzerinedir. Konuya ışık tutması bakımından Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 'nın 1993 ve 1997 enerji istatistikleri verilerine göre enerji tüketiminin sektörel dağılımları Tablo 3.1 'de verilmiştir.

Yine aynı kuruluşun verilerine göre, ülkemizde 1993 yılında tüketilen yakıtın %32 'sinin ısıtma amaçlı kullanıldığı görülmektedir. Bu şaşırtıcı tablonun yanı sıra, ısıtma için tüketilen yakıtın endüstri ve ulaşırmada olduğu gibi tüm yıl boyunca değil de sadece kış aylarında tüketildiğini (Aralık, Ocak ve Şubat aylarında %65) ortaya koymaktadır.

Yapılarda su buharı yoğunlaşmasını ve nemlenmeyi daha iyi anlamak için ısının ne olduğunun ve nasıl yayıldığıının bilinmesi gerektir. Isı kısaca bir enerji şeklidir ve

malzemeyi teşkil eden en küçük parçacıkların (atom ve moleküller) titreşimiyle meydana gelir. Eğer bir malzeme ısıtılırsa bu küçük parçaların titreşimi hızlanır, tersine soğutulursa titreşim azalır. Isı muhtelif yollardan elde edilebilir.

Tablo 3.1. Enerji Tüketiminin Sektörel Dağılımları

Sektörler	Tüketilen Enerji 1993 (%)	Tüketilen Enerji 1997 (%)
Konutlar	36	41
Endüstri	34	33
Ulaştırma	21.4	20
Tarım	5	5
Diğerleri	3.6	1
Toplam	100	100

3.1.1. Isı yalıtımının amacı

- Yazın aşırı sıcaktan, kışın soğuktan rahatsız olmamak, daha az yakıt tüketimi ile daha az yakıt harcaması yapmak,
- Konforlu yaşam şartlarında yaşamak,
- Gerek ısıtma gerekse soğutma (klima) amacı ile kullanılan enerjinin boşa harcanmaması, verimli kullanılması ve bunun sonucunda işletme giderlerinden tasarruf sağlamak,
- Isı yalıtımı ile binadaki ısı kaybı azalacağından, daha küçük ısıtma, soğutma cihazları ve armatürleri kullanarak ilk yatırım maliyetlerini azaltmak,
- Hava kirliliğini ve ozon tabakasının tahribatını önlemek, doğal kaynakların tüketimini azaltarak gelecek nesillere de fayda sağlayabilmek,
- Bina içinde ve duvar yüzeyinde soğuk noktaları önleyebilmek, dolayısıyla rutubet ve yoğuşmayı önlemek, homojen bir sıcaklık ve konfor elde etmek, bina içi yoğuşma ve rutubetin bir sebebinin oluşturduğu romatizmal hastalıklara tedbir oluşturmak,
- Binaların dış kabuğunu ve yapı elemanlarını büyük ısısal gerilimlerin ve rutubetin tahribatından korumak, boya bakım giderlerinden tasarruf sağlamak böylelikle bina ömrünü uzatabilmek,

- Zararlı madde emisyonunu azaltarak, sağlıklı çevre oluşturulmasına imkân vermek[23],
- Ahşap yüzeylerde mantarlaşmayı önlemektir.



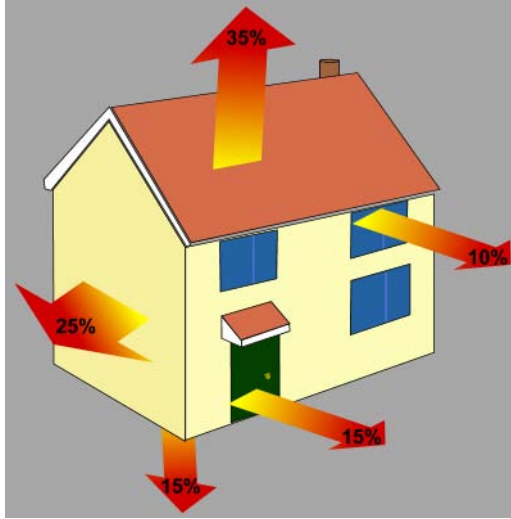
Şekil 3.1. Yalıtım nedir?

3.1.2. Isı yalıtımının faydaları

Bina kabuğunu oluşturan yapı elemanlarının; “Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği”, “Gürültü Kontrol Yönetmeliği” ve “Binaların Yangından Korunması” Hakkındaki Yönetmelikle uygun projelendirilmesi ve yalıtım detaylandırılması [12];

- Kış aylarında ısı kayıplarını, yaz aylarında ısı kazançlarını önleyerek, ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyacının, dolayısıyla yakıt tüketimi ve enerji giderlerinin azaltılması;
- Isıtma ve soğutma yüklerini azaltarak ısıtma ve soğutma tesisatlarına ait ilk yatırım giderlerini ve kullanım süresi boyunca işletme giderlerinin azaltılması;
- İç ortam ve iç yüzey sıcaklıklarının dengeli olmasını sağlayarak, terleme-küflenme gibi istenmeyen zararların önlenmesi ve iç ortam konforunun sağlanması;

- İstenmeyen dış ortam gürültüsünün yaşanılan iç ortamlarda rahatsızlık vermesinin önlenmesi;
- Yapı elemanı detaylarında kullanılan malzeme seçimi ile yaşadığımız mekânlarda yangın güvenliğinin sağlanması faydalarını kullanıcılara sunmaktadır.



Şekil 3.2. Yalıtım nedir?

Binalarda ısı yalıtımı uygulaması ile;

- Çatı, duvar ve döşemelerde tekniğine uygun ısı yalıtımı malzemeleri kullanılması ile ısıtma ve soğutma amaçlı tüketilen yakıt miktarının azalması,
- Hava kirliliğinin azalması,
- Sağlıklı ve konforlu bir ortam oluşması sonucunda sağlık giderlerinin azalması,
- Yapı bileşenlerinin yoğuşma sonucu korozyona uğraması önlenerek binanın korunması sağlanır.

3.1.3. Yapının iç iklimi, ısı kazanç ve kayıpları

İç iklimi belirleyen unsurlar

- İç hava sıcaklığı,
- Mekânı çevreleyen duvar ve döşemelerin sıcaklık dereceleri,
- İç havanın bağıl nem oranı,
- İç havanın hareketleri.

İklimsel Konfor:

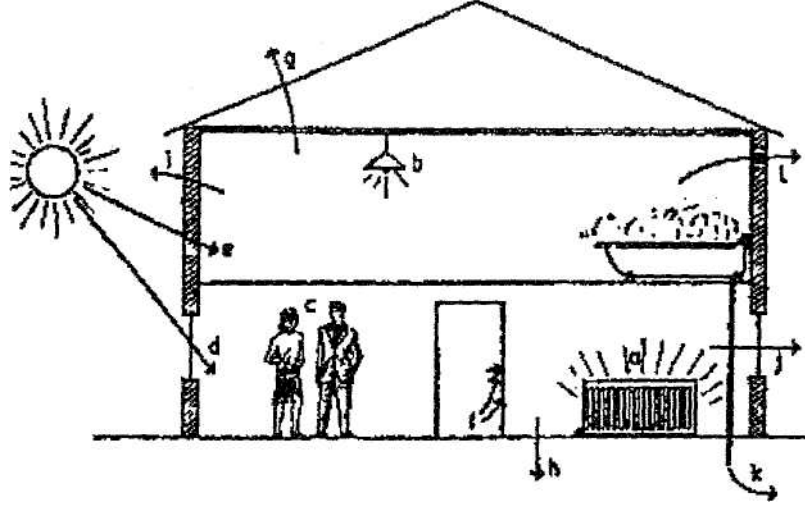
Kapalı bir mekânda konforda olma hissi psikolojik etkenlerin yanında fiziksel etkenlerle de ilgilidir.

- Ortamın bağıl nem oranı $> \%30$ ise yaşanabilir ortam,
- Ortamın bağıl nem oranı $< \%30$ ise buharlaşma nedeniyle solunum yollarında nem azaldığından nefes almak zorlaşır,
- Ortamın bağıl nem oranı $= \%100$ ve ortam sıcaklığı $= 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ ise çok sıkıntı verici,
- Ortamın bağıl nem oranı $= \%100$ ve ortam sıcaklığı $> 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ ise yaşanamaz [15].

Yaşanan kapalı mekânlarda iklimsel konforu sağlayabilmek için öyle bir yapı dış kabuğu oluşturulmalıdır ki yapı en sıcak dönemde en az ısı kazanırken, en soğuk dönemde en az ısı kaybına uğrasın.

Isı Kazanç ve Kayıpları

Bir yapıdaki ısı kazanç ve kayıpları birbirine eşittir. Şekil 3.3 'de görmekteyiz. Isıtma maliyetini en aza indirmek için ısı kayıplarını en aza indirmek gerekir.



Şekil 3.3. Isı kayıp ve kazançları

Isı kazançları:

- a) Isıtma gereçleri
- b) Aydınlatma gereçleri ve elektrikli ev aletleri
- c) Mekân içinde yaşayanlar
- d) Pencerelerden radyasyon yoluyla
- e) Duvarlardan radyasyon yoluyla

Isı kayıpları:

- f) Ventilasyon yoluyla açık pencerelerden, kapı deliklerinden, çatlaklardan
- g) Kondüksiyon yoluyla çatıdan

- h) Kondüksiyon yoluyla döşemeden
- i) Kondüksiyon yoluyla duvarlardan
- j) Kondüksiyon ve radyasyon yoluyla pencerelerden
- k) Sıcak suyun drenajı
- l) İç hacimde suyun buharlaşması ve difüzyon yoluyla dışarıya çıkışı

Toplam ısı kazançları = Toplam ısı kayıpları

$$(a+b+c+d+e) = (f+g+h+i+j+k+l)$$

Bir hacmin ısı kayıpları, hacmi çevreleyen yapı bileşenlerinin (duvarlar, pencereler vb.) ısı geçirgenlik dirençlerine, hava geçirgenliğine ve ısı depolama yeteneğine bağlıdır [16]. Yapı bileşenlerinin ısı yalıtım yeteneği, ısı geçirgenlik direnci ile belirlenir. Bu direnç, kullanılan malzemenin ısı iletkenliğine ve kalınlığına bağlıdır. Isı iletkenlik değeri küçüldükçe ve kalınlık arttıkça direnç büyür.

Isı birimi kilokaloridir. 1 Kcal = 1 kg suyun sıcaklığını 14,5 °C den 15,5 °C ye çıkarmak için gerekli enerjidir. **1 Kcal = 4,186 kJ = 1,163 Wh**

3.1.4. Isı yalıtım malzemeleri

- Cam Yünü (TS 901)
- Taş Yünü (TS 901)
- Ekstrüde Polistren (XPS) (TS 11989)
- Ekspand Polistren (EPS) (TS 7316)
- Poliüretan (PU) TS 2193 -10981
- Odun Talaşı levhalar (TS 405)
- Cam Köpüğü [13]
- Fenol Köpüğü (TS 2193)
- Mantar levhalar (TS 304)

Üç tür ana izolasyon malzemesi vardır. Hepsi değişik özellikte ve kullanım yerlerine uygun olarak seçildiklerinde yüksek verimlidir.

- İnorganik Malzemeler

İster doğadan çıkmış şekliyle olsun ister işlenerek yalıtkan hale getirilmiş olsun, bütün inorganik kökenli yalıtkanlar bu gruba girer. Başlıcaları; asbest lifleri, cam yünü, taş yünü, perlittir.

- Organik Malzemeler

Mantar, ahşap, talaş ve lif levhaları, bitkisel dokumalık lifler (keten, pamuk, Hindistan cevizi ve benzeri palmyelerin lifleri), saman, çeltik kapçığı, yosunlar, hayvansal dokumalık lifleri (yün, tiftik ve çeşitli kıllar) bu grupta sayabiliriz.

- Kimyasal Malzemeler

Bu tür malzemeler genellikle petrol ürünleri olup süngerimsi yapıdadırlar. Bunlar, polietilen, polivinil klorür köpükleri, polistiren köpükleri, poliüretan köpükleridir.

3.1.5. Isı yalıtım malzemelerinin özellikleri

İzolasyon malzemeleri kullanılacakları yere uygun olarak seçilmeli ve şu özellikleri içermelidir [13]:

- Zaman içerisinde değişmemeli,
- Isı akımının geçişine karşı iyi bir direnç göstermeli,
- Yeterli mekanik dayanıma sahip olmalı,
- Havanın çeşitli bozucu etkilerine karşı mukavemet göstermeli,

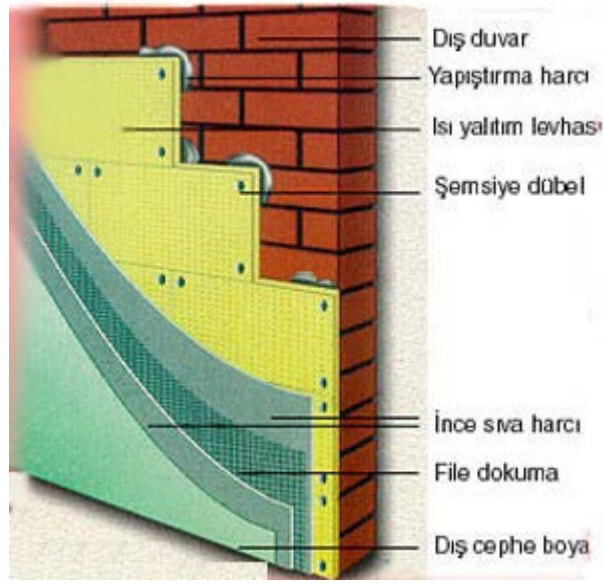
- Fiziksel özelliklerini zaman içerisinde korumalı,
- Beraber kullanıldığı malzemenin özelliklerini bozmamalı,
- Yanmaya karşı dayanıklı olmalı (Şekil 3.4),
- Aynı zamanda ses yalıtımı da sağlamalıdır.



Şekil 3.4. Taş Yünü Yalıtım Malzemesi

3.2. Duvarlarda Isı Yalıtımı

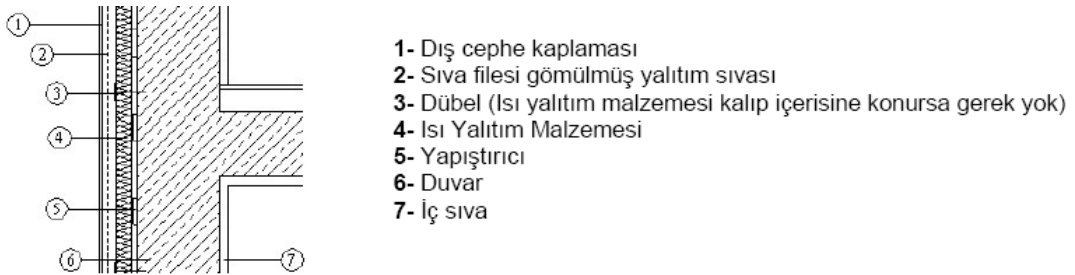
Dış duvarlar, yapıların düşey kabuğu olup, iç mekanı atmosferin etkilerinden korumanın yanında yapının çeşitli elemanlarını da dış etkilerden korurlar (Şekil 3.5). Duvarların yüklendiği genel koruma işlemlerinin yanı sıra, duvarda meydana gelen fiziksel ve kimyasal reaksiyonların önlenmesi gerekmektedir. Bu da ancak, dış duvarların yalıtılması ile mümkün olabilir [16]. Kullanılacak ısı yalıtım malzemesinin cinsi ve kalınlığı iklim şartlarına göre farklılık göstermektedir.



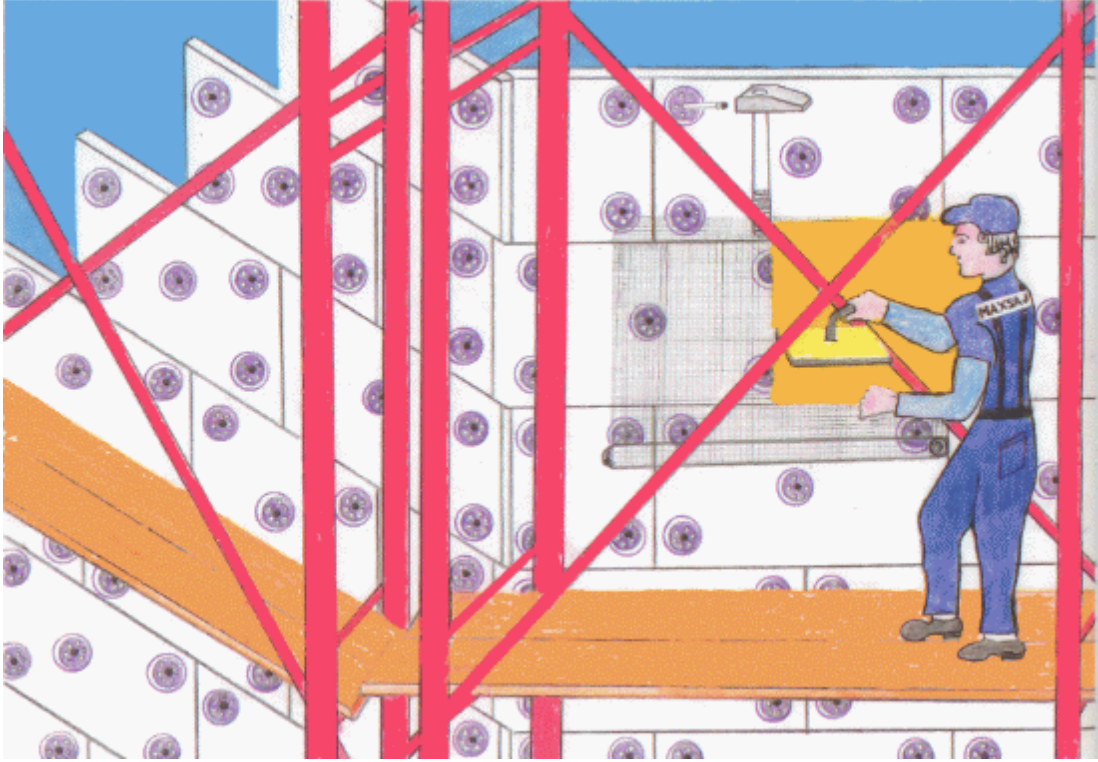
Şekil 3.5. Dış Duvar Cephe Yalıtım uygulaması

3.2.1. Dış cephe ısı yalıtım sistemleri

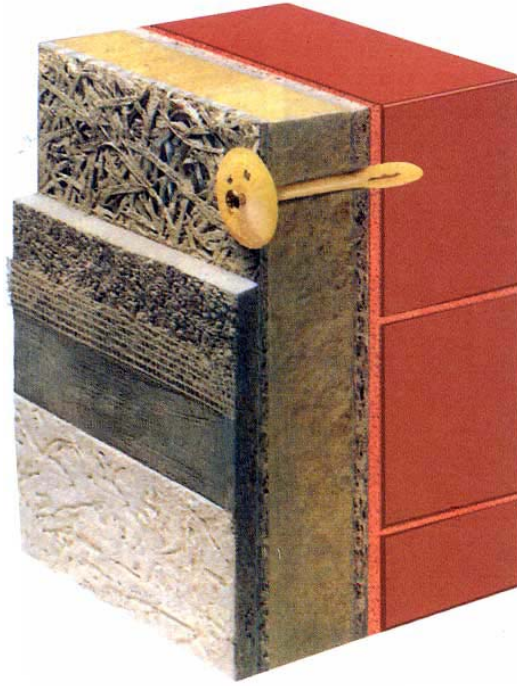
Dış cephe ısı yalıtım sistemlerinden beklenen sürekli, kararlı ve yüksek performans kalitesini ve sistem üreticisi firmaların ürün garantisini elde etmek için paket olarak piyasaya sunulan dış cephe ısı yalıtım sistemleri tercih edilmelidir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Dış Duvar Cephe Yalıtım uygulaması



Şekil 3.7. Dış Duvar Cephe Yalıtım uygulaması



Şekil 3.8. Dış Duvar mantolama detayı

Uygulama Esasları

Dışarıdan yapılacak ısı yalıtımı uygulamalarında, ısı yalıtım levhalarının yapıştırılacağı yüzeyler kir, toz, yağ, kabarmış boya, kalkmış sıva gibi tutunmada/yapışmada uygunsuzluk yaratacak zararlı etkenlerden arındırılmış ve yapıştırıcı ile yapışmayı sağlayacak pürüzlülüğe sahip olmalıdır (Şekil3.7, Şekil 3.8). Eski akrilik esaslı malzeme ile kaplı yüzeylerde çimento esaslı yapıştırıcı ile iyi bir yapışma sağlamak için eski yüzey kazınmalı veya yeni akrilik yüzeylere tutunma sağlayabilecek akrilik esaslı ısı yalıtım plakası yapıştırıcısı kullanılmalıdır [16].

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, sisteme tariflenmiş 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 [24].

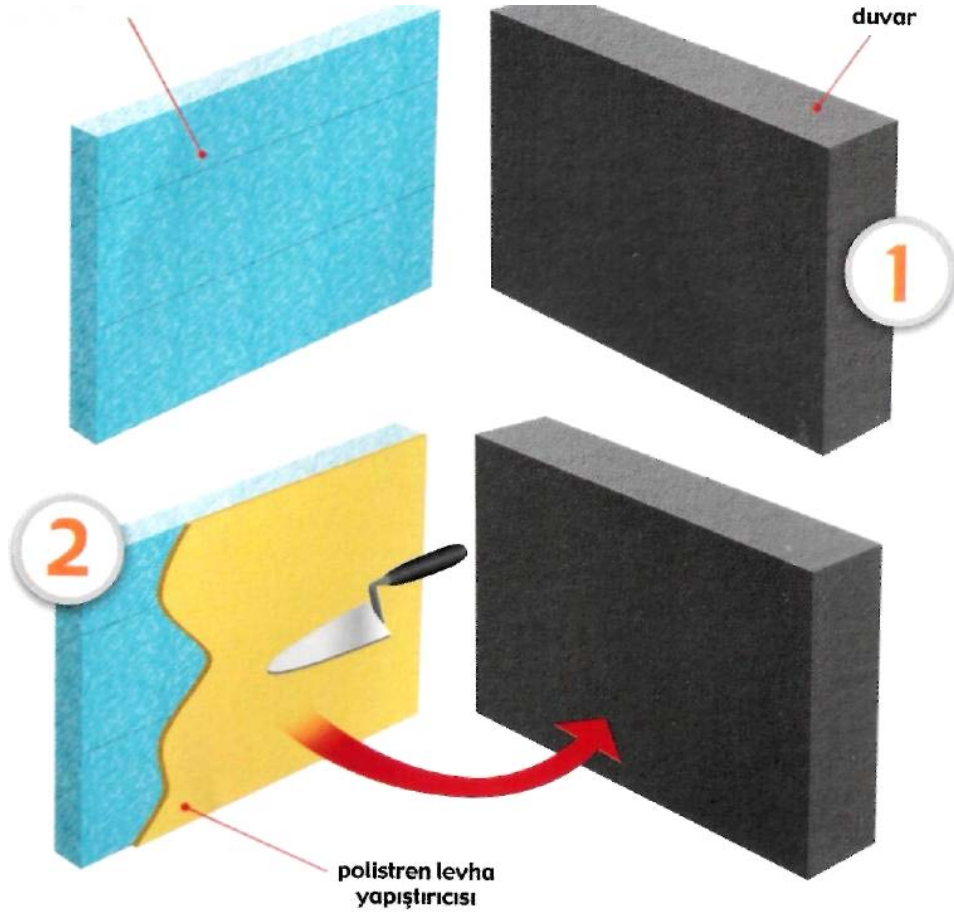
Yüksek yapılarda; sistem üreticisinin tavsiyesi doğrultusunda genleşme derzleri oluşturulabilir [18]. Polimer katkılı elastik özellikli veya fiber katkılı sıva kullanılmalıdır. Dış cephede tekstür oluşturacak ve solvent içermeyen dekoratif son kat kaplama ile uygulama bitirilir.

Yalıtım levhaları binili ya da düz kenarlı olabilir. Her iki durumda da uygulama esnasında ısı yalıtım levhalarının arasında boşluk kalmamasına, oluşacak boşlukların yalıtım levhasına uygun dolgu köpükleri veya aynı yalıtım levhasından kesilerek elde edilecek uygun kalınlıktaki kamalarla doldurulması gereklidir. Bu şekilde olası kılcal çatlakların ve ısı köprüsü oluşumunun önlenmesi mümkündür.

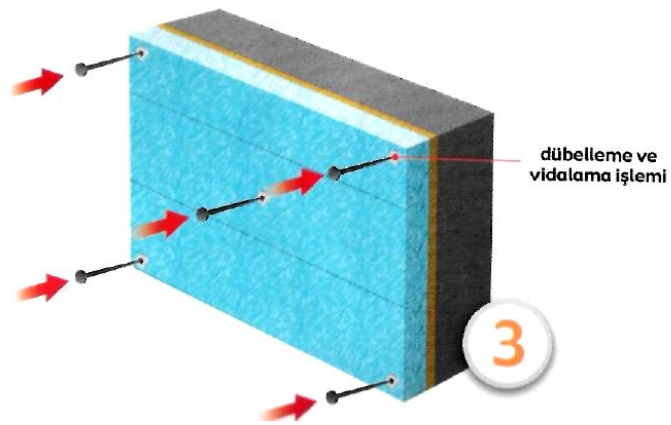
İklim şartları göz önüne alınarak, gerekirse dış cephe muhafaza edilerek uygulama yapılmalıdır. Isı yalıtımı yapılması sonrasında sağlıklı sonuçlar alınması için, yapı kabuğunun tamamen kurumuş olmasına dikkat edilmesi gerekir.

Sıcaklığın yüksek olduğu bölgelerde son kat kaplamanın rengi, duvar kesitindeki sıcaklık dağılımını etkiler. Son kat dekoratif kaplamanın rengi, ısı yalıtım malzemesinin bozulmasına müsaade etmeyecek şekilde, üreticilere danışılarak tespit edilmeli, açık renkler tercih edilmelidir (Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11, Şekil 3.12). Mineral esaslı malzemeler kuru ve rutubetsiz bir ortamda 0 °C'nin üzerinde, kapalı alanda depolanmalı, uygulamalar +5 °C'nin altında ve 30 °C'nin üzerinde yapılmamalıdır [20]. Özellikle sıcak havalarda, doğrudan güneş ve rüzgar alan cephelerde uygulama yapılmamalıdır.

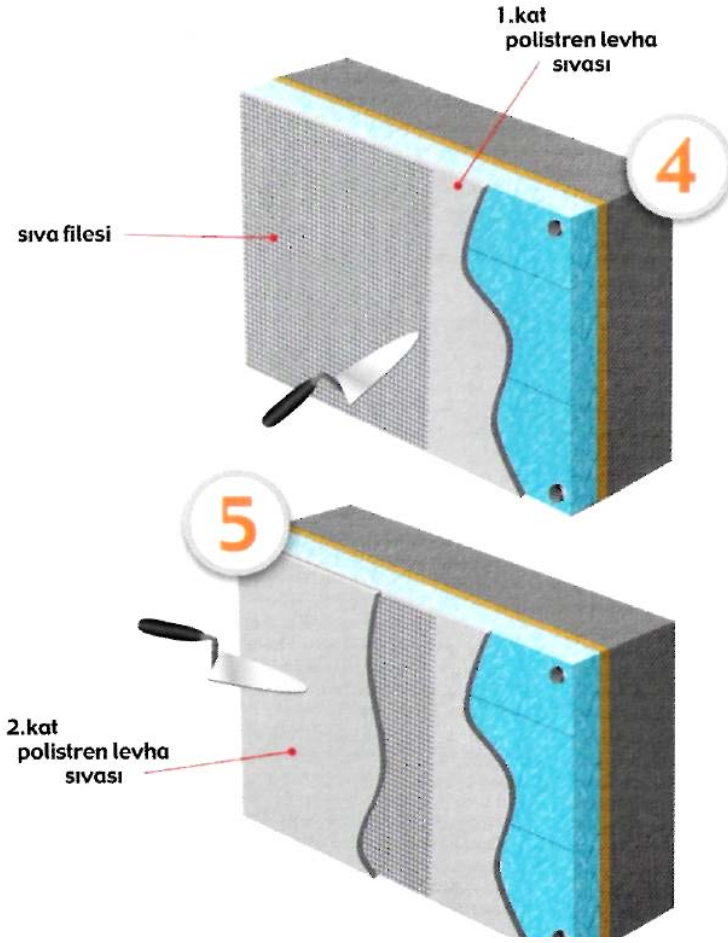
- Dış cephe kaplaması
- Sıva filesi gömülmüş yalıtım sıvası
- Dübel (Isı yalıtım malzemesi kalıp içerisine konursa gerek yok)
- Isı Yalıtım Malzemesi
- Yapıştırıcı
- Duvar
- İç sıva



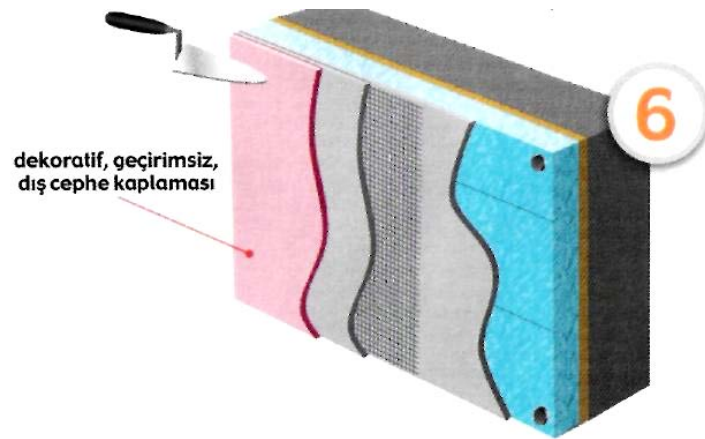
Şekil 3.9. Dış Duvar mantolama detayı



Şekil 3.10. Dış Duvar mantolama detayı



Şekil 3.11. Dış Duvar mantolama detayı



Şekil 3.12. Dış Duvar mantolama detayı

3.2.2. Kullanılan yalıtım malzemeler

a) EPS Isı Yalıtım Levhaları:

TS 7316 EN 13163 standardına göre TSE belgeli ve TS 825'e uygun kalınlıkta, yoğunluğu minimum 15 kg/m³, kapalı ortamda boyutsal kararlılığı oluşuncaya dek blok halde dinlendirilmiş, yanma sınıfı B1 olan ve diğer özellikleri tablo da verilmiş, geliştirilmiş (ekspande) polistiren köpük levhalar [13].

Genleştirilmiş Polistiren Sert Köpük (EPS-Expanded Polystyren Foam), stiren monomerin polimerizasyonu ile petrolden elde edilen, köpük haldeki kapalı gözenekli tipik olarak beyaz renkli bir termoplastik malzemedir [13]. Özel üretimlerde taneciklerin uzun dalga ışınımı yansıtacak şekilde işlendiği gri/siyah tonlarında ürünler de mevcuttur.

Polistiren taneciklerinin şişirilmesi ve birbirine kaynaşması ile elde edilen EPS ürünlerde, taneciklerin şişirilmesi ve köpük elde edilmesi için kullanılan şişirici gaz 'Pentan'dır. Organik bir bileşen olan pentan, tanecikler içinde çok sayıda küçük gözeneklerin oluşmasını sağladıktan sonra, üretim sırasında ve üretimi takiben çok kısa sürede hava ile yer değiştirir. Açığa çıkan pentan gazı atmosferde zaten bulunan CO₂ ve su buharına (H₂O'ya) dönüşür [24]. Pentanın açığa çıkmasıyla, malzemenin bünyesinde bulunan çok sayıdaki (yoğunluğa bağlı olarak 1 m³ EPS' de 3-6 milyar) küçük kapalı gözenekli hücreler içinde durgun hava hapsolür. Malzemenin %98'i hareketsiz havadır; %2'si ise polistirendir.

Malzeme, küçük tanecikler halinde hammadde olarak temin edildikten sonra ön şişirme işleminden geçer. Bu sırada taneciklerin içindeki pentan gazı ile hava yer değiştirir ve malzemenin istenilen yoğunluğu bu aşamada büyük ölçüde sağlanır. Daha sonra özel silolarda dinlendirilen genleştirilmiş taneciklerin kalıp içerisinde su buharı yardımı ile birbirleriyle kaynaşması ve malzemenin özelliklerini kazanması sağlanır. Tanelerin birbiri ile kaynaşması sonucunda bal peteği görünümünde, arada

boşluk kalmadan birbiri ile kaynaşmış çokgenlerin oluşturduğu sürekli bir kütle meydana gelir. Daha sonraki üretim adımları ise malzemenin kullanım sahasına (ısı yalıtım amaçlı veya ambalaj malzemesi olarak) göre değişiklik gösterir.

Bilindiği gibi durgun hava, bilinen en ekonomik, çevre dostu ve mükemmel ısı yalıtım malzemesidir. EPS'nin üstün ısı yalıtım özellikleri çok sayıdaki taneciklerinin bünyesinde bulundurduğu durgun hava sayesinde [21]. Dünyada mevcut en iyi ısı yalıtımı sağlayan birkaç malzemeden biri olan EPS, aynı performansı, ülkemizde kullanılan diğer ısı yalıtım malzemelerinden daha ekonomik olarak sağlayan tek malzemedir.

Malzeme, esnek olan yapısı, darbe emiş özelliği ve mekanik dayanıklılığı sayesinde de birçok ürünün koruma amaçlı ambalajlanmasında kullanılır ve ambalajlanan ürünlerin hasar görmelerini engeller. Ayrıca, hem ısı yalıtım özelliği hem de koruma özelliği sayesinde EPS'nin özel tipleri gıda malzemelerinin de ambalajlanmasında kullanılır.

Üretiminin enerji yoğun olmaması, üstün teknik özelliklerine rağmen ekonomik olmasının diğer önemli sebebidir. Etkin mekanik dayanımın yanında şişirici gazın çok kısa sürede hava ile yer değiştirmesi, ürünün performansının kullanım ömrü boyunca sabit kalmasını sağlar. Kalınlığı azalmaz, ısı iletkenliği artmaz, mekanik özellikleri değişmez ve diğer özelliklerinde de zamanla hiçbir bozulma meydana gelmez.

EPS, kullanım sahasına göre istenilen yoğunluklarda üretilir. Özellikleri yoğunlukla istenilen yönde değiştirilebildiğinden malzeme israfına ve gereksiz maliyet artışlarına sebep olmaz. Isı yalıtım amacıyla genellikle 15–30 kg/m³ yoğunluklarda; ambalaj malzemesi olarak kullanım amacıyla da 20-100 kg/m³ yoğunluklarda üretilmektedir. Bitmiş ürün olarak EPS, hafiflik, kolay işlenebilirlik ve diğer malzemeler ile kompozit ürünlerin imalatında kullanılabilirlik gibi özelliklere de sahiptir.

Bütün bu özelliklerinin yanı sıra EPS, %100 geri dönüşümlü bir malzeme olması ve bünyesinde bulundurduğu malzemelerin atmosfere ve ozon tabakasına zarar vermemesinden ötürü çevre dostu bir malzemedir. EPS 'nin özel tipleri ayrıca, gıda maddelerinin ambalajlarında bile kullanılabilen ve insan sağlığına zararlı olmayan bir üründür.

EPS ürünler, levha, boru veya önceden şekil verilmiş elemanlar halinde, yapıların ısı ve ses yalıtımında ve ambalaj sanayinde yoğun bir şekilde kullanılırlar. EPS ürünlerin ayrıca, binalarda duvar malzemesi olarak kullanımından, soğuk hava depolarının yalıtımına, soğuk bölgelerdeki karayolu yapımına, zeminlerin takviyesine, gemiler için can simidi ve can yeleği yapımına kadar sayılması mümkün olmayan; hafifliğin, dayanımın, kolay şekil verebilmenin, kolay uygulayabilmenin ve düşük ısı iletkenliğinin önemli olduğu bütün uygulamalarda sınırsız kullanım alanı vardır [22].

EPS Nerelerde kullanılır:

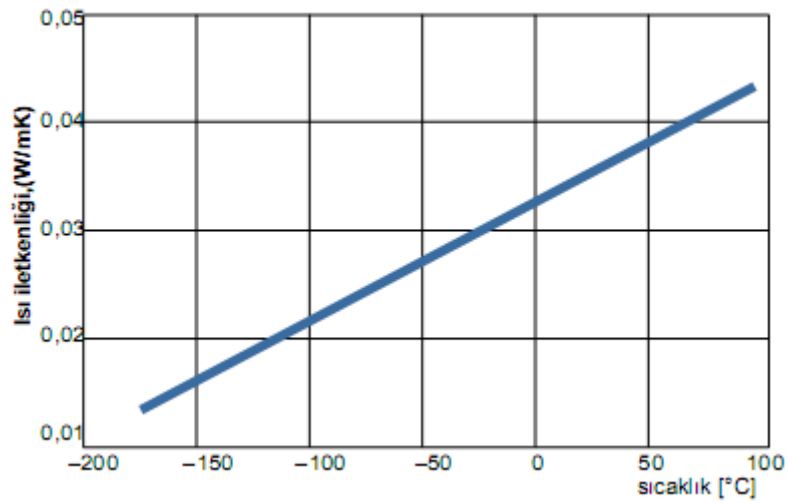
EPS, Ambalaj, hemen hemen tüm sanayi ve tüketim ürünleri için kullanılabilir. Belli başlı kullanım alanları şunlardır:

- Dayanıklı Tüketim Malları (Buzdolabı, Çamaşır makinesi ve Bulaşık makinesi v.s)
- Elektronik Eşya (TV, müzik seti, Bilgisayar, v.s)
- Meyve Sebze Sektörü (Meyve Sebze Kasaları)
- Balık ve Deniz Ürünleri (Balık Kutusu, Midye, İstiridye, Kalamar, Karides Kutuları v.s)
- Et ve Et Ürünleri (Et, Tavuk, Sucuk, Sosis, Kıyma Kapları v.s)
- Süt Ürünleri (Süt, Yoğurt, Peynir Kapları)
- Sıhhi Tesisat Ürünleri (batarya, Armatür, Duş Hotumu, Klozet Kapağı v.s)
- Çiçekçilik Sektörü (Saksı Altlığı, Konteynir, Fide Yetiştirme Kapları)
- Sağlık Sektörü (Aşısı, Serum Kutuları)

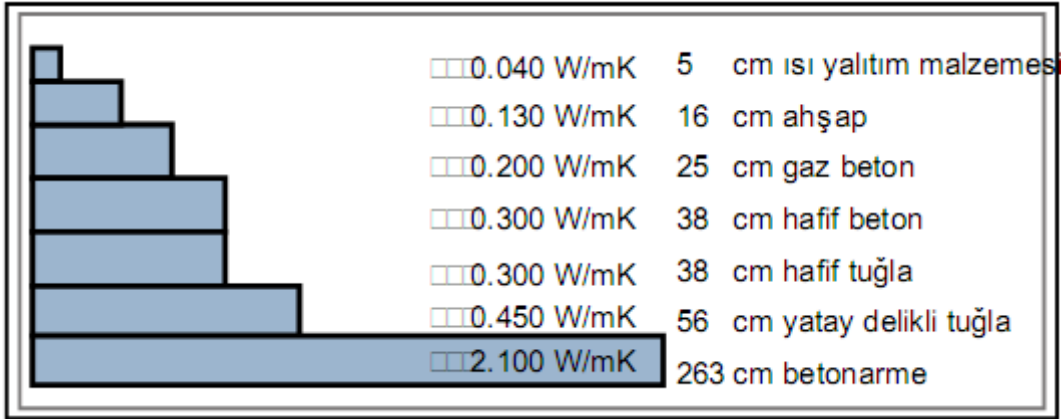
- Turizm Sektörü (Termos, Colt-boks, Buz Kutusu v.s)
- Gemi Sanayii (Can Yeleği, Can Simiti, Küçük Tekne, Yüzme Tahtası v.s)
- Oyuncak Sanayi
- Porselen ve Cam Sanayi
- Oto Sanayi (Cam Sileceği, Farlar, Oto Camı, Tampon v.s)
- Arı Kovanları
- Dekorasyon İşlerinde [14]

EPS'nin Isı İletkenliği

EPS 'nin ısı iletkenliği TS-7316 numaralı standartta 0,034 kcal/mh°C olarak verilmektedir. Aşağıdaki Şekil 3.13 ve Şekil 3.14 'de EPS 'nin ısı iletkenliğinin farklı yoğunluk ve sıcaklığa göre değişimi verilmiştir.



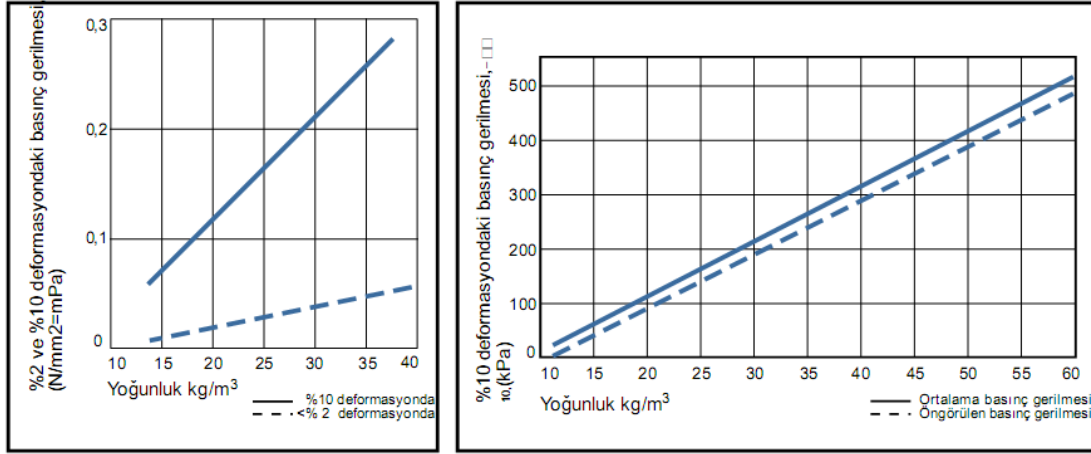
Şekil 3.13. EPS ısı yalıtım levhalarında ısı iletkenliğin sıcaklıkla değişimi ($\rho=20 \text{ kg/m}^3$)



Şekil 3.14. Isı iletkenliği 0.040 W/mK olan 5 cm ısı yalıtım malzemesine eşdeğer kalınlıkta bazı yapı malzemeleri

Mekanik Özellikleri:

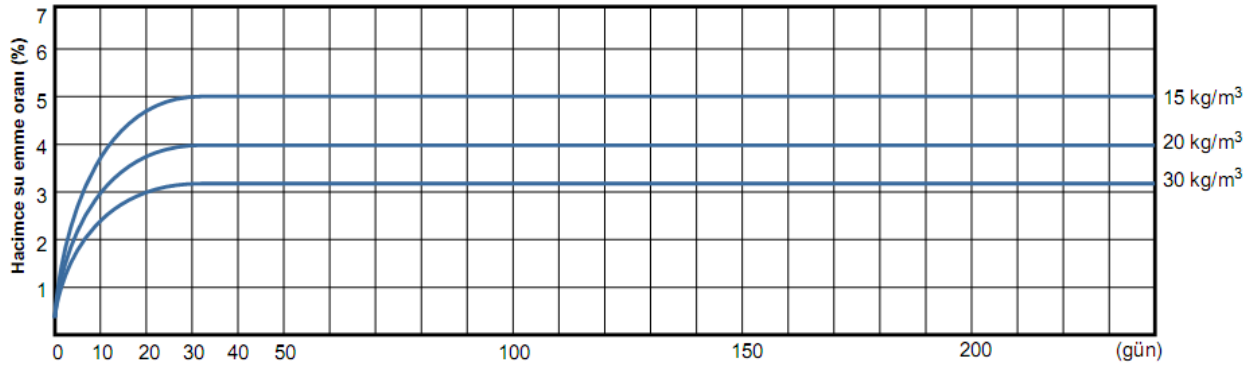
EPS'nin önemli özelliklerinden biri de kısa ve uzun süreli yüklemelere karşı gösterdiği mekanik dayanıklılıktır. EPS ısı yalıtım levhalarının mekanik özellikleri, bir binada normal şartlarda karşılaşılabilecek mekanik etkilere başarı ile dayanabilecek yeterliliktedir. Isı yalıtım malzemelerinde, kalınlığın belli bir değerden fazla azalması, malzemenin asıl performansının kabul edilemez düzeyde bozulmasına sebep olur. Bu sırada malzeme yük taşıya bile, ana görevini yerine getiremez. Bu sebeple ısı yalıtım malzemelerinde, basınç dayanımı değil, %10 deformasyondaki (Yani kalınlıkta %10 azalma meydana geldiğindeki) basınç gerilemesi esas alınır. Bu değere %10 deformasyondaki basınç gerilemesi denir ve σ_{10} simgesi ile gösterilir [24]. EPS levhaların özellikleri yoğunluğa bağlı olarak değişir. σ_{10} değeri de yoğunluğa bağlı olarak artar. Aynı şekilde, yoğunluk arttıkça EPS levhalarının kayma, eğilme ve çekme dayanımları da artar. EPS'nin elastisite modülü (E) 0,6 - 3,1 MPa arasında değerler alabilir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. EPS levhaların <math><2\%</math> ve 10% deformasyondaki basınç gerilmelerinin yoğunlukla değişimi

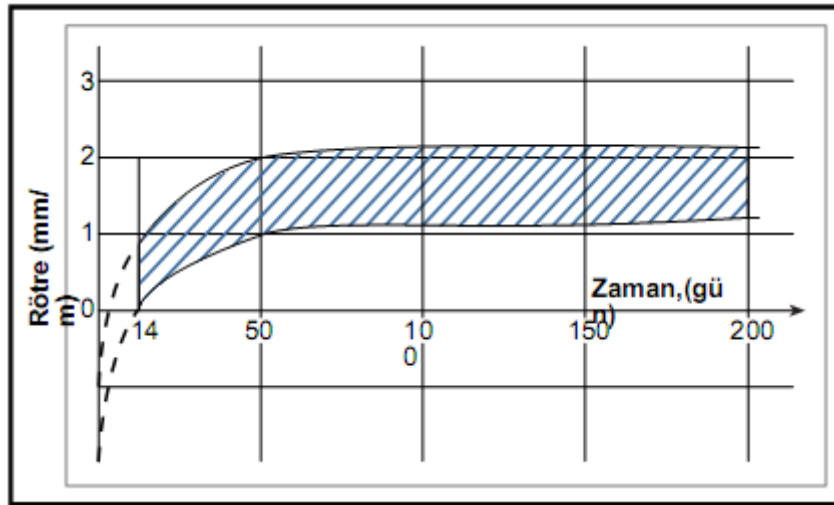
Su Emme Oranları:

Malzemelerin su emme oranı üzerinde etkili büyüklük, gözeneklerinin açık veya kapalı oluşudur. Direkt su ile temas halinde kapalı gözenekli malzemelerin su emme oranları çok düşüktür ve EPS kapalı gözenekli bir malzemedir. Su emme oranı çok küçük olduğu için direkt su ile temas etse bile, özellikleri değişmez. EPS'yi meydana getiren Styrene, suda çözülmeyen ve erimeyen bir yapıda olduğundan kapalı gözeneklerinin duvarları suyu geçirmez (Şekil 3.16). Fakat kapalı gözenekleri içeren taneler birbirlerine iyi kaynayıp yapışmamışsa, arada kalan boşluklardan bir miktar su sızabilir. Taneler birbirine gereği şekilde kaydığı zaman, yüzeyde bal peteği yapı sürekli bir şekilde görülür ve malzemenin hacimce su emme oranı %1'in altına düşer.



Şekil 3.16. Farklı yoğunluklardaki EPS levhaların tamamen suya batırılmış durumda su emme oranlarının zamanla değişimi EPS 'nin Boyut Stabilitesi

Yalıtım levhaları için diğer önemli konu, boyutların sabit kalmasıdır. Yapılarda boyut değişimi, farklı sıcaklıkların etkisi sonucu ısıl genleşme ile meydana geldiği gibi; üretimi takiben belirli bir süre içinde dış etkilerden bağımsız olarak da meydana gelebilir. Dolayısı ile boyutların kararlılığı sıcaklığa ve zamana göre ayrı ayrı düşünülmelidir. EPS'nin sıcaklık karşısında boyut değişim faktörü (Lineer ısı genleşme katsayısı) 5×10^{-5} ila $7 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ 'dir. Yani 17 K'lık (170 °C'lik) sıcaklık farkında yaklaşık 1mm/m bir değişim olur. Bu da, %0,1 demektir. Normal şartlarda ve normal uygulamalarda, bu mertebedeki boyut değişimi sorun oluşturmaz ve ek tedbir alınması gerekmez [20]. Çok büyük yalıtım levhalarının büyük sıcaklık farkına maruz kaldığı yerlerde kullanılması halinde gerekli önlemler (Derz) alınmalı ve gerekli durumlarda mekanik tespit uygulanmalıdır. Üretimi takiben aynı çevre şartlarında levhaların boyutlarında zamanla kısalma olması rötrenin olarak tanımlanır. EPS levhalarda rötrenin ilk günlerde hızlıdır, zamanla yavaşlar ve durur. Toplam rötrenin üretim şekline ve yoğunluğuna bağlı olarak %0,3 ila %1,0 arasında değişebilir.



Şekil 3.17. EPS levhalarda rötrenin zamanla değişimi Sıcağa Karşı Dayanımı

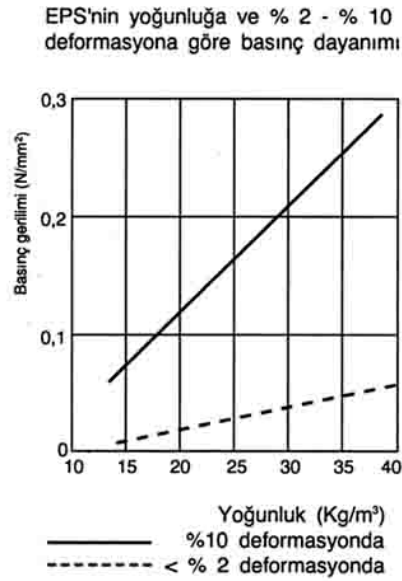
Diğer bütün plastikler gibi EPS 'nin sıcağa karşı maksimum dayanımı sıcağın sürecine ve derecesine bağlıdır. Kısa süreli olarak 1000 °C 'ye kadar dayanıklı olmasına karşılık uzun sürede yoğunluğa ve çevre şartlarına bağlı olarak maksimum 75 - 850 °C 'ye, minimum olarak -1800 °C 'ye kadar kullanılır. Bu nedenle çok soğuk tesisler için de ideal bir malzemedir (Şekil 3.17).

EPS 'nin Ömrü:

EPS, sonsuz ömürlü bir malzemedir. Buna karşılık, bazı kişiler EPS 'nin kullanıldığı yerde zamanla yok olduğunu iddia etmektedir. Olayın esası şöyledir: EPS doğru yerde, doğru kalınlık ve yoğunlukta, yapı fiziği ve inşaat kurallarına göre uygulandığı takdirde malzemenin yok olması diye bir şey bahis konusu olamaz. Buna karşılık sıcak bir bölgede basınç altında (Örneğin bir teras çatıda), şap ve karo tabakalarının altında bilgi eksikliğinden veya ucuz fiyat cazibesıyla düşük yoğunlukta (Örneğin 10 kg/m³) EPS kullanılması halinde, sıcağın ve basıncın etkisiyle EPS yumuşayıp ezilir ve üzerindeki tabakaların çökmesine neden olabilir. Bu gibi yerlerde yüksek yoğunlukta 20 - 30 kg/m³ EPS kullanılmalıdır. Nitekim Almanya'da 31 yıllık bir teras çatıdan alınan 20 kg/m³ 'lük EPS malzemesi bilirkişi huzurunda test edilmiş ve malzemenin 31 yıl önceki özelliklerinin değişmediği görülmüştür.

EPS 'nin Basınç Dayanımı:

EPS 'nin önemli özelliklerinden biri de kısa ve uzun süreli yüklemelere karşı gösterdiği mekanik dayanıklılıktır [25]. Basınç dayanımı yoğunluğa bağlı olarak artar. Aynı şekilde yoğunluk arttıkça makaslama, bükülme ve çekme dayanımı da artar (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. EPS 'nin Basınç Dayanımı

EPS 'nin Kimyasallara Karşı Durumu:

EPS, çimento, beton, kireç, alçı, ahşap, metal, anhidrit gibi klasik yapı malzeme ve bileşenlerine karşı tepkisizdir. Bazı kimyasallara karşı ise duyarlıdır. Kimyasal maddelere karşı durumu hakkında detaylı bilgi firmamızdan edinilebilir.

EPS 'nin Biyolojik Özellikleri:

Mikroorganizmalar için bir besin maddesi değildir. Küflenmez, çürümez, kokmaz. Aşırı şartlar altındaki şiddetli kirlenmelerde mikroorganizmalar yuvalanabilir. Ancak EPS burada sadece bir taşıyıcı olarak kalır ve biyolojik olayın dışındadır.

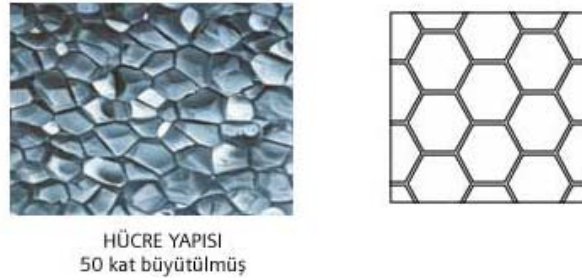
EPS 'nin Elektrik Özellikleri:

% 98'i havadan ibaret olan EPS 'nin elektriksel durumu havaya benzer. Bu nedenle elektrik özelliği havadaki nemle ilgilidir. Polistiren zinciri kutup teşkil edecek molekül gruplar ihtiva etmez.

b) XPS Isı Yalıtım Levhaları:

Homojen hücre yapısına sahip, ısı yalıtımı yapmak amacıyla üretilen ve kullanılan köpük malzemelerdir. XPS 'in hammaddesi olan polistren, Ekstrüzyon işlemi ile hat boyunca istenilen kalınlıkta çekilir. Sürekli bilgisayar kontrolünde yapılan bu üretim sayesinde homojen balpeteği görünümünde, kararlı bir hücre yapısı elde edilir. Hücreler bütün yüzlerinden birbirine bağlıdır. Hava hücrelerin içine hapsedilmiştir (Şekil 3.19). Hareketsiz kuru hava ile bilinen en mükemmel ısı yalıtımı sağlanmaktadır.

Hattan çıkan malzemenin yüzeyi, zırlı veya pürüzlü yüzey olarak malzemenin kullanılacağı detaydaki ihtiyaçlar doğrultusunda yapılandırılır [17].



Şekil 3.19. XPS 'in Hücre Yapısı

Üretim teknolojisi sayesinde balpeteği görünümünde kararlı bir hücre yapısı elde edilir. Bu yapı sayesinde Ekstrude Polistren malzemeler (XPS) bünyesine su almaz ve nemden etkilenmezler ve diğer ısı yalıtım malzemeleri ile kıyaslandığında haklı bir üstünlüğe sahiptirler.

Tarihçe

İlk Ekstrüde Polistren Köpük 1940'lı yılların başında, Amerika'da askeri amaçlı talep üzerine yüzer salları için üretilmiştir. Yoğun kullanımı sonucunda, su ve neme karşı oldukça dirençli olduğu fark edilen bu ürünlerin aynı zamanda ısı yalıtım teknik özelliklerinin farkına varılmıştır ve ısı yalıtımı amacıyla üretimine devam edilmiştir.

1960'lı yıllarda ise Avrupa'da üretimine başlanan Ekstrüde Polistren Köpükler, 50 yılı aşkın bir süredir de tüm binalarda ve mühendislik yapılarında güvenle kullanılmaktadır.

Bugün Ekstrüde Polistren Köpüklerin tüm dünyadaki kullanımını 15-20 milyon m³ / yıl civarındadır. Türkiye'de yerli üretim 1994 yılında başlamıştır. 2005 yılında toplam üretim 700.000 m³ / yıl iken 2008 yılında 1.600.000 m³ / yıl 'ın üzerindedir [4].

Dünya ve Avrupa Pazarlarında XPS

XPS ürünlerinin Avrupa pazarındaki son 10 yıllık gelişimi XPS pazarının büyüklüğünü 6 milyon m³ ten 14 milyon m³'e çıkarmıştır. 2015 yılında ise Avrupa XPS pazarı 18 milyon m³'e ulaşacağı tahmin edilmektedir.

Avrupa ülkeleri arasında ısı yalıtım pazarının en büyük olduğu ilk 4 ülke mercek altına alındığında XPS ürünlerin ısı yalıtım pazarında %10 Pazar payına sahip olduğu görülebilir. Tablo 3.1 'de buna ilişkin durum görülmektedir.

Tablo 3.1. XPS 'in Ülke Bazındaki Kullanımları

Ülke	Toplam Yalıtım Pazarı	XPS	Pazar Payı
Almanya	26,000	1,600	6%
Fransa	20,000	1,300	7%
İtalya	7,300	1,700	23%
İspanya	7,000	1,100	16%
Toplam	17,100	3,735	21.8%

Ülke	Toplam Yalıtım Pazarı	XPS	Pazar Payı
Portekiz	1,200	375	31%
Yunanistan	1,600	560	35%
İtalya	7,300	1,700	23%
İspanya	7,000	1,100	16%
Toplam	17,100	3,735	21.8%

Ülkemize benzer iklim koşullarına sahip ve yalıtım bilincinin gelişimini yakın tarihte tamamlayan ve Türkiye Yalıtım Pazarına benzer özellikler gösteren İspanya, İtalya, Portekiz, Yunanistan gibi ülkelerde XPS ürünlerin Pazar payının %22'ye ulaştığı görülebilir [9].

Özetle Avrupa ülkelerinde mantolama uygulamalarında diğer ısı yalıtım malzemeleri kullanıldığı gibi XPS 'de kullanılmaktadır. Güney Avrupa ülkeleri olarak tanımlayacağımız, inşaat teknikleri ve iklim olarak ülkemize benzerlik gösteren Portekiz, İspanya, İtalya, Yunanistan gibi ülkelerde XPS kullanımı oldukça yaygındır [9].

XPS 'in üstün özellikleri:

- Isı İletkenlik Katsayısı diğer ısı yalıtım malzemelerine göre düşüktür.
- Kapalı Gözenekli Hücre Yapısına Sahiptir.
- Su emme özelliği sayesinde sürekli ve azalmayan (ısı iletkenlik) değerine sahiptir.
- Yüksek basma mukavemeti ve eğilme mukavemeti sayesinde zaman içinde kalınlığı azalmaz.(100-500 kPa)
- Bünyesine Su Emmez, su içinde dahi donma-çözülme dayanımı yüksektir.
- Yüksek elastisite modülü ve boyutsal kararlılık [9].
- Optimum buhar difüzyon direnci sayesinde kullanım yerine uygun μ değeri.
- XPS ürünler diğer plastiklerle karıştırılmadan geri dönüşümde kullanılabilirler.
- Her çeşit kesici aletle kesilebilir, ufalanmaz, fire vermez.

Teknik Özellikler:

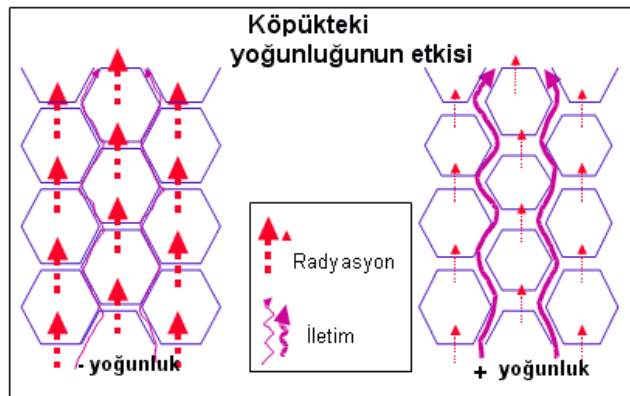
a) Isı İletkenlik Değeri (λ) ($\lambda = W/mK$)

1 Kasım 2008'de yürürlüğe giren TS 825 Isı Yalıtım Yönetmeliği'nin revizyonu ile $\geq 25 \text{ kg/m}^3$ ve $\geq 30 \text{ kg/m}^3$ yoğunlukta XPS Ürünler için (ısı iletkenlik değeri) sınıfı 0,030 - 0,035 - 0,040 W/mK tanımlanmıştır.

Isı İletkenlik Değerinin Yoğunluk ve Hücre Yapısı ile İlişkisi:

Yoğunluğun ve hücre sayısının polistren köpük malzemelerde diğer ısı yalıtım malzemelerinde de olduğu gibi ürün performansı üzerinde doğrudan bir etkisi vardır. Daha çok sayıda hücre (daha yoğun malzeme) hücrelerin küçülmesi, hücre sayısının artması ve şişirme gazının küçük hücreler içerisine hapsolarak daha iyi ısı iletkenlik değeri oluşmasını ve bu değerin uzun süre korunmasını sağlar.

XPS levhalarda en ideal ısı iletkenlik değeri 28-48 kg/m^3 yoğunluklar arasında gerçekleşir. (Grafik) Bu değer 90 günlük yaşlanmış değerler dikkate alındığında dahi 0,030 W/mK değerinin oldukça altındadır. Ve hesap değeri olarak ısı yalıtım hesaplarında kullanılır. 35-45 kg/m^3 yoğunluk aralığında ise yine şişirme gazına bağlı olarak ısı iletkenlik değeri 0,025 W/mK değerlerine kadar düşer (Şekil 3.20).



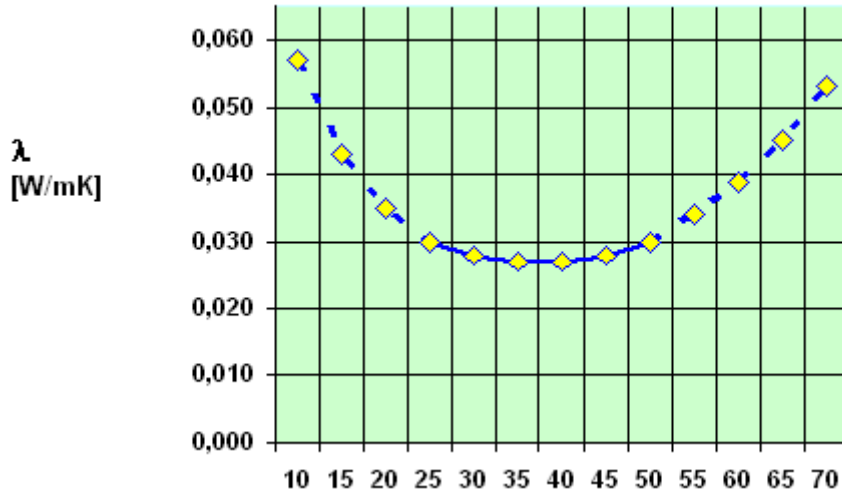
Şekil 3.20. XPS 'in Hücre Yapısı

Yoğunluğun 25 kg/m^3 'ün altına düşmesi halinde hücreler arasında zarın incilmesi sonucunda radyasyonla iletim artacağından ısı iletkenlik değeri hızla kötüleşmektedir.

DIN 18164 no 'lu Alman standardında ve TS 825 'deki (Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı) ısı iletkenlik ve yoğunluk değerlerinin esas alındığı DIN 4108 no 'lu XPS ürünler minimum 25 kg/m^3 yoğunluk ile sınırlandırılmıştır [9,10].

Yine yoğunluğun 50 kg/m^3 değerinin üzerine çıkması durumunda hücre zarının kalınlaşması sonucunda iletim yoluyla ısıl iletim artacağından ısı iletkenlik değeri kötüleşir.

Sonuç olarak en iyi ısı iletkenlik değerinin $28-48 \text{ kg/m}^3$ yoğunluklar için geçerli olduğunu söyleyebiliriz. Ekstrüde Polistren Isı yalıtım Malzemelerinin ısı iletkenlik değerinin yoğunluk değişimi ile ilişkisi Şekil 3.21 ' de gösterilmiştir.



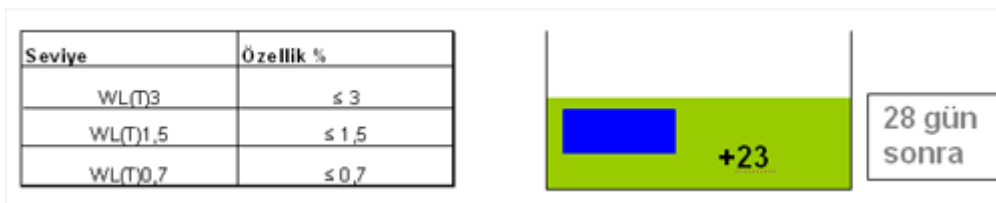
Şekil 3.21. Isı iletkenlik değeri ile yoğunluk değişimi

b) Su Emme:

Su bünyesine girdiği ısı yalıtım malzemelerinin bozulmasına neden olduğu gibi, ısı yalıtım değerlerini de düşürmektedir. Su ısıyı havadan 25 kat daha fazla iletmektedir. Hücre yapısı sayesinde suya ve neme karşı dayanıklı Ekstrüde Polistren Köpükler yapılarda uzun ömürlü ve güvenli detay çözümleri sunar. Suyun sebep olacağı yalıtım zaafalarına meydan vermez, yalıtım performansını yapı ömrü boyunca devam ettirir.

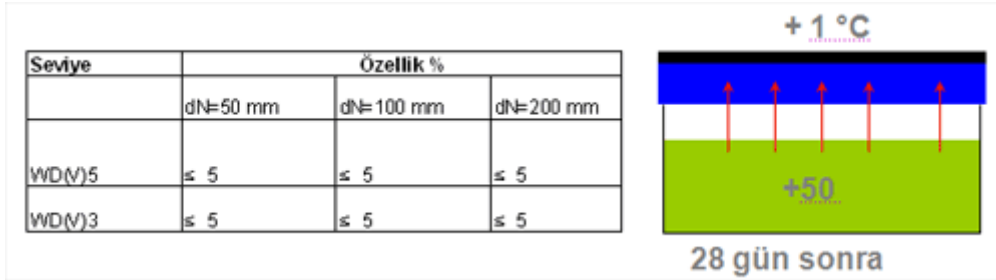
XPS levhalarının bu özelliği sayesinde detaylarda önemli avantajlar sağlar. Örneğin Teras Çatılarda Ters Teras Çatı Sisteminde olduğu gibi su yalıtımını koruyan, uzun ömürlü detay çözümlerine olanak tanır. Ya da Dış Cephe mantolama sistemlerinde sürekli dış iklim şartlarına maruz kaldığında suyu bünyesine emmediği için ve donma-çözülme döngüsündeki dayanımı sayesinde malzemenin dayanıklılığı bina ömrü boyunca sürekli ve zaman içinde ısı yalıtım performansı değişmez (Şekil 3.22, Şekil 3.23, Şekil 3.24).

Tam Daldırma ile Uzun Süre Su Emme (Wlt) EN12087:



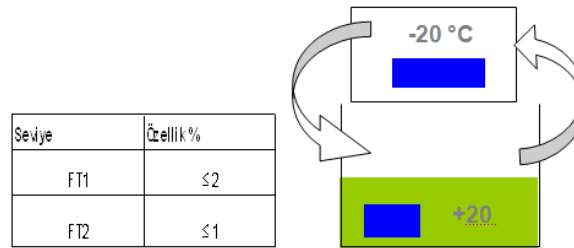
Şekil 3.22. XPS 'in su emme durumu

Difüzyon ile Uzun Süreli Su Emme (Wdw) EN 12088:



Şekil 3.23. XPS 'in uzun süreli su emme durumu

Donma-Çözülme Dayanımı (Ww) EN 12091:



Şekil 3.24. XPS 'in donma-çözülme dayanımı

c) Mekanik Özellikleri:

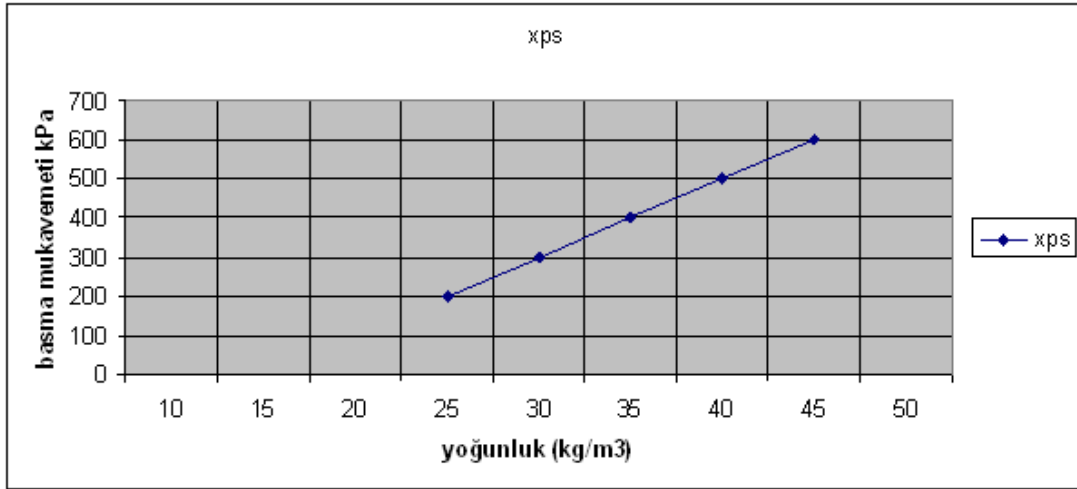
Ekstrüde Polistren Köpüklerin bir diğer üstünlüğü de kısa ve uzun süreli yüklemeler karşısında gösterdiği yüksek mekanik dayanımdır. Bir ısı yalıtım malzemesi yük altında iken basma dayanımı ne kadar yüksek olursa kalınlığındaki azalma o kadar az olur ki, bu da termal direnç değerini korur. Termal direnç değeri kalınlık ile doğru orantılıdır [9,18].

$$R = \frac{d}{\Lambda}$$

Ekstrüde Polistren Köpükler basma dayanımı en yüksek malzemelerden biridir. Güvenli tarafta kalmak için de malzemelerin %10 deformasyondaki basma dayanımları esas alınmalıdır.

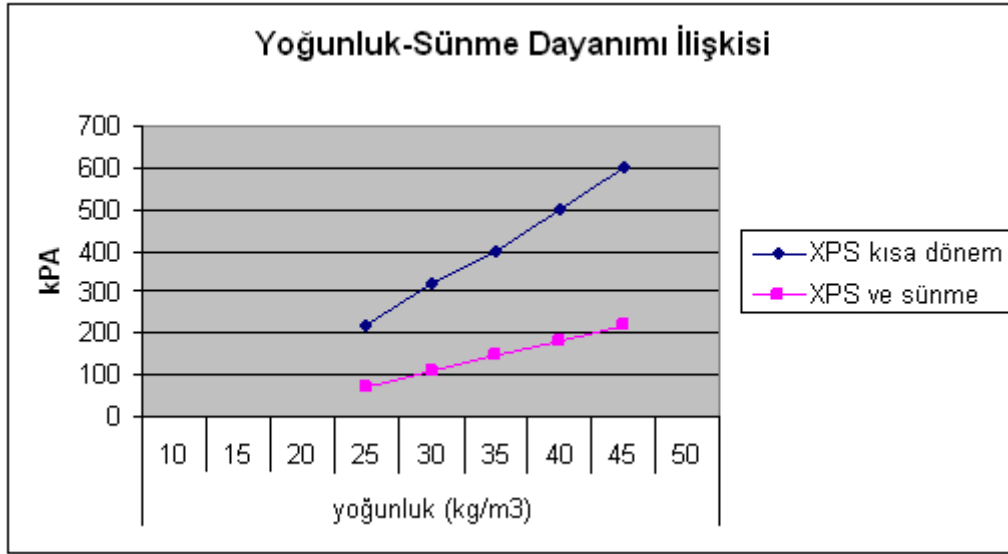
Yoğunluk ve XPS ürünlerin en önemli özelliklerinden olan Basma/ Sünme dayanımı arasında doğrusal bir ilişki vardır. Yoğunluk arttıkça basma ve sünme dayanımları artar (Şekil 3.25).

Yoğunluk - Basma Dayanımı İlişkisi:



Şekil 3.25. XPS 'in yoğunluk-basma dayanımı

Yoğunluk - Sünme Dayanımı İlişkisi:



Şekil 3.26. XPS 'in yoğunluk-sünme dayanımı

Sünme: Sabit yük altında uzun süreli deformasyon (Şekil 3.26).

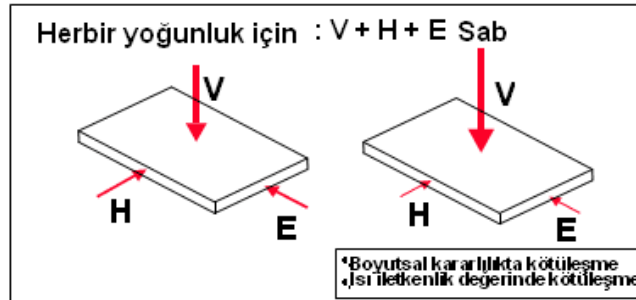
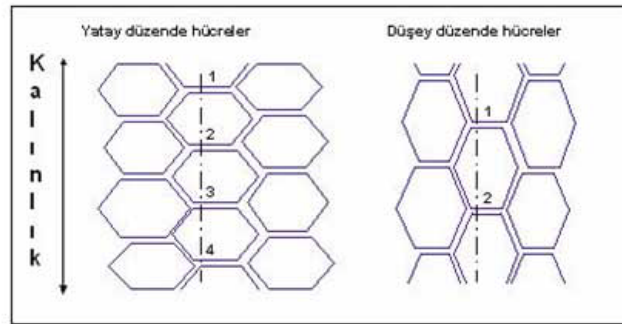
- Test metodu ve hesaplamalara göre (EN 1606), 20 ila 50 yıllık period tahmin edilmiştir.
- Sünmede normal limit olan maksimum %2 (EN 1606'ya göre) kabul edilmektedir.
- Güvenlik değeri = 3 alındığında çıkan sonuç DİZAYN DEĞERİ dir. (30kg/m³ yoğunluk için : 300/3 = 100 kPa = dizayn değeri).

d) Boyutsal Stabilite:

Yalıtım malzemeleri amaçları gereği ciddi ısı değişimlerine maruz kalacaklardır. Plakaların iki yüzü arasında yüksek sıcaklık farklılıkları olacağı gibi, gece-gündüz döngülerinde hızlı ısı değişimlerine maruz kalacaklardır. Bu açıdan bakıldığında boyutsal kararlılık ısı yalıtım malzemelerinin vereceği hizmetin ne kadar iyi olacağını belirleyen en önemli özelliktir.

Ekstrüde Polistren Köpüklerde hücre yapısının ve düzeninin 3 yönde de dengede olması beklenir.

- uzunluk (ekstrüzyon doğrultusu-E-)
- genişlik (yatay doğrultu -H-)
- kalınlık (düşey doğrultu -V-)



Şekil 3.27. XPS 'in yoğunluk stabilite dayanımı

XPS ısı yalıtım levhalarının boyutsal kararlılığı 0,07 mm/mK .dir (Şekil 3.27).

e) Su Buharı Geçirgenliği (μ):

$\mu=50-250$; EN 12086 Ekstrüde Polistren Malzemeler optimum buhar difüzyon direnci sayesinde kullanım yerine uygun μ değerine sahiptir. Su buharı difüzyon direnci; bir malzemenin belirli sıcaklık, nem ve kalınlık koşulları altında birim zaman da birim alandan geçen su buharı miktarını ifade eder. Yapıların duvarından

gerçekleşen difüzyon (halk arasında nefes alma) mekanizması, her yapı malzemesinde, μ (mü) değeri olarak tanımlanır ve her malzemenin bir buhar geçiş difüzyon katsayısı mevcuttur. Bu değer, malzemelerin havaya oranla buhar geçiş direncini tanımlamaktadır. Bazı yapı malzemelerinin μ değerleri:

$$\mu \text{ Hava} = 1$$

$$\mu \text{ Mineral Yün} = 1$$

$$\mu \text{ EPS} = 20-100$$

$$\mu \text{ XPS} = 50-250$$

$$\mu \text{ Bitümlü Membran} = 20.000 - 50.000$$

$$\mu \text{ Alüminyum Folyo} = 1.000.000$$

Sd Değeri Ne İfade Eder ?

$Sd = \mu \times d$; Nefes alma, malzemenin birim direnç değerinin yanında, kullanıldığı kalınlık ile de doğru orantılıdır. Önemli olan su buharının katetmesi gereken yolun uzunluğudur. $Sd = \text{Hava tabakasına eşdeğer kalınlıktır}$. Örnek verecek olursak aşağıdaki yapı malzemelerinde su buharının katedeceği mesafeler [17],

3 cm XPS Levha için Sd değeri:(duvar malz. için ort.)	$100 \times 0.03 =$	3.0 m
4 cm EPS Levha için Sd değeri:	$50 \times 0.04 =$	2.0 m
20 cm Betonarme duvar Sd değeri:	$100 \times 0.20 =$	20.0 m
2 mm Bitümlü Membran Sd değeri:	$20.000 \times 0.002 \text{ m} =$	40.0 m

Şekil 3.28. Sd Değerleri

DIN 4108 Standardına göre nefes almazlık sınırı $Sd = 1500 \text{ m.}'dir$.

f) Yangın Dayanımı:

Bir malzemenin yangın reaksiyonu, bu malzemenin yanıcı olup olmadığı, alev sürekliliğinin derecesi ve yanan damlalar oluşturup oluşturmadığını gösterir. Yangın direnci, malzemenin yangın karşısında yapısal kararlılığını ne kadar zaman sürdürebildiğidir.

Aşağıdaki parametrelerden etkilenir;

- Yangın geciktirici katkı oranı
- Şişirme gazı alevlenirliği
- Test numunesi (Kalınlık)
- Ürün Yoğunluğu

XPS ısı yalıtım levhaları B1 - zor alev alabilen yangın sınıfına sahiptir. Alev kaynağının sürekli temas etmesi ile yanmaya devam eder. Alev kaynağı uzaklaştırılınca yanma durur (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. DIN 4102'ye göre yapı malzemelerinin yanıcılık sınıfları

Yapı Malzemesi	Yanmaz		Yanar		
	A1	A2	B1 Zor alev alır	B2 Normal alev alır	B3 Kolay alev alır
Lifli malzemeler, MW Camyünü, Kayayünü	●	●	●		
Genleştirilmiş Polistiren, EPS			●	●	
Poliüretan, PUR			●	●	
Cam Köpüğü	●				
Doğal Mantar				●	
Kamış				●	●
Ahşap				●	
Ekstrude Polistiren, XPS			●		

g) Isıl Özellikleri:

Ekstrüde Polistren Köpükler termoplastik malzemelerdir. XPS levhaların doğrudan ve sürekli temas ettiği yüzey sıcaklığı 75 °C 'yi aşması durumunda kullanılması tavsiye edilmez. Yüksek ısılara maruz kalması durumunda, yumuşama ve takibinde geri dönüşü olmayan boyut değişikliği, mekanik mukavemetinde zayıflamalar gözlemlenir. Minimum kullanım sıcaklığı ise -50 °C'dir.

Kimyasal Özellikleri:

XPS ısı yalıtım levhaları, solvent içermeyen bitümlü bileşenler, su bazlı ahşap kaplamalar, kireç, çimento, sıva, alçı, çimento harcı, alkol, asit ve bazlar gibi yapı malzemelerine karşı dirençlidir.

Bazı organik maddelerden, solvent bazlı ahşap kaplamalar, kömür katranı ve türevleri(aerosol vb.), boya inceltici solvent ve genel solventler (aseton, etil asetat, petrol toluen) beyazlatıcı özler içeren maddelerin XPS levhalar ile doğrudan temas etmesinden kaçınılmalıdır.

XPS ısı yalıtım levhaları uzun süreli direk güneş ışığına maruz bırakılmamalı, Ultraviyolede etkilenmesi önlenmelidir. XPS ısı yalıtım levhaları, bünyelerinde küf ve bakteri barındırmazlar. Hayvanlar tarafından sindirilemezler. XPS ısı yalıtım malzemeleri zehirli değildir. İnsan sağlığına zararlı değildir [21].

d) Smartpan Dekoratif Yalıtım Plakası ile Isı Yalıtımı:

Öncelikli malzeme EPS yalıtım malzemesidir ve bu malzemenin özellikleri yukarıda detayları ile açıklanmıştır.

Smartpan isimli ısı yalıtım malzemesi yeni bir uygulamaya ışık tutmayı hedefleyen üründür. Geleneksel uygulama dediğimiz ve detaylarını belirttiğimiz yalıtım sistemi ile yapılan binalardaki yalıtım zafiyetlerinin neler olduğunu ve bu yeni ürün ile aralarında ne gibi farklar, maliyet açısından ne denli kar olduğu ve zamandan ne denli tasarruf edildiğine dikkat çekilecektir [26].

Smartpan Dekoratif yalıtım malzemesi tercih sebebidir, çünkü;

- Doğal taş dokusuna sahiptir,
- %100 yalıtımlıdır,
- Enerji maliyetinizi düşürür,
- Hafiftir,
- Dayanıklıdır,
- Kolay taşınır,
- Kolay uygulanır,
- Zamandan tasarruf sağlar,
- Çok amaçlı kullanım sağlar,
- Şık ve dekoratiftir [26],
- Sonsuz renk alternatifi sunar.



Şekil 3.29. Smartpan Dış cephe yalıtım malzemeleri



Fugalı Taşpan

En:152,5cm Boy:50cm Kalınlık:4cm
Yoğunluk:24kg/m³ (dansite)



Fugalı Taşpan Köşe

En:25x25cm Boy:50cm
Kalınlık:4cm
Yoğunluk:24kg/m³ (dansite)



Fugalı Parke Taşı

En:152,5cm Boy:50cm Kalınlık:4cm
Yoğunluk:24kg/m³ (dansite)



Fugalı Parke Köşe

En:25x25cm Boy:50cm
Kalınlık:4cm
Yoğunluk:24kg/m³ (dansite)



Fugalı Kale Taşı

En:152,5cm Boy:50cm Kalınlık:4cm
Yoğunluk:24kg/m³ (dansite)



Fugalı Kale Köşe

En:25x25cm Boy:50cm
Kalınlık:4cm
Yoğunluk:24kg/m³ (dansite)



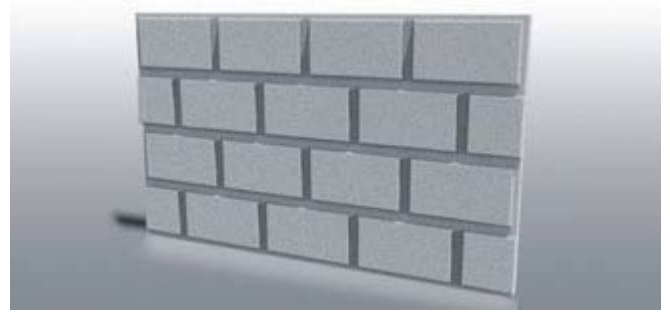
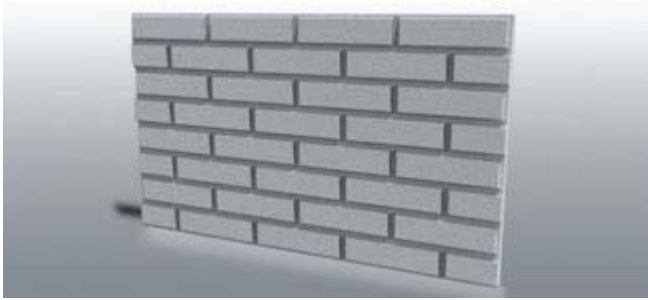
Fugalı Kayrak Taşı

En:152,5cm Boy:50cm Kalınlık:4cm
Yoğunluk:24kg/m³ (dansite)



Fugalı Kayrak Köşe

En:25x25cm Boy:50cm
Kalınlık:4cm
Yoğunluk:24kg/m³ (dansite)



Şekil 3.30. Smartpan Dış cephe yalıtım malzemeleri

Smartpan Dış Cephe Yalıtım Malzemesinin Teknik özellikleri:

İstanbul Teknik Üniversitesi'nin Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nde yapılan deneyler sonucu çıkan rapor sonuçları Ek-1 'de detaylı olarak verilmiştir. Aşağıda çıkan veriler EPS üzerine uygulanan kimyasal bileşenli harca ait verilerdir (Şekil 3.29, Şekil 3.30).

Kıyı Yalıtım Tek. Deko. Nş. Yapı El. Ürt. San. Tic. Ltd. Şti. tarafından gönderilen dış cephe sıvası TS 7847 Şubat 1990 tarihli, “ Hazır Sıva Dış Cepheler için, Sentetik Emülsiyon Esaslı ” başlıklı standartta verilen, Dona Dayanıklılık, Sıcağa Dayanıklılık, PH Değeri, Su Buharı Geçirgenliği, Alkali Dayanıklılığı deneylerine tabi tutularak aşağıdaki rapor düzenlenmiştir (Ek-1 ve Ek-2).

a) Dona dayanıklılık:

Uygulama: Hazır sıvalar ortalama 500 ml' lik 2 adet cam kaba konarak hava almayacak şekilde kapanır, sonra aşağıdaki sıcaklıklarda tutulma işlemi 3 kez belirtilen sürelerde uygulanır.

-10 °C ± 1 °C 16 saat

23 °C ± 2 °C 8 saat

Standarda göre olması gereken sonuç: Deneme sonucunda kalınlaşma, jelleşme, topraklanma görülmemeli, mala, rulo ve/veya tabanca ile uygulandığında homojen bir sıva tabakası verebilmelidir.

Sonuç: Deneme sonrası topraklanma ve yüzeye uygulamada sıkıntılar görülmemiştir.

b) Sıcağa Dayanıklılık:

Uygulama: Hazır sıvalar ortalama 500 ml 'lik 2 adet cam kaba konarak hava almayacak şekilde kapanır. Bunlar $80\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' de 1 hafta bırakıldıktan sonra oda sıcaklığına kadar soğutulur.

Standarda göre olması gereken sonuç: Jelleşme, topraklanma ve belirgin bir renk değişikliği görülmemeli, mala, rulo ve/veya tabanca ile uygulandığında homojen bir sıva tabakası verebilmelidir [26].

Sonuç: Çıkan sonuç uygundur.

c) PH Değeri:

Uygulama: Hazır sıvaların pH 'ı kalomel veya standart hidrojen elektrod kombinasyon bağlanmış olan pH metre ile $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de ölçülür.

Standarda göre olması gereken sonuç: Hazır sıvaların pH değeri 7.5-10 olmalıdır.

Sonuç: pH = 7.9 uygundur.

d) Su Buharı Geçirgenliği:

Uygulama: Çelik kabın içine bir miktar (yaklaşık 100 gr) CaCl_2 konulduktan sonra üzerine sıva tabakası oturtulur, çelik kap ile sıva tabakası temas yüzeyine ince yapışkan bantlar konularak sıva tabakasının kayması önlenir. Çelik kap ve sıva tabakasının dış yan yüzü ince bir parafin ile kaplanarak sızdırmazlık sağlanır ve kap tartılır. Hazırlanan bu kap içinde doymuş $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ solüsyonu bulunan desikatöre

yerleştirilir. 5 gün sonra kap desikatörden çıkarılarak tartılır. Sonra her gün tartılarak kütle artış farkı lineer olana kadar kaydedilir.

Standarda göre olması gereken sonuç: Su buharı geçirgenliği en az 0.5 m^{-1} olmalıdır.

Sonuç: 2 m^{-1} . Çıkan sonuç uygundur.

e) Alkali Dayanıklılığı:

Uygulama: 3 adet hazır sıva plaka %2 'lik NaOH solüsyonuna daldırılır. 4., 8. ve 15. günlerde birer plaka solüsyondan çıkarılarak musluk suyu ile yıkanır ve 7 gün oda sıcaklığında kurutulduktan sonra yüzey incelenir.

Standarda göre olması gereken sonuç: Hazır sıvaların yüzeyinde kalkma, pul pul kabarma, çatlama gibi bozulmalar görülmemelidir.

Sonuç: Yüzeyde herhangi bir sorun görülmemiştir. Sonuç olumludur.

Yukarıdaki deneylere ilave olarak,

f) Işık Haslığı (Yaşlandırma):

Numune ek yerleri aynı firmaya ait elastik tutkalla birleştirilmiş $15 \times 30 \text{ cm}$ ebadında polistiren köpük (EPS) üzerine sıva püskürtülerek hazırlanmıştır.

Hazırlanan numuneye 0.78 W/m^2 gücünde UV ışığı sabit sıcaklık ve nem altında 20 gün süreyle UV test kabini içinde tatbik edilmiştir.

Sonuç olarak, numunede herhangi bir renk değişikliği, rötire çatlağı ve döküntü gözlemlenmemiştir.

Kıyı Yalıtım Tek. Deko. Nş. Yapı El. Ürt. San. Tic. Ltd. Şti. tarafından gönderilen numune TS 7847 Şubat 1990 standardı dahilinde ışık haslığı testine tabi tutularak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Kesin Sonuç:

Numune ek yerleri aynı firmaya ait elastik tutkalla birleştirilmiş 15 x 30 cm ebadında polistiren köpük (EPS) üzerine sıva püskürtülerek hazırlanmıştır.

Hazırlanan numuneye 0.78 W/m² gücünde UV ışığı sabit sıcaklık ve nem altında 50 gün süreyle UV test kabiniinde tatbik edilmiştir.

Sonuç olarak, numunede herhangi bir renk değişikliği, rötire çatlağı ve döküntü gözlemlenmemiştir. Numune ömrü 30 yıl olarak belirlenmiştir [26].

Smartpan Dış Cephe Isı Yalıtım Sistemi içinde bulunan her malzemeye 5 yıl boyunca ürün garantisi veriliyor. Smartpan Isı Yalıtım Sistemi doğru yalıtım kalınlığı ve işçilikle uygulandığında binanın ömrü boyunca ısı yalıtım görevini sağlıklı bir şekilde yerine getiriyor.

d) Gazbeton ile Isı Yalıtımı:

Gazbeton “hafif beton” grubunda yer alan bir yapı malzemesidir.. Üretiminde kullanılan hammaddeler kuvarsit, çimento, kireç, alçıtaşı, gözenek oluşturucu ve sudur. Hacim olarak % 70-80 gözeneklerden oluşur. Gözenekler küçük, yuvarlak ve homojen dağılım gösterirler. Bilinen en hafif (350-400 kg/m³) ve ısı iletkenlik değeri düşük (0.11-0.13 W/mK) kagir duvar malzemesidir.



Şekil 3.30. Gaz Beton

Gazbeton bugün dünyada yaygın olarak kullanılmakta, yüksek performansı ile Amerika'dan Japonya'ya kadar birçok ülkede üretilip pazarlanmaktadır. Avrupa Birliği ülkelerinde ve Japonya, Amerika gibi ülkelerde yüksek ısı yalıtım ve hafiflik özellikleri ile yapının yangın ve deprem güvenliğini artırması nedeniyle pazarın önemli bir ihtiyacını karşılamaktadır.

Üstün özellikleri ile gazbeton yapı malzeme ve elemanları; tek ve çok katlı konutlarda, sosyal ve turistik tesislerde, ticaret ve sanayi yapılarında sağladığı ekonomi, kalite, konfor ve hız nedeniyle güvenle kullanılmaktadır [22].

Gazbeton, mevcut duvar malzemeleri içinde ısı yalıtım gücü en yüksek olanıdır. Bina duvarlarında tam anlamıyla ısı yalıtımı sağlamanın pratik ve ekonomik çözümü Gazbeton kullanmaktır. Tuğla, taş, briket gibi malzemelerle yapılmış duvarlar ancak ilave maddeler ve ek masraflarla gazbetonun tek başına sağladığı üstün yalıtım gücüne ulaşabilirler. Gazbeton duvarlarda, küçük boyutlu malzemelerle örülmüş duvarlara oranla ısı köprüleri çok daha azdır.

Gazbeton Yalıtım Özellikleri ve Sağlanan Avantajları:

TS825, Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı'nda, yapılarda kullanılacak malzeme cins ve sınıfları ile bu malzemelerin yalıtım özellikleri listelenmiştir.

Ayrıca ülkemizdeki değişik iklim şartlarına sahip dört ısı bölgesi için; yalıtım ihtiyaçları ve hesap yöntemleri belirlenmiştir.

Gazbeton, kâgir duvar malzemeleri içinde yalıtım gücü en yüksek olanı olarak standartta yer almaktadır. Yoğunluğu 350 kg/m³ olan gazbeton için ısıl iletkenlik katsayısı $\lambda=0.11$ W/mK olarak belirlenmiştir.

Bu dikkate değer yalıtım değerine sahip gazbeton malzemesi ile inşa edilen yapı duvarları, standartta istenilen yalıtım düzeyini fazlasıyla sağlamaktadır.

EPS ve XPS Malzemelerinin karşılaştırılması:

Tablo 3.3. EPS ve XPS in karşılaştırılması

ISI YALITIM MALZEMELERİ FAYDA/MALİYET HESAPLARI EPS/XPS KARŞILAŞTIRMASI					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Yalıtım malzemesi	Isı iletkenliği hesap değeri λ_h	Kalınlık d	Isı geçirgenlik direnci d/λ_h	1 m ² maliyeti	Ekonomik değer \square 1\$ başına ısıl direnç
	(W/mK)	(m)	(m ² K/W)	USD/m ²	(m ² K/W)/USD
EPS (yoğunluk 28 kg/m ³)	0,035	0,035	1,00	1,63	0,613
XPS (yoğunluk 28 kg/m ³)	0,031	0,031	1,00	2,81	0,356
28 kg/m ³ EPS \square 44 USD/m ³	(44 USD/27)= 1,63 USD/m ² ; 27 \square (3.5 cm kalınlıkta levha sayısı – 1)				
28 kg/m ³ XPS \square 90 USD/m ³	(90 USD/32)= 2,81 USD/m ² ; 32 \square 3.1 cm kalınlıkta levha sayısı				
Alınan bu örnekte görüleceği gibi, harcanan her USD başına en büyük ısı geçirgenlik direncini sağladığı için en ekonomik ve etkin yalıtım malzemesi, EPS olmaktadır.					
Cam yünü, taş yünü v.b. diğer ısı yalıtım malzemelerinin fayda-maliyet karşılaştırmalarını da, aşağıdaki formüllere göre günün geçerli fiyatlarını esas alarak yapabilirsiniz.					
Isı geçirgenlik direnci (4)	$\frac{\text{Malzeme kalınlığı (3)}}{\text{Malzemenin ısı iletkenlik hesap değeri (2)}}$				
Ekonomik değer (6)	$= \frac{\text{Isı geçirgenlik direnci (4)}}{\text{Metrekare maliyet (5)}}$				

Ülkemizde yüksek pazar payına sahip ısı yalıtım malzemeleri EPS, XPS ve mineral yünleri (MW)'dir. Ancak bu malzemelerin teknik özellikleri ile ilgili bilgiler sektörümüzde son derece sınırlı kalmıştır. Aşağıda, EPS, XPS ve MW'un bazı önemli teknik özellikleri ile ilgili karşılaştırma özeti her ürüne ait EN normları (Avrupa Normları) ve diğer uluslar arası kaynaklar esas alınarak verilmiştir (Tablo 3.3).

Isı iletkenliği:

EN Normlarında ısı iletkenliği ile ilgili sınır değerler verilmemiş ve üreticinin beyanına bırakılmıştır. Aşağıda, her malzemenin ısı iletkenliğini etkileyen faktörler ve ısı iletkenliğinin değişim aralığı açıklanmıştır.

EPS 'nin ısı iletkenliği yoğunluğuna bağlıdır. Yoğunluk arttıkça ısı iletkenliği azalır. Üretimde, şişirici gaz olarak Pentan gazı kullanılmaktadır. Ozon'a zarar vermeyen ve iklim değişikliklerine sebep olmayan çevre dostu bu gaz, üretimi takip eden saatler içinde havayla yer değiştirir ve ürünün ısı iletkenliği küçük gözenekler içinde hapsedilmiş hava ile sağlanır ve sabit kalır. EPS 'nin ısı iletkenliği hesap değeri, yoğunluğun 15–45 kg/m³ arasında değerler alması halinde, 0,033 ile 0.040 W/mK arasında değer alır.

XPS 'in ısı iletkenliği kullanılan şişirici gaza göre değişmektedir. En düşük ısı iletkenliği Ozon'a zarar veren CFC 'lerle sağlanmaktadır. Ancak günümüzde bu gazların kullanımı yasaktır. Ozon'a daha az zarar veren HCFC 'lere geçildikçe, ürünün ısı iletkenliği artmakta ve iklim değişikliklerine sebep olan sera etkisi görülmektedir.

Avrupa Birliği ülkelerinde 2002 yılından itibaren HCFC 'lerin kullanımı yasaklanmıştır. Bu durumda şişirici gaz olarak HCFC 'ler veya CO₂ kullanılması gereklidir. Bu gazların kullanımı ısı iletkenliğinde yine artışa sebep olmaktadır. Diğer yandan, XPS 'in üretimde kullanılan şişirici gazların (CO₂ hariç), havayla yer değiştirmesi, aylar hatta yıllar sürmektedir ve XPS ürünlerin ısı iletkenliği,

üretiminde kullanılan şişirici gaz ile sağlanmaktadır. Havadan daha düşük ısı iletkenliğine sahip bu gazların hava ile yer değiştirmesi sonucu, ürünün ısı iletkenliği artmaktadır. XPS ürünlerin ısı iletkenlikleri zamanla artmakta, malzeme yaşlanmaktadır. XPS 'in ısı iletkenliği hesap değeri, şişirici gaza bağlı olarak, 0,030–0,045 W/mK arasında değerler alır. Düşük ısı iletkenliği veren şişirici gazlar, Ozon'a zarar verdikleri için ve/veya iklim değişikliklerine sebep oldukları için kullanımları yasaklanmıştır veya kısa bir süre içinde yasaklanacaklardır. Sonuç olarak yalıtım projesinde EPS veya XPS yazılması, ürünün ısı iletkenliğinin tanımlanması için yeterli değildir. En az EPS için hangi yoğunluğun seçileceği belirtilmeli; XPS için ise, kullanılan şişirici gaz tanımlı olmalıdır. EPS ve XPS ürünlerin ısı iletkenlikleri, birbirine yakın değerlerdedir, ancak XPS 'in ısı iletkenliği yapıda zamanla artış gösterirken, EPS 'nin değerleri sabit kalacaktır. Mineral yünlerinin (Camyünü, taşyünü) ısı iletkenlikleri de, EPS ve XPS 'in değerlerine yakın, fakat biraz daha yüksektir. XPS 'in üretimde kullanılan şişirici gazların evreye zararlı etkileri azaldıkça, XPS ürünlerin ısı iletkenlikleri de, mineral yünlerine benzer yüksek değerlere ulaşmaktadır. Ancak, mineral yünleri daha düşük basınç dayanımı ve özel işlem görmedikleri durumda, açık gözenekleri sebebiyle yüksek su emme gösterirler. Yapıda mineral yünlerinin ıslanması veya yük altında kaldığında önemli azalmaların olması halinde, kullanım sırasında ısı iletkenliğindeki artış büyük değerler alır.

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 %10 deformasyondaki basınç gerilmesi/dayanımı ise, EN 13164 'te 100 – 1000 kPa olarak verilmektedir [16]. Rakamlardan da görüldüğü üzere mineral yünlerinin basınç dayanımları çok küçük değerlere kadar inmektedir. EPS, binalarda normal şartlarda meydana gelebilecek yükleri taşıyabilecek kapasitedir. Ağır trafik yükü, vb. ekstrem durumlarda meydana gelebilecek aşırı gerilmeler için EPS 'nin basınç gerilemesi daha yüksek sınıfları vardır.

Eğilme dayanımı:

Mineral yünlerinin eğilme dayanımı EN 13162’de sınırlandırılmamıştır. EPS için eğilme dayanımı EN 13163 ’te 50 – 750 kPa olarak verilmekte; XPS ’in eğilme dayanımı ise, EN 13164 ’te sınırlandırılmamaktadır. Eğilme dayanımının uygulamada anlamlı olması için, ürünün esneme kabiliyetini gösteren dinamik rijitliğinin küçük olması gerekir. Böylece ısı yalıtımının yanında ses yalıtımı da yapabilmesi mümkün olur. XPS esneme kabiliyeti olmayan bir malzemedir, dolayısıyla EN normunda dinamik rijitliğin ölçülmesine gerek duyulmamıştır. Mineral yünleri ve EPS esneme kabiliyetine sahip, dolayısı ile de ses yalıtım amacıyla da kullanılacak malzemelerdir. EPS ses yalıtım levhaları özel olarak üretilirler ve dinamik rijitlikleri 5 MN/m³’ten daha küçük olur. EN normunda mineral yünlerinin dinamik rijitliğin ölçülmesi belirtilmiş, ancak sınır değerleri verilmemiştir.

Su buharı difüzyon direnç faktörü:

Mineral yünlerinin su buharı dirençleri çok küçüktür, havaya eşdeğerdir ($m=1$). EPS ’nin buhar direnci geniş bir aralıkta değişebilir ($m=20-100$). Dolayısı ile de uygulamanın gerektirdiği şartlar malzeme israfına sebep olmadan sağlanabilir. XPS ’in buhar direnci genellikle yüksektir ($m=80-200$). Özel ürünlerinde 250 ’ye kadar çıkabilir. XPS ’in daima yüksek su buharı difüzyon direnç faktörü sebebiyle, XPS ürünler dışarıdan ısı yalıtım uygulamaları için kullanılmamalıdır. Dışarıdan yalıtım tekniğinde, yalıtım malzemesinin su buharı direnci küçük olmalıdır. Mineral yünlerinin su buharı direnci çok küçüktür ancak bu durumda üzerine uygulanacak sıva ile yalıtım malzemesinin ara kesitinde yoğuşma riski vardır. 15–16 kg/m³ yoğunluklardaki EPS hem buhar difüzyon direnci bakımından en uygun seçeneği sunar, hem de üzerine uygulanan sıvayla beraber çalışarak, sıvanın çatlamasını önlerken sıvanın altında yeterli mekanik özelliklere sahip sert bir zemin oluşturur.

Su emme durumu:

Mineral yünleri, açık gözenekleri sebebiyle, özel olarak tedbir alınmaz ise, su emmeleri çok yüksek malzemelerdir. Kapalı gözenekleri sebebiyle EPS ve XPS 'in su emmeleri düşüktür. XPS 'in su emme değerleri EPS 'den biraz daha düşüktür, ancak belirli yoğunluklarda EPS 'nin su emme değerleri XPS 'in su emme değerine kadar düşebilir.

Yanıcılık durumu:

Mineral yünlerinin ana maddesi olan cam ve taş lifler yanmaz. Ancak bu lifleri bir arada tutmak için katılan polimer bağlayıcı yanıcıdır. Mineral yünlerinin yangın karşısındaki davranışı, polimer bağlayıcının miktarı ile yakından ilgilidir.

EPS ve XPS alevden etkilenen malzemeler olduğundan, binalarda EPS 'nin B1 sınıfı zor alev alan tiplerinin kullanılması uygun olur.

Fiyat durumu:

Karşılaştırılan malzemeler arasında en ekonomik olan malzeme EPS 'dir. EPS, değişik yoğunluklarda üretilebilmesi ve yoğunluk değişimi ile teknik özelliklerinin istenilen aralıklarda değiştirilebilmesi ile diğer malzemelerle aynı ısı performansı malzeme israfına sebep olmadan en ekonomik şekilde sunan, özellikleri zaman içinde kötüleşmeyen, yaşlanmayan, tüketici ve çevre dostu bir ısı ve ses yalıtım malzemesidir.

3.2.3. Farklı ısı iletkenliğine sahip ısı yalıtım malzemelerinin aynı ısı direnci (d/l) sağlaması için gerekli eşdeğer kalınlıklar

Tablo 3.4. Aynı ısı direnci için eşdeğer kalınlıklar

Isıl Direnci (m ² K/W)	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0	2.0	2.1
Isı İletken.	Eşdeğer Kalınlıklar (mm)																						
0,03	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6
0,03	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6
0,03	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6
0,03	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
0,03	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7
0,03	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7
0,03	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7
0,03	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7
0,03	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8
0,03	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8
0,04	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8

Tablo 3.5. Aynı ısı direnci için eşdeğer kalınlıklar

Isıl Direnci (m ² K/W)	2.0	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5	2.6	2.6	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0	3.1
Isı İletken.	Eşdeğer Kalınlıklar																						
0,03	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9
0,03	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9
0,03	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9
0,03	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	101	102
0,03	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	100	102	104
0,03	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	100	102	103	105	107
0,03	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	101	103	104	106	108	110
0,03	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	100	102	104	105	107	109	111
0,03	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	101	103	105	106	108	110	112	114
0,03	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	101	103	105	107	109	111	113	115	117	119
0,04	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	100	102	104	10	108	110	112	114	116	118	120	122	124

3.2.4. Smartpan dış cephe ısı yalıtım malzemesinin diğer ısı yalıtım malzemeleri ile karşılaştırılması

Fiyat Analizi Açısından Karşılaştırma:

Geleneksel Sistemle Uygulanan Yalıtım Sistemleri:

Uygulanacak olan yüzey 100 m² üzerinden hesaplanmaktadır.

Tablo 3.6. Malzeme fiyat tayini

Malzemeler EPS/XPS	Miktarları	Birim Fiyatları	Toplam (TL)
Yapıştırma Harcı	20 torba	10 TL	200 TL
Dübel	600 adet	0,275 TL	165 TL
İlk Kat İnce Sıva	20 torba	30 TL	600 TL
File Dokuma	2,5 rulo	-	70 TL
2. Kat Sıva	20 torba	30 TL	600 TL
Mineral Katkılı Sıva	20 torba	66,25 TL	1325 TL
Dış Cephe Boyası	2,5 kova	45 TL	112,5 TL
İşçilik	5 gün	60 TL	300 TL

- 1 torba yapıştırma harcı 25 kg 'dır. Bu malzeme 5 m² 'ye tekabül etmektedir.
- 1 kolide 300 adet bulunur ve yaklaşık 50 m² 'ye tekabül eder.
- 1 adet rulo fileli yaklaşık 45 m² 'ye tekabül eder.
- 1 kova boya yaklaşık 45 m² alanı boyar (Tablo3.6).

Bu genel yaklaşımlı hesaplama ile çıkan maliyet 3372,5 TL olmaktadır.

3.2.5. Örnek konut projesinin ısı yalıtım çözümlerinde geleneksel yöntemin uygulanışı

Örnek konut projesinde, farklı ısı yalıtım malzemeleri kullanılarak çeşitli ısı yalıtım çözümleri sunulmuştur. Duvarlarda ısı yalıtım sistemi olarak, üç farklı ısı yalıtım malzemesi ile dıştan ısı yalıtım sistemi, duvarlarda dolgu malzemesi gazbeton olmak üzere kolon ve kirişler dıştan ısı yalıtım sistemi uygulanmıştır. Toprağa temas eden duvarlarda ve tabanda, kapalı gözenekli, donmaya ve çözünmeye karşı dayanıklı oluşu, bünyesine su almama özelliği nedeniyle ekstrüde polistren ısı yalıtım malzemesi kullanılmıştır. Çatıda ise uygulama kolaylığı ve ekonomik oluşu nedeniyle alüminyum folyolu cam yünü şilte kullanılmıştır.

Yapılan çalışmada, uygulanan ısı yalıtım sistemlerinin maliyet analizleri de yer almaktadır. Maliyet analizleri yapılırken, çalışmanın gerçekçi olması açısından 2010 yılı Mayıs ayı güncel piyasa fiyatları kullanılmıştır. Maliyetlerin güncelliğini koruması düşünülerek fiyatlar Dolar kuruna çevrilmiştir. Döviz kuru 1 Dolar (\$) = 1,5 TL olarak alınmıştır. Fiyatlara KDV eklenmemiştir [9].

Ekspande polistren ile duvarlarda dıştan ısı yalıtım sistemi ve sistem maliyeti

Yalıtımda uygulanması tasarlanan ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıkları, TS 825 Isı Yalıtım Yönetmeliği 'ne uygun olarak yapılacak ısı ve yoğuşma hesaplarından elde edilecek sonuçlara göre bulunmalıdır.

Tablo 5.3 'te ekspande polistren ısı yalıtım malzemesi kullanılarak oluşturulan duvarlarda dıştan ısı yalıtım sisteminin maliyet analizi yer almaktadır. Maliyet analizi sonucunda, ısı yalıtım sisteminin örnek proje için maliyeti 3300,00 TL (2200,00 \$) olarak bulunmuştur (Tablo 3.7).

Tablo 3.7. Malzeme fiyat tayini

	BİRİM	MİKTAR	m ² MALİYETİ (TL)	KONUT TOPLAM SARFIYATI (m ²)	KONUT TOPLAM MALİYET (TL)
DUVARLAR					
Yapıştırma Harcı	kg	5	2,50	100,00	250,00
EPS Isı Yalıtım Levhası (5 cm.)	m ²	1,05	4,50	100,00	450,00
Yüzey Sıvası	kg	5	2,70	100,00	270,00
Alkali dayanımlı donatı filesi (160 gr.)	m ²	1,1	1,95	100,00	195,00
Plastik çivili dübel	adet	6	0,85	100,00	85,00
Alüminyum köşe profili	mt	0,25	0,20	100,00	20,00
Su bazlı astar	lt	0,12	0,55	100,00	55,00
Orta tekstürlü saf akrilik son kat kaplama	lt	0,45	5,70	100,00	570,00
İşçilik	m ²	1	13,00	100,00	1300,00
İskele	m ²	1	1,00	100,00	100,00

Aynı şekilde uygulanan XPS ve taş yünü yalıtım malzemeleri de ortalama bu maliyetle karşımıza çıkmakta ve yapılan işin süresi maliyeti artış göstermektedir. Amacımızın yalıtımı doğru ve kurallarına uygun yapmak olduğundan ve yalıtımı ülke çapında teşvike etmek olduğundan gelişen teknolojiyi insanlara dekoratif, hızlı ve kolay bir şekilde sunmak olduğunu herkes tarafından kabul görmesini sağlamak olmalıdır. Ürün geliştirme adı altında yapılan Ar-Ge çalışmaları da aslında bu tür problemleri ve teşviki engelleyici unsurları yok etmek olduğundan bu konuda yapılan çalışmalara Devlet ve diğer kurumlar tarafından doğru ve zamanında destek verilmesi önemli bir husustur.

3.2.6. Modern sistemle uygulanan yalıtım sistemleri:

Uygulanacak olan yüzey 100 m² üzerinden hesaplanmaktadır (Tablo 3.8).

Tablo 3.8. Malzeme fiyat tayini

Malzemeler EPS/XPS	Miktarları	Birim Fiyatları (TL/m ²)	Toplam (TL)
Yapıştırıcı (Poliüretan esaslı)	1,5 Tüp	46,60 TL	70 TL
Dübel	-	-	-
İlk Kat İnce Sıva	-	-	-
File Dokuma	-	-	-
2. Kat Sıva	-	-	-
Mineral Katkılı Sıva	-	-	-
Dış Cephe Boyası	-	-	-
İşçilik	2 Gün	25 TL/m ²	2500 TL

- 1 kova boya yaklaşık 45 m² alanı boyar.
- 1 tüp Smartpan poliüretan esaslı yapıştırıcı ile 60-70 m² alana plaka kaplanabilir.



Şekil 3.31. Plaka üzerine yalıtım yapıştırma harcı uygulaması

Yapıştırma hızı, yüksek aderansı ve uygulama kolaylığı gibi avantajlarıyla mantolama sürecini kısaltıyor ve işçilik maliyetini düşürüyor. Kullanıma hazır, poliüretan esaslı, kısa sürede nem ile kürlenerek bir ısı yalıtım levhası yapıştırıcısı olan malzeme, beton, sıva, tuğla, gazbeton, OSB gibi yapı malzemelerinin üzerine doğrudan uygulanabiliyor ve zamana bağlı değişmeyen yüksek performans gösteriyor (Şekil 3.32). Daha kısa sürede daha fazla mantolama uygulaması yapmaya imkân tanıyan son teknoloji ürünü bu malzeme, yağış da dahil tüm hava koşullarında güvenle uygulanabiliyor. Çok kısa sürede kürlenerek 30 dakikadan itibaren sıva uygulamasına hazır hale geliyor. Yüksek aderansı ile üç kata kadar binalarda dübelsiz uygulama imkânı sunan malzeme, yüksek katlı bina uygulamalarında güvenle kullanılabilir. Bir tüpüyle 60-70 m² kadar uygulama yapılabilen malzeme, depolama ve taşıma maliyetlerini de azaltıyor. Poliüretan esaslı yapıştırıcı, konvansiyonel yapıştırıcıların yatay-düşey taşıma, depolama zorlukları ve işleme hazırlama sürecini ortadan kaldıran, iskelede çalışmayı kolaylaştıran pratik bir ambalaja sahip. Kısa sürede daha fazla uygulama yapılmasına olanak sağladığı için işçilik maliyetlerini de düşüren yenilikçi bir ürün. Düşük dinamik sertliği sayesinde ısı yalıtımı sisteminin darbe performansını artıran malzeme, duvar kesitlerinde daha yüksek akustik performans gösteriyor.



Şekil 3.32. Poliüretan esaslı malzeme ile plaka üzerine yalıtım yapıştırma uygulaması

- EPS/XPS yalıtım plakaları üzerine 1 kat M-4 ve 1 kat Klasik malzemesi uygulanmaktadır. Bu uygulama fabrika ortamında yapılabildiği gibi inşaat alanında da yapılabilmektedir.

Bu genel yaklaşımlı hesaplama ile her şey dahil (işçilikli 25 TL/m²) çıkan maliyet 2500 TL olmaktadır. Oluşan fark hem zamandan tasarrufu ve hem de maliyetteki farkı ortaya çıkarmaktadır (Şekil 3.31).

Yukarıda uygulama safhaları verilen her imalat kaleminden yalnızca her şey dahil tek bir fiyata indirgeme ile işi tek kalemde çözmenin zaman ve maliyet açısından ne denli fayda sağladığı ortaya çıkmaktadır ve ayrıca arada %25 gibi bir maliyet ve zamandan da %50 oranında bir tasarruf sağlanmış olacaktır.

Kullanılan kimyasal karışımlı harç malzemesindeki M-4 ve Klasik malzemelerin özellikleri ise şöyle listelenebilir:

M-4 malzemesi için kullanılan malzemeler;

- Çimento (Beyaz ve gri)
- Lif
- Silis kumu
- Turmet dolomit kumu
- Ponza Taşı
- Elotex
- Köpük kesici sıvı

Klasik malzemesi için kullanılan malzemeler;

- Silis kumu
- Ponza taşı

- Akriklik
- Argon
- Litapon
- Cellosize
- Titan
- Sıvı grubu (9 adet sıvı) vb.

Kimyevi malzemeler ile bu plakalar üzerinde su emme, basınç mukavemeti, ısı iletkenliği, buhar difüzyonu gibi teknik özellikleri üst seviyelerde tutmuş oluyor [26].

BÖLÜM 4. SU YALITIMI

Yapıların uzun ömürlü olabilmesi, sağlıklı konforlu ve güvenli bir ortam sağlayabilmesi için iç ve dış etkenlere karşı doğru bir şekilde korunması gerekmektedir. Söz konusu bu iç ve dış etkenlerden korunabilmenin en etkin yolu da yalıtımdır. Bir uzmanlık dalı olan yalıtımın ana unsurları "doğru detay" , "nitelikli malzeme", "sağlıklı uygulama"dır [23].

Yapılarda su yalıtımı, suyun hangi şiddette, hangi halde ve nereden gelirse gelsin yapı kabuğundan içeri girerek yapı elemanlarına dolayısıyla da yapıya zarar vermesini önlemek için yapılır. Suyun yapılarda sıvı veya gaz halinde bulunması yıpranmaların ve zararlı etkilerin en önemli nedenidir. Su yapıya çeşitli şiddetlerde çeşitli yollardan girebilir.

4.1. Suyun Yapıya Sızma Yolları

4.1.1. Cepheden sızma yoluyla rutubet:

Sağlıklı bir sıva katı üzerine uygulanan bir boyadan beş ile on kat daha kalın olan dış cephe kaplamaları, yağmur nedeniyle cepheye vuran suyun içeri sızmasını engeller.

4.1.2. Yoğuşma yoluyla rutubet:

Dış cephe ısı yalıtım sistemi iç cephe duvarlarının yüzey sıcaklığını yükselterek yoğuşmanın oluşmasını önler. Düzenli havalandırma yapılması ise bağıl nem oranını düşüreceği için yoğuşmanın ortadan kaldırılmasına yardımcı olur.

4.1.3. Kılcal su yürümesi yoluyla rutubet:

Koruma sıvası, yapısındaki kanallar yardımıyla suyun buharlaşmasını kolaylaştırarak, yüzeyde rutubet lekelerinin oluşmasını önler [23, 24]. Bu kanallar aynı zamanda, tuzlan bünyesinde saklayarak bunların genişip sıvayı çatlatmalarını engeller.

4.1.4. Zeminden sızan su yoluyla rutubet:

Su yalıtım sistemleri, suyun duvardan geçişine engel olur. Bu tür yalıtım sistemleri öncelikle dışarıdan, su tarafından uygulanmalı, ancak sızıntı veya eski binaların rehabilitasyonunda, su yalıtımı içeriden uygulanmalıdır.

4.1.5. Basınçlı su yoluyla:

Yapıya sürekli ve belli bir hidrostatik basınç yapan suları kapsar. Metre cinsinden su sütunu yüksekliği ile ifade edilen su durumu (kg/m²) olarak basınç yapar. Basınçlı suya karşı yalıtımın detaylandırılması su basıncına ve yapının yalıtım üzerine yapacağı sıkışma basıncı faktörüne göre yapılır.

4.2. Temelerde Su Yalıtımı

Yapıların temel sistemleri genel olarak münferit, mütemadi, kazıklı veya kazıksız radye-jeneral şeklinde projelendirilmektedir [23, 24]. Hangi sistem seçilirse seçilsin yapıların temellerinin, üstündeki binayı ömrü boyunca taşıyacak sağlamlıkta olması gereklidir.

Ancak, sadece temelin yeterli sağlamlıkta yapılmış olması tek başına uzun ömür için yeterli değildir. Yapılan temellerin mutlaka suya ve suyun korozif etkilerine karşı

yalıtılmış olması da gereklidir. Temellerde su yalıtımı zemin rutubetine karşı, basınçsız suya karşı ve basınçlı suya karşı su yalıtımı olarak üçe ayrılmaktadır.

Mimari projenin tasarımı esnasında, zemin etütleri yapılırken, zemin suyunun tetkikinin de yapılması, gerek proje müellifine gerekse yalıtımcıya yön verecektir. Bu nedenle zemin su durumu belirlendiğinde, temel sisteminin statik gereklilik dışında bu suya karşı alınacak önlemler doğrultusunda yeniden seçilmesi gerekecektir. Örnek vermek gerekirse, basınçlı yeraltı suyunun olması durumunda bohçalama yalıtımının sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için mütemadi temel sisteminin radye-jeneral temel sistemine çevrilmesi söz konusu olabilecektir.

4.2.1. Zemindeki su durumunun tespiti:

Zemindeki su durumunun tespiti için zemin suyu seviyesinin en yüksek olduğu dönem gözlenmelidir. Su seviyesi kadar suyun debisi de önem kazanmaktadır ve yeraltı su rejiminin değişkenlik göstereceği unutulmamalıdır.

4.2.2. Zemindeki su durumunun değerlendirilmesi:

Sondaj ve gözlemler sonucu zemindeki su durumu, aşağıda belirtilen üç kategoriye ayrılarak yalıtım projesi hazırlanır [23, 24].

- Zemin Rutubetine Karşı Yalıtım
- Basınçsız Suya Karşı Yalıtım
- Basınçlı Suya Karşı Yalıtım

4.2.3. Zemin rutubetine karşı yalıtım

Zemin rutubeti; zeminde daima mevcut bulunan, kılcallık yoluyla yapının bünyesine girip zararlara yol açan, zeminin cinsine bağlı olarak etki derecesi değişiklik gösteren sudur.

Zemin rutubeti;

- Zemin tanecikleri ile aderans temin eden ve sızmayan su,
- Zemin tanecikleri arasına köşelere asılı kalan su,
- Zemin taneciklerini ince bir film şeklinde saran su,
- Yeraltı suyu veya birikinti sularından kılcal olarak emilen su şeklindedir.

Toprakla temas eden statik perdelerle bir kat cam tülü taşıyıcılı 3 mm polimer bitümlü örtü ile yapılacak yalıtım yeterlidir. Temel kotu altında, bina çevresinde ve gerekli ise sömeller arasında yapılacak drenaj yalıtımı tamamlar.

4.2.4. Basınçsız suya karşı yalıtım

Damlayabilir, akabilir durumdaki suya genel olarak basınçsız su adı verilir. Bu su, sızma suyu, kullanma suyu olabilir, yapı ve yalıtım üzerine ya hiç ya da geçici olarak bir hidrostatik basınç yapar. Basınçsız suya karşı, temel derinliğine bağlı olarak önerilecek alternatifli detaylar şöyledir.

Yatayda (Tabanda):

Bir kat polyester keçe taşıyıcılı 3mm kalınlıkta polimer bitümlü örtü veya bir kat polyester keçe taşıyıcılı 3mm örtü ile bir kat cam tülü taşıyıcılı 3mm kalınlıkta polimer bitümlü örtüler (TS 11758-1) ile birlikte uygulanır.

Düseyde (Perdede):

Bir kat cam tülü taşıyıcılı 3mm polimer bitümlü örtü veya Cam tülü taşıyıcılı 3mm kalınlıkta polimer bitümlü örtü iki kat olarak uygulanır.

4.2.5. Basınçlı suya karşı yalıtım

Yapıya ve yalıtıma sürekli ve belli bir hidrostatik basınç yapan sulan kapsar. Basınçlı suya karşı yalıtım detaylandırılması, su basıncı ve yapının yalıtım üzerine yapacağı sıkışma basıncı olarak iki faktöre göre belirlenir [23, 24]. Ancak her projenin özgün zemin ve yapısal koşulları her defasında yeniden etüt edilmelidir.

Su basıncıyla ilgili kurallar

Temel su yalıtımlarında, yapının etkileneceği su basıncına göre yalıtımın kaç kat olması gerektiği tespit edilmelidir.

Bina yükünden oluşan basınca bağlı kurallar

Temel su yalıtımlarında, yapının zemine yapacağı basınca göre yalıtım kat adetleri tespit edilmelidir.

Yalıtımı delen sistemler

Borular, kablolar ve diğer elemanlar, mümkünse, yalıtım delinmeden uygulanmalıdır. Yalıtımın delinmesi kaçınılmaz ise, geçiş noktasındaki yalıtım çelik flanşlar arasında sıkıştırılmalıdır.

Su yalıtım örtülerinin korunması ve ısı yalıtımı

Su yalıtım örtüleri, yatay ve düşey konumda, mutlaka uygun malzemeler ile delinmeye karşı korunmalıdır.

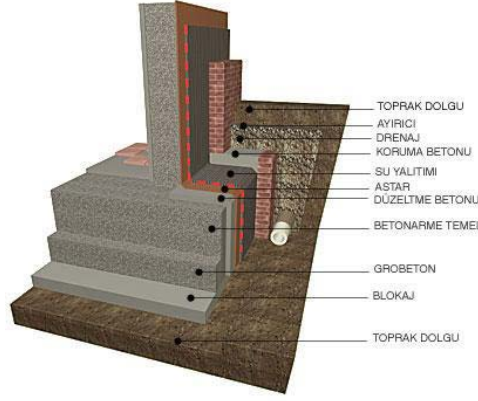
4.3. Temel Yalıtım Sistemleri

Basınçlı suya karşı bohçalama temel yalıtımları, içten veya dıştan yalıtım olarak adlandırılan iki ayrı sistemde uygulanır. Ancak her iki sistemde de bohçalama yalıtım, binanın radye-jeneral statik betonu dışında yer alır. Hafriyat çukurunun açılmasından sonra su seviyesinin temel taban yüzey kotunun altına düşürülmesi gerekir. Su seviyesini düşürecek pompaların seçimi için suyun debisi ölçülmeli ve ona göre bir değerlendirme yapılmalıdır [23]. Pompaların elektrikli ve mazotlu olarak yedekli çalışabilecek şekilde bulundurulması yararlıdır. Taban alanı etrafındaki drenajın sulan topladığı pompaj çukurlarına, inşaat alanı kendi sahası içindeki sulan da toplayabilecek şekilde planlanmalıdır. İnşaat seviyesi, suyun kaldırma gücünü karşılayabilecek basınca ulaşıncaya kadar pompaj ile su tahliyesi durdurulmamalıdır. Aksi halde yapının yüzdürülme riskinin bulunduğu hatırlanmalıdır. Basınçlı suya karşı bohçalama yalıtımlarında genel olarak en az iki kat polyester keçe taşıyıcılı polimer bitümlü su yalıtım membranlarının kullanılması önerilmektedir. Bitümlü membranlar ayrıca, sülfatlar gibi zararlı kimyasalların bulunduğu yer altı sularına karşı yüksek dayanım göstermektedirler.

4.3.1. İçten yalıtım uygulaması

Bitişik nizam yapılarda veya temel perdeleri dışında insan çalışmasına yeterli şev açıklığının bulunmadığı hallerde tercih edilir. Bu sistemde ana prensip, bir dış çanak iç yüzüne yatayda ve düşeyde bir defada yalıtım yapılması ve binanın t>u havuz içine oturması şeklindedir. Dış çanağın muhtemel taşınanlara (farklı oturmalara) uyum sağlayabilmesi için betonarme hazırlanması tavsiye edilir. Dış çanak içine yatay ve düşeydeki yalıtım tamamlandıktan sonra, her iki düzlemdeki yalıtım

katmanları koruma altına alınır [24]. Son olarak, binanın taşıyıcı sistemi (radye temel ve perde duvarları ile iç çanak) yapılarak bitirilir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Basınçlı Suya Karşı İçten Temel Yalıtım Detayı

4.3.2. Dıştan Yalıtım Uygulaması

Ayrık nizam yapılarda veya temel perde duvarları dışında insan çalışmasına yeterli şev açıklığının bulunması halinde tercih edilir. Bu sistemde ana prensip, radye-jeneral temelin oturacağı beton taban üstü yalıtımının yatayda birinci aşama olarak yapılmasından sonra, kaba inşaatın belli bir seviyeye gelmesi ile taban yalıtım filizlerinden hareketle ikinci aşama olarak perde duvar yalıtımının yapılması şeklindedir. Bu sistemin uygulanmasında en önemli konu, tabandan gelen yalıtım filizlerinin muhafazası ve sürekliliğidir. Bu amaçla taban betonu, temel perde sınırının en az 60 cm taşacak şekilde ve içe doğru şevli hazırlanır ve daha sonra ulaşabilmek amacı ile perde sınırını aşan taban yalıtım filizleri düşük dozlu beton ile korumaya alınır. Perdedeki yalıtım bitirildikten sonra ise toprak dolgu öncesi yalıtımın bir duvar ile korunması gereklidir (Şekil 4.2). Kullanılan bir bodrum yapılacak ise, koruma duvarı olarak ekstrüde polistiren sert köpük ısı yalıtım levhaları hem koruyucu duvar, hem de ısı yalıtım görevini görürler. Toprak altında kalan ısıtılan hacimlerin düşey perdelerinin ısı yalıtım hesapları, TS 825'e göre yapılmalıdır.

problemlerin oluşmasında ki ana neden yalıtımın yapılmaması veya eksik yapılması değil, kullanılan malzemenin deneyimsiz elemanlar ve uygulama şartlarına riayet edilmemesinden kaynaklandığı görülmektedir.

BÖLÜM 5. TERMAL KAMERALAR

InfraCAM FLIR Systemsleri kolay kullanımlı ve son derece pratik bir termal kameradır. InfraCAM, çıplak gözle tespit edilemeyen, ancak ciddi sonuçlara yol açabilen küçük gizlenmiş problemleri net olarak görmenizi sağlar. Dayanıklı ve kullanımı çok kolay olan InfraCAM, sayısız uygulamalar için ideal bir alettir. Çok pratik olan InfraCAM, bir çok kullanıcıya termal görüntülemenin avantajlarını getirir (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Termal Kamera

5.1. Termal Kamera ile Tespit Edilen Durumlar

5.1.1. Problemlerin yerini saptar

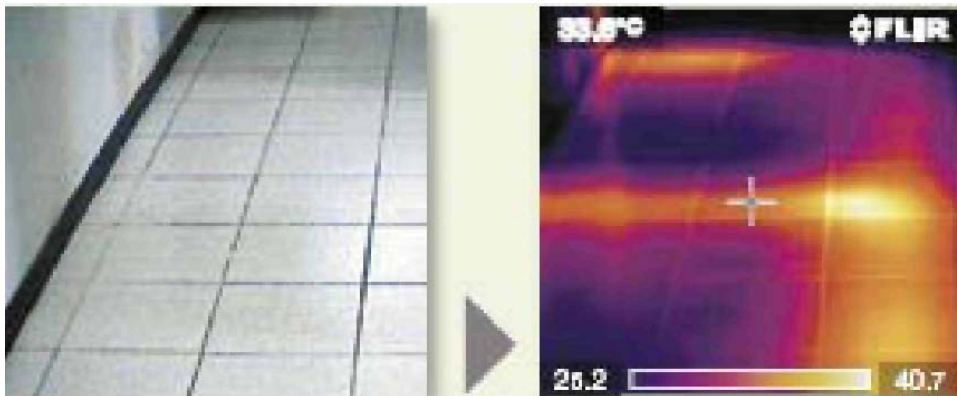
Problemlerin ve hataların yerini hızlı bir şekilde tespit eder ve termal görüntüleri geniş 3.5" LCD ekranında gösterir (Şekil 5.2). Problemleri analiz eder ve sonuçları çalışma alanındaki iş arkadaşlarınıza paylaşır.



Şekil 5.2. Termal Kamera

5.1.2. Temassız hızlı sıcaklık ölçümü

InfraCAM, temas etmediğiniz bir durumda baktığınız nesnenin sıcaklığını ölçmenizi sağlar.Şimdi çok çeşitli elektrik problemlerini tespit edebilir ve söz konusu alanı net ve parlak termal görüntü üzerinde hemen görürsünüz (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Termal Kamera ile temassız sıcaklık ölçümü

5.1.3. Çalıştırması kolay

Sezgisel olan kullanıcı kumanda tuşları InraCAM'in kullanımını kolaylaştırır. İlk termografik incelemeler için birkaç dakika içinde hazır duruma gelirsiniz.

5.1.4. Dayanıklı, ergonomik ve hafif

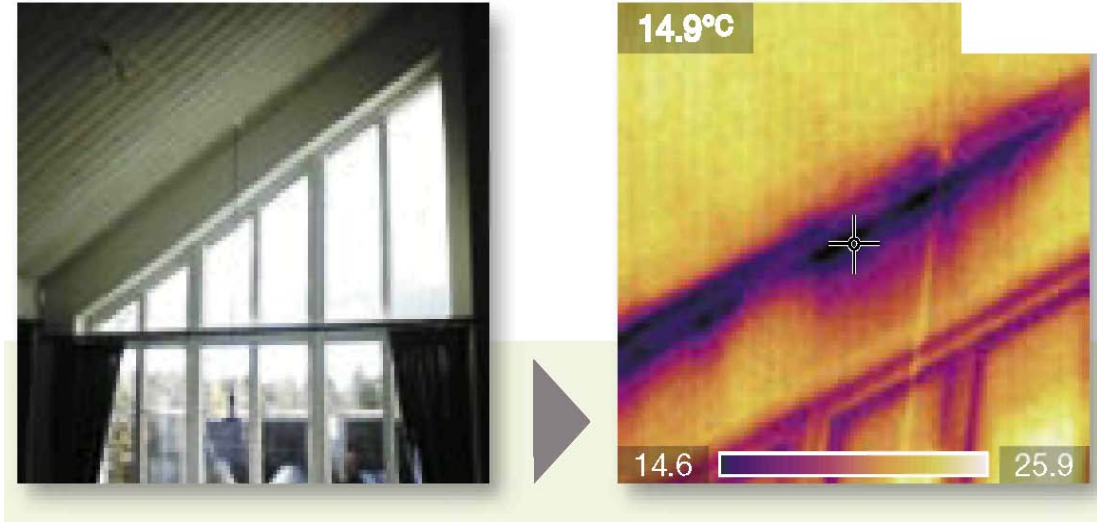
InfraCAM çok dayanıklı bir kameradır. Hem kapalı, hem de açık alanlarda en yıpratıcı endüstriyel ortamlara mükemmel uyum sağlar.

5.2. Binalardaki Gizlenmiş Hataların Termal Kamera ile Tespiti

Enerji kayıplarına yol açan izolasyonu zayıf yerleri görür. Yeni yapıların kalitesini denetler ve kontrol eder. Gizlenmiş boruların yerini bulur ve hasarı önler. Hava kaçaklarını tespit eder. Kaçakları bulur ve onarım masraflarını asgariye indirir. Küf oluşumundan şüphe edilen ve çoğu zaman tehlikeli olan yerleri bulur. Düz çatılardaki kaçakları tespit eder. Bir binanın izolasyonlu olup olmadığını görür. Problemi bulmak ve onarmak için bu cihaz kullanılır [27].

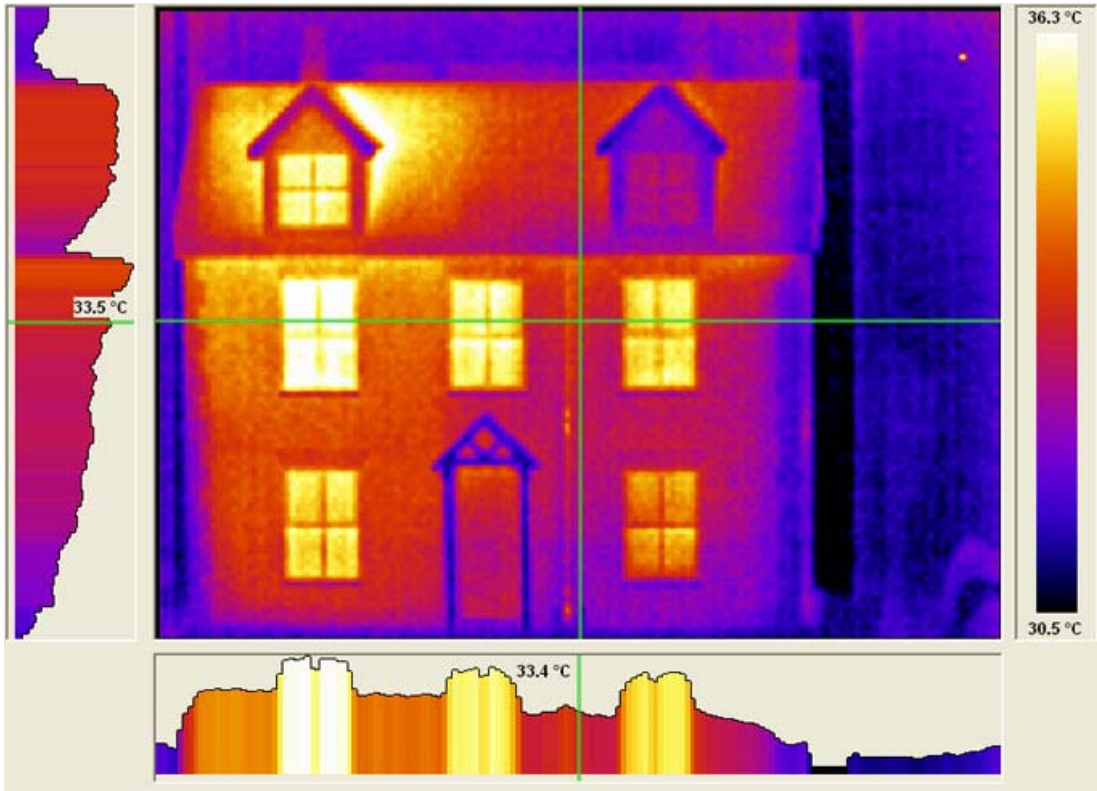
5.2.1. Sıcaklıkları görür

InfraCAM, temas etmediğiniz bir durumda baktığınız herhangi bir nesnenin sıcaklığını ölçmenizi sağlar. Termal görüntünün ortasındaki spot tek bir noktadaki sıcaklığın ölçülmesini ve analiz edilmesini sağlar (Şekil 5.4). Çok çeşitli bina problemlerini bir termal görüntü üzerinde göstererek hemen bulur.

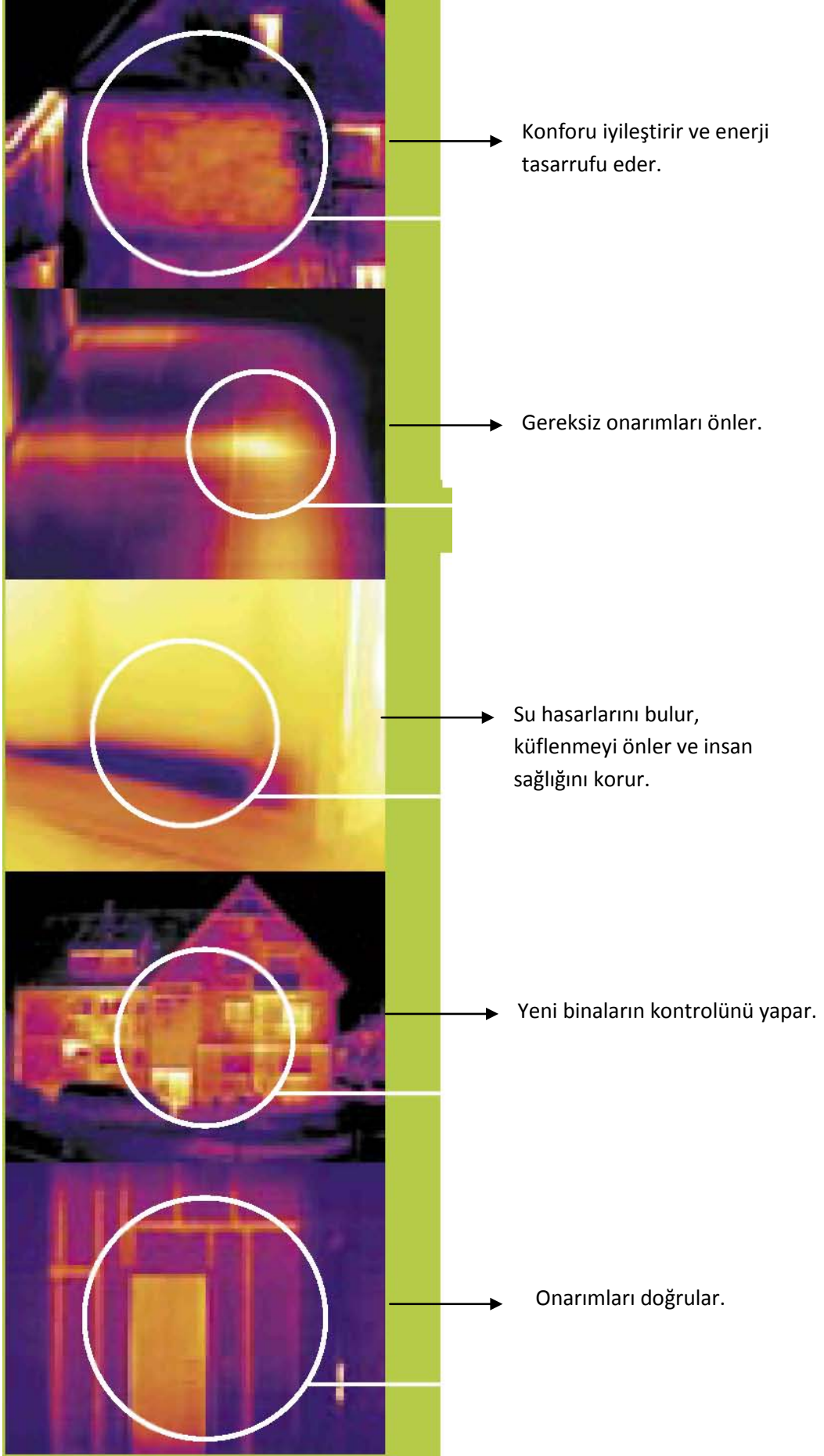


Şekil 5.4. Termal görüntü

Binaya soğuk hava girmesine yol açan sızdırmazlığı kötü yapılmış tavanı ve çatıyı gösterir (Şekil 5.5).



Şekil 5.5. Termal görüntü



5.3. Teknik Özellikleri

Görüntü Performansı	
Bakış alanı	25 x 25
Asgari odak mesafesi	0,3 m
Odaklama	Manuel
Görüntü sunumu	
Ekran	3.5" renkli LCD, 16K renk
Ölçüm	
Sıcaklık aralığı	-10 °C ile +350 °C arası
Termal duyarlılık	0.20 °C at 25 °C
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	Yerleşik FLASH hafıza (50 görüntülü)
Dosya formatları	Standart JPEG
Lazer işaretleyici	
Sınıf	Sınıf 2
Tip	Yarı iletken AlGaInp Diyot Lazer: 1mW/635 nm kırmızı
Pil sistemi	
Çalışma süresi	7 saatlik sürekli çalışma. Ekranda pilin durumu gösterilir.
Şarj etme sistemi	Kamera içinde AC adaptörü
AC çalışması	AC adaptörü 90-260 V AC, 50/60 Hz
Giriş voltajı	11-16 V DC
Çevre özelliği	
Çalışma sıcaklık aralığı	-15 °C ile +50 °C arası
Çevresel koruma	IP54

5.4. Termal Kamera Uygulama Alanları Ve Faydaları

5.4.1. 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.

5.4.2. Yapılar

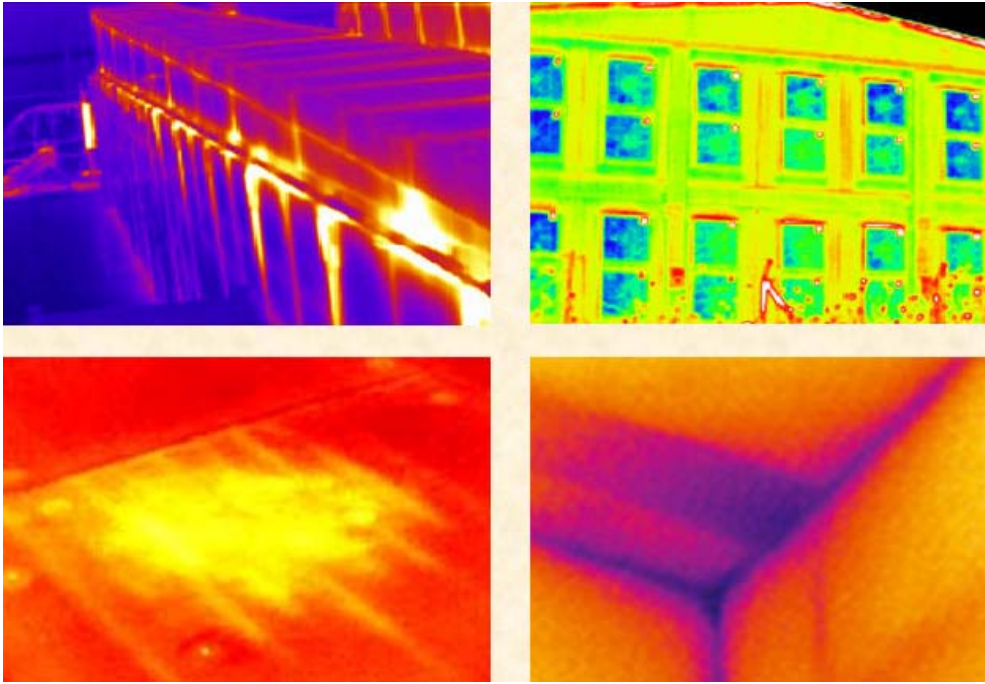
Binalar, tesisler, rafineriler için termal sıcaklık kayıp kontrolleri, binalar, tesisler, fabrikalarda nem kontaminasyon değerlendirmeleri, beton bütünlüğü kontrolleri, sızıntılar ve sıcaklık dağılımına yönelik zemin kontrolleri, kayıp ya da hasarlı izolasyonların yerlerinin tespit edilmesi, hava sızıntısından 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.

5.4.3. Çatı sistemleri

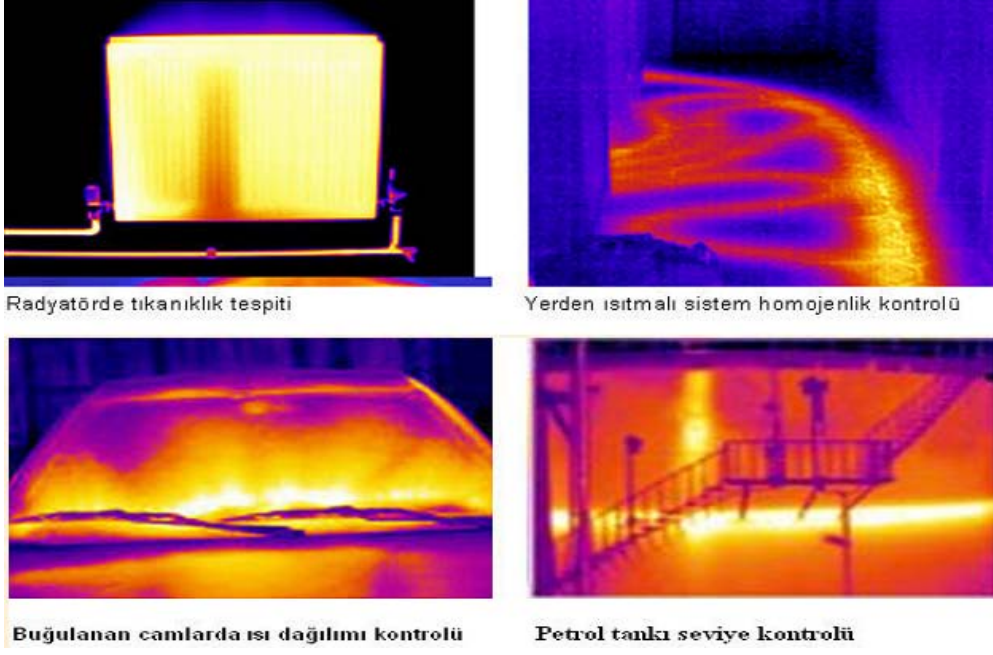
Binalar, tesisler, fabrikalarda çatılardaki sızıntıların tespit edilmesi, çatılardaki hasarları bölümlerin hızlı ve doğru bir şekilde tespit edilmesi, iyi durumdaki çatıların gereksiz yere değiştirilmesinin engellenmesi, gerçek verilere dayanarak doğru bütçelerin hazırlanabilmesine olanak tanınması,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

5.4.5. Mekanik sistemler

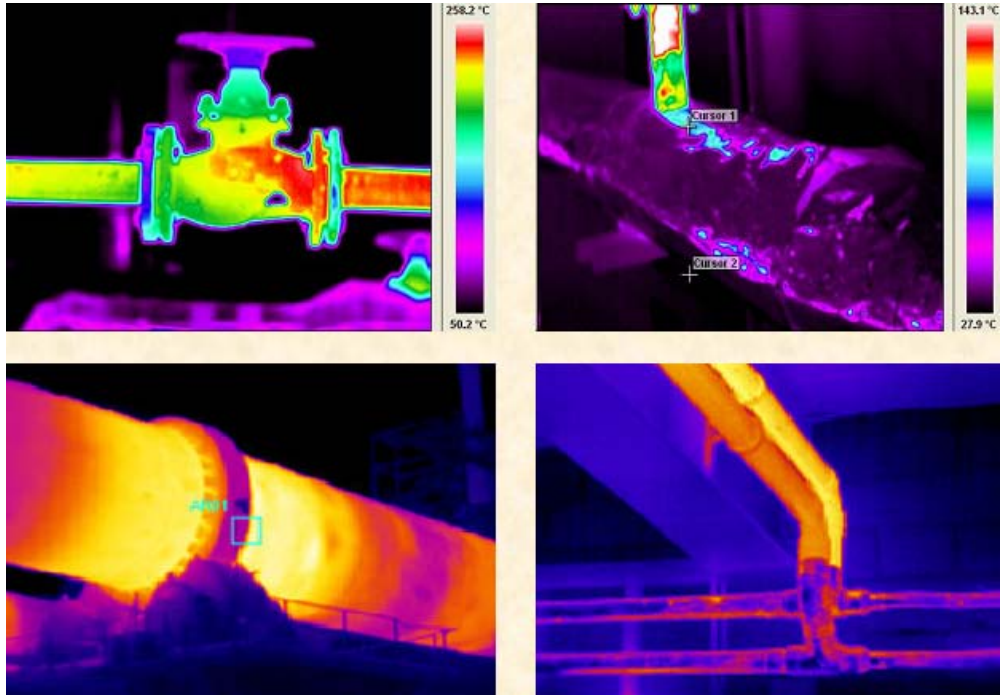
Kazanlar, alevlenmeye karşı kazanların kontrol edilmesi ve brülör yönetimi, yakıtın tutuşma özelliklerinin kontrol edilmesi, kazan tüplerindeki termal özelliklerin belirlenmesi ve normal işlem sırasında ya da kazan bekleme durumundayken sıcaklığın ölçülmesi, kazanın gözlemlenmeyen bölgelerinde sıcaklığın 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 (Şekil 5.6, Şekil 5.7, Şekil 5.8) [27].



Şekil 5.6. Bina ve İzolasyon Uygulamaları Isı Kaçakları



Şekil 5.7. Bina ve İzolasyon Uygulamaları Isı Kaçakları

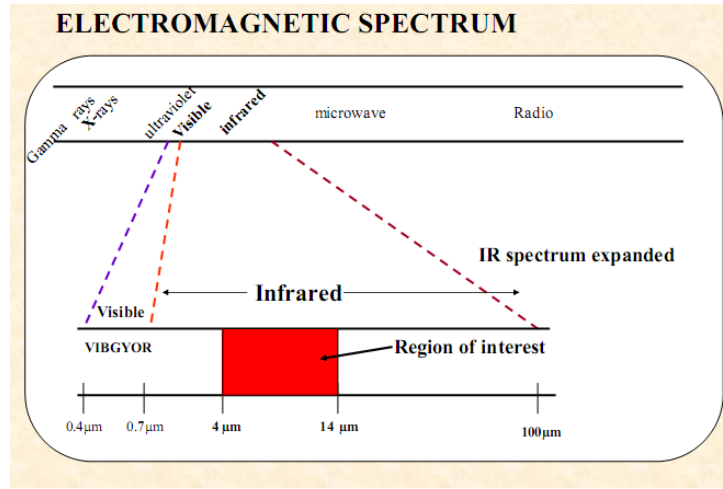


Şekil 5.8. Bina ve İzolasyon Uygulamaları Isı Kaçakları

5.5. Termal Enerji ve İnfared

-273 °C üzerindeki tüm nesnelere bir termal enerji yayarlar. Bu enerji nesnelere sıcaklığına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Termal enerji insan gözünün göremediği Kızılötesi (Infrared) aralıkta yayılır.

Kızılötesi aralık, X Işınları ve Gamma Işınları arasındaki bölgededir. Termal enerji Kızılötesi bölgede 5µm ile 14µm alanındadır (Şekil 5.9).



Şekil 5.9. Electromagnetic Spectrum Şeması

5.5.1. Emissivity

Emissivity objelerin ısı yayım katsayısıdır ve her obje farklı ısı yayım oranına sahiptir [21, 27].

$$\text{Emissivity} + \text{Reflectivity} = 1$$

Siyah gövdeli nesnelere için ; emissivity = 1

Diğer nesnelere için ; emissivity < 1

Örnek:

Karbon = 0,98

Paslanmış demir = 0,64

Parlak yüzeyli Aliminyum = 0,05

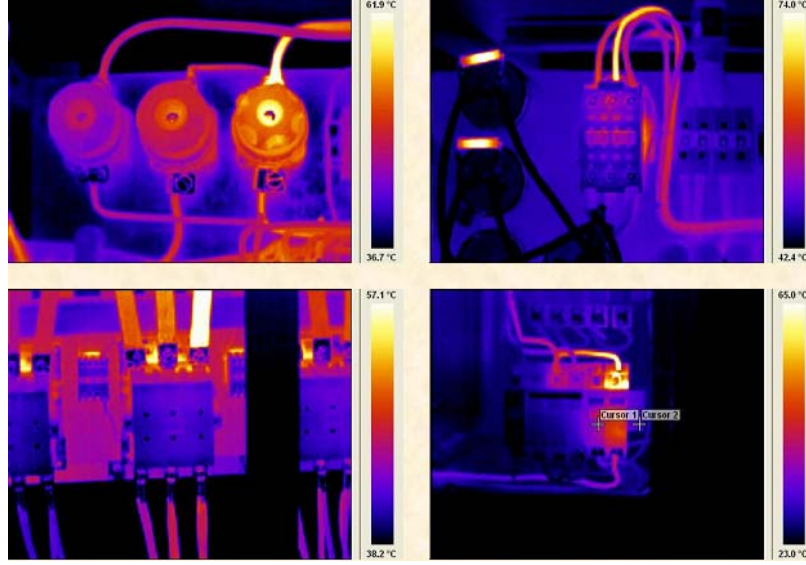
5.6. Termal Kamera Kullanmanın Faydaları

- Üretimi durdurmadan problemleri çok hızlı tespit eder.
- Beklenmedik enerji kayıplarının önüne geçerek maliyetleri düşürür.
- Kestirimci Bakım için harcanan zamanı düşürür, verimliliği artırır.
- Arızaları büyümeden yakalar, ekipman ömürlerini uzatır.
- Potansiyel tehlikeleri ve yanıcı ekipmanları bulur.
- Bakım müdahalesinden sonra yapılan işin doğruluğunu kontrol eder [27].

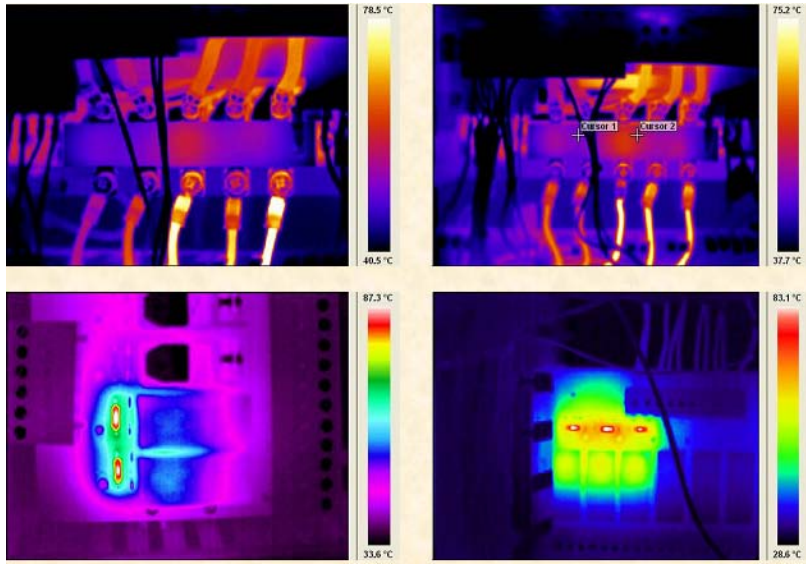
5.6.1. Elektriksel uygulamalar

Elektrik sistemlerinde yaygın olarak görülen;

- gevşek/aşırı sıkı bağlantılar,
- aşırı bükülü kablolar,
- aşırı yüklü kablolar,
- kesit yetersizlikleri,
- dengesiz yük dağılımları,
- eski ekipman ve kablolar gibi problemler daha başlangıç aşamasında tespit edilerek ekipmanınızın zarar görmesi engellenerek, arızaların meydana getireceği büyük duruşların ve kayıpların önüne geçilir (Şekil 5.10, Şekil 5.11).



Şekil 5.10. Elektriksel uygulamalar



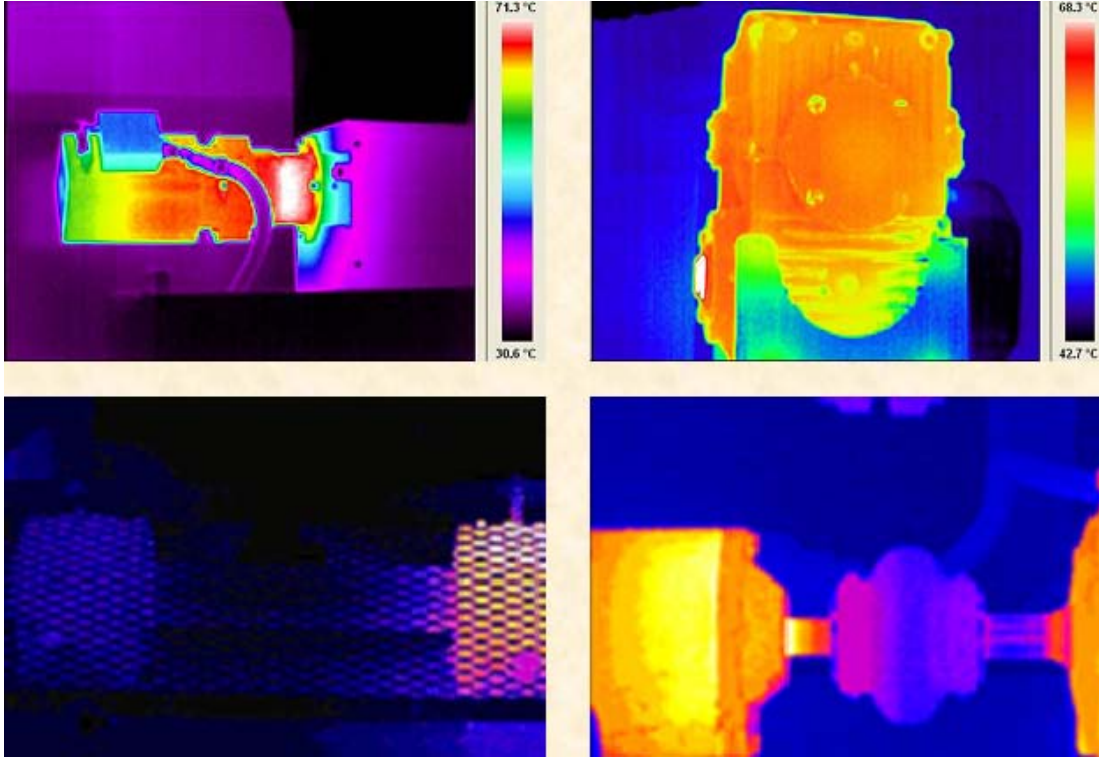
Şekil 5.11. Elektriksel uygulamalar

5.6.2. Mekaniksel uygulamalar

Mekaniksel sistemlerinde yaygın olarak görülen ;

- Rulman hasarı,

- Yağsız yataklar,
- Ayarsızlıklar,
- Aşınmalar gibi problemler daha başlangıç aşamasında tespit edilerek ekipmanınızın zarar görmesi engellenerek, arızaların meydana getireceği büyük duruşların ve kayıpların önüne geçilir (Şekil 5.12, Şekil 5.13, Şekil 5.14).



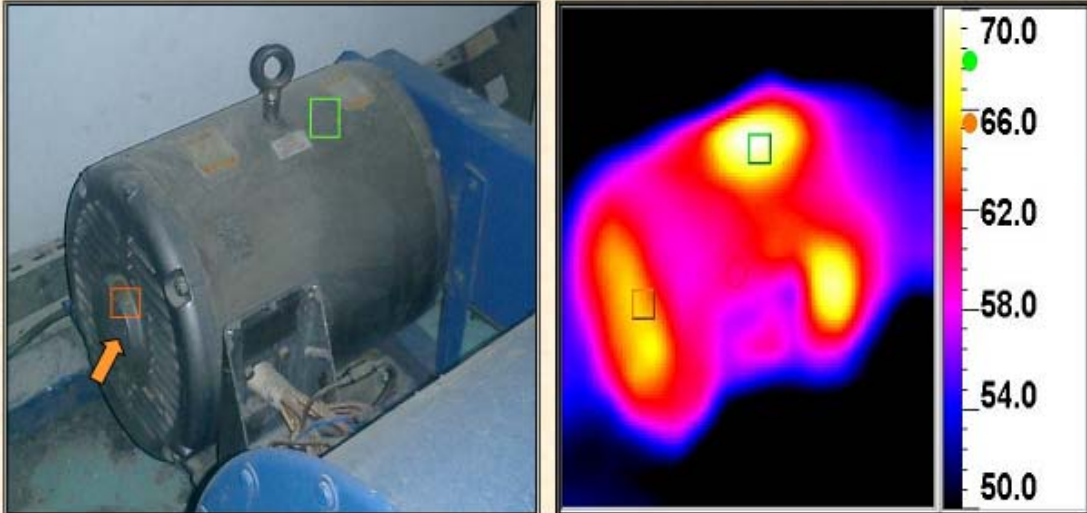
Şekil 5.12. Mekaniksel uygulamalar

ASENKRON MOTORDA SICAKLIK GÖVDEDE YOĞUNLAŞMAKTA, ARKA RULMAN YATAĞI DAHA SOĞUKTUR.



Şekil 5.13. Mekaniksel uygulamalar

ASENKRON MOTORDA ARKA RULMAN YATAĞINDA SICAKLIK ARTIŞI TESPİT EDİLMİŞTİR.

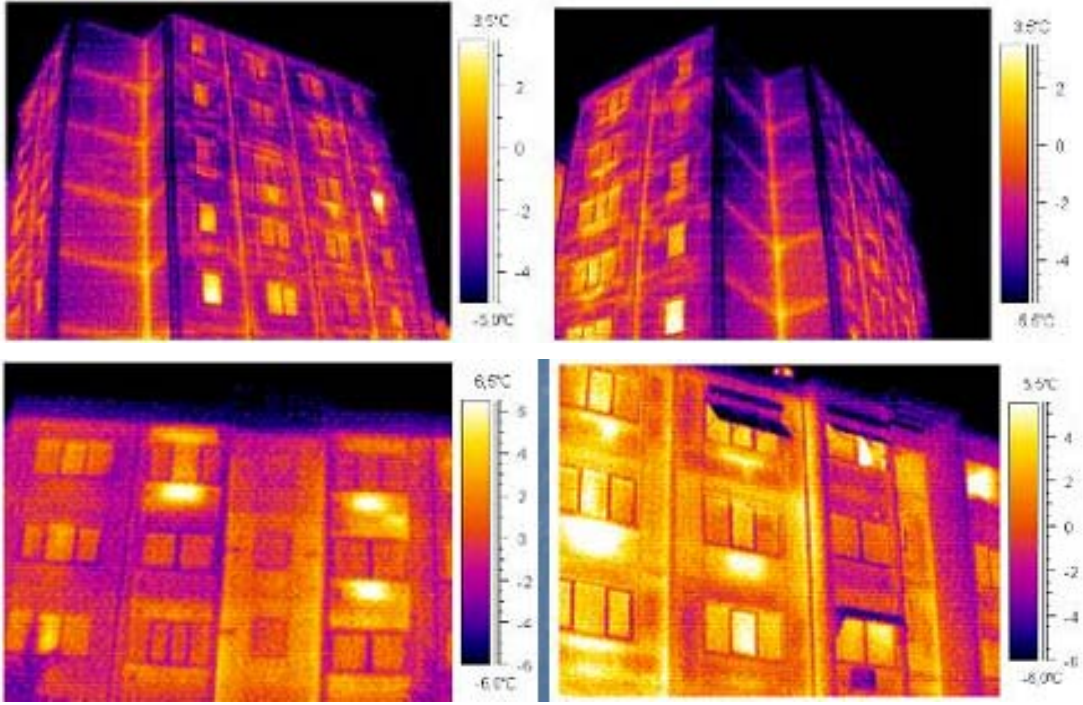


Şekil 5.14. Mekaniksel uygulamalar

5.6.3. Buhar hatları, izolasyon ve bina uygulamaları

İzolasyonlu sistemlerinde yaygın olarak görülen;

- Buhar hatlarında vana, kondenstop kaçakları,
- İzolasyonlu hatlarda ısı kaçakları,
- Binalarda ısı yalıtımı kontrolü,
- Binalarda nem kontrolü gibi problemler daha başlangıç aşamasında tespit edilerek ekipmanınızın zarar görmesi engellenerek, arızaların meydana getireceği büyük duruşların ve kayıpların önüne geçilir [21, 27].



Şekil 5.15. Bina uygulamaları

Hemen pencere altlarındaki radyatörlerin bulunduğu yerlerde yüksek sıcaklıklar nedeniyle ısı kayıpları artmaktadır (Şekil 5.15). Binanın dış yüzeylerinden radyatörlerin yerleri bu sebepten dolayı kolaylıkla saptanabilmektedir.

5.6.4. Diğer uygulamalar

- Arge / Kalite çalışmaları (Şekil 5.17)

- Sağlık uygulamaları (Şekil 5.16)

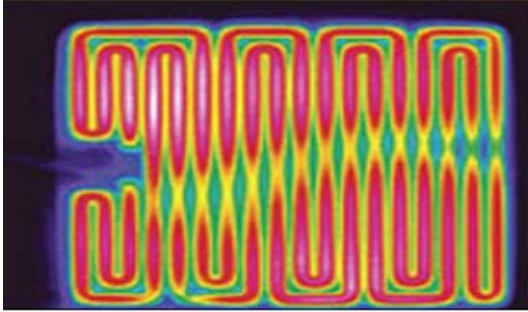


Burundaki kırık

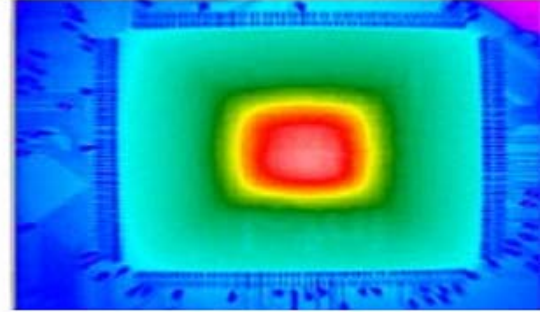


Beldeki incinme

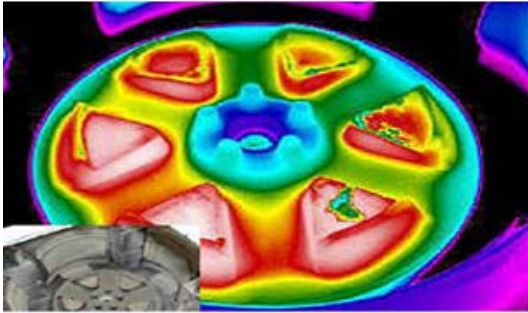
Şekil 5.16. Sağlık uygulamaları



Isıtıcı dizaynı ısı dağılımı kontrolü



Devre dizaynı



Alüminyum döküm kalıbı ısı dağılımları



Isıtmalı koltuk ısı dağılımı kontrolü

Şekil 5.17. Diğer uygulamaları

5.7. Termal Kamera İle Ölçümlenmesi Yapılan Örnek Çalışmalar

5.7.1. Yahya kaptan 2. ve 4. bölge örnekleme ile teknik inceleme

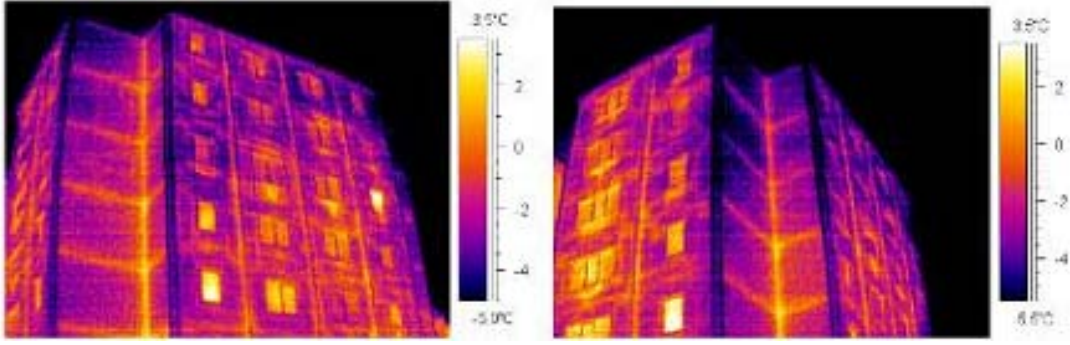
Bu çalışma Makina Mühendisleri Odası Kocaeli Şubesi tarafından, 2. ve 4. Bölgelerde bulunan kazan daireleri, izolasyonlu ve izolasyonsuz binaların 09-15 Ocak 2009 tarihlerinde yerinde yapılan teknik incelemelerini içermektedir. Hava sıcaklığı gece -6°C ile $+4^{\circ}\text{C}$ arasında değişim göstermektedir.

MMO Kocaeli Şubesi ve İzocam A.Ş. olarak ortak yürütülen çalışmada 2. Bölgede A5 – A6 Blok ve 4. Bölgede F47 – F51 – G36 – G37 Bloklarda termal kamera ile bina dış yüzeylerini gösteren kamera çekimleri yapılmıştır.

Termal görüntülerdeki renkler siyahtan beyaza doğru dağılırken, sıcaklık da soğuktan sıcağa doğru yükselmektedir. Termal resimlerin hemen yanında sıcaklık renk skalası görülmektedir. Siyah ve beyaz arasındaki tüm renkler, skaladaki en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri arasında dağılmıştır [2, 21].

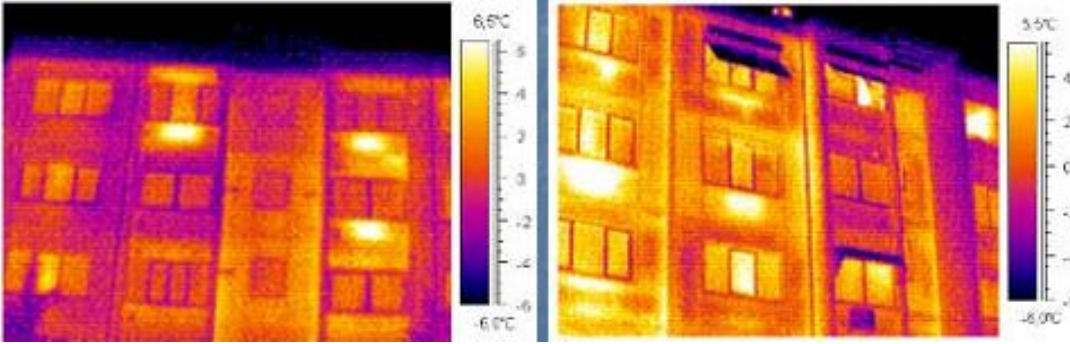
5.7.2. Termal kamera çekimleri

Farklı bloklarda yapılan çekimlerde yatayda ve düşeyde gözüken açık renkli hatların binanın taşıyıcı eleman olarak adlandırılan kolon ve kirişlerden kaynaklandığı ve bu bölgelerin devamlı suretle ısı köprüleri oluşmasına neden olduğu görülmüştür. Isı köprüleri tavan ve döşemelerden ısı kayıplarına neden olmakta ve duvarlardan olan ısı kayıplarını arttırmaktadır. Özellikle köşelerde ısı kayıpları belirgin bir şekilde daha fazla gerçekleşmektedir (Şekil 5.18). Termal resimlerde açık renkli olan bu bölgeler ısı köprülerini belirgin bir şekilde göstermektedir [2].



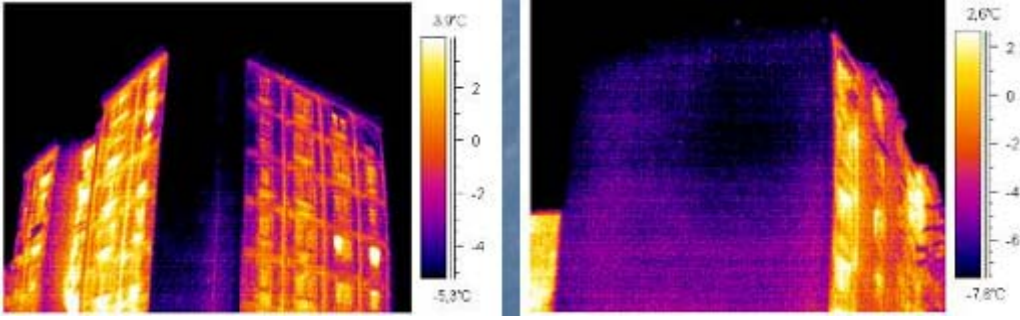
Şekil 5.18. Binalardaki sorunlu bölgelerin çekilmiş görüntüleri

Hemen pencere altlarındaki radyatörlerin bulunduğu yerlerde yüksek sıcaklıklar nedeniyle ısı kayıpları artmaktadır. Dış yüzeylerden radyatörlerin yerleri bu sebeplerden dolayı kolaylıkla saptanabilmektedir (Şekil 5.19).



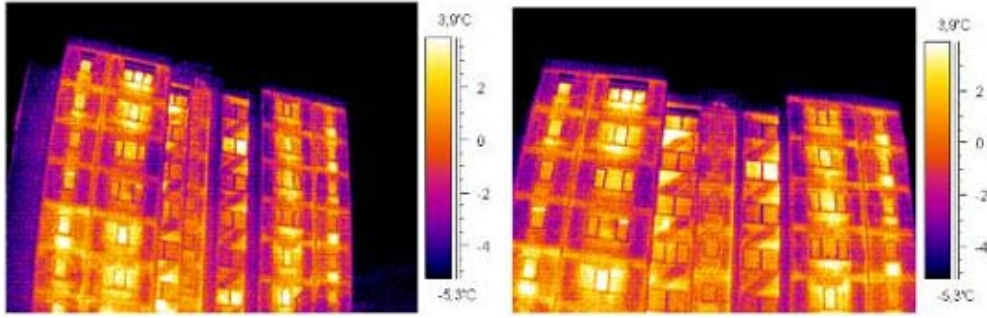
Şekil 5.19. Binalardaki sorunlu bölgelerin çekilmiş görüntüleri

Çoğu bloklarda yalıtımın kör cephelerde yapıldığı, diğer cephelerde yalıtımın yapılmadığı görülmüştür.



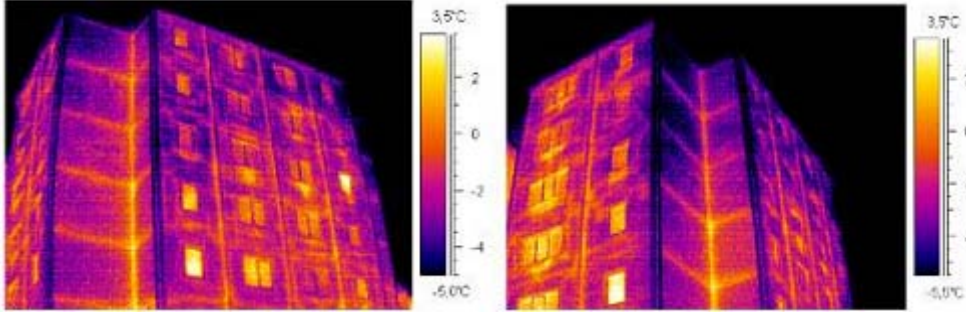
Şekil 5.20. Binalardaki sorunlu bölgelerin çekilmiş görüntüleri

Yalıtımı yapılan yüzeylerde ise TS 825 Isı yalıtım kurallarına göre uygun kalınlıkta yapılmamış olması da yapılan incelemelerde görülmüştür (Şekil 5.20).



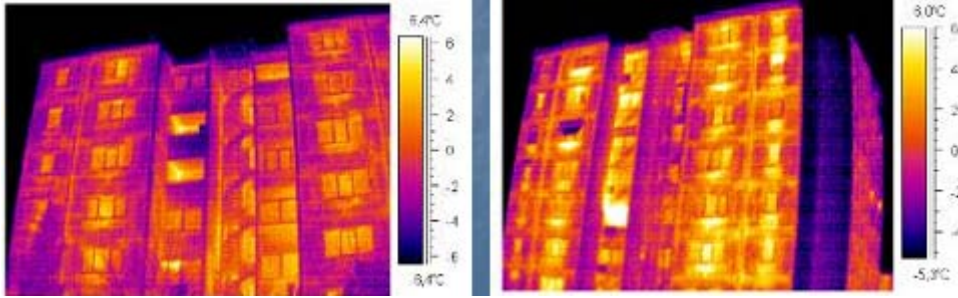
Şekil 5.21. Binalardaki sorunlu bölgelerin çekilmiş görüntüleri

Dış duvarlarda yapılması gerekli en ideal ısı yalıtım sistemi dışarıdan yapılan “ Sıvalı Dış Cephe Isı Yalıtım Sistemleri “ olan mantolama sistemidir [16]. TS 825 Isı Yalıtım Kurallarına göre belirlenecek yalıtım kalınlığına göre yapılacak mantolama sistemi bütün kolon, kiriş ve yapı elemanlarını saracağından tüm ısı köprülerini ortadan kaldırarak en ideal ısı yalıtım çözümünü sunacaktır (Şekil 5.21).



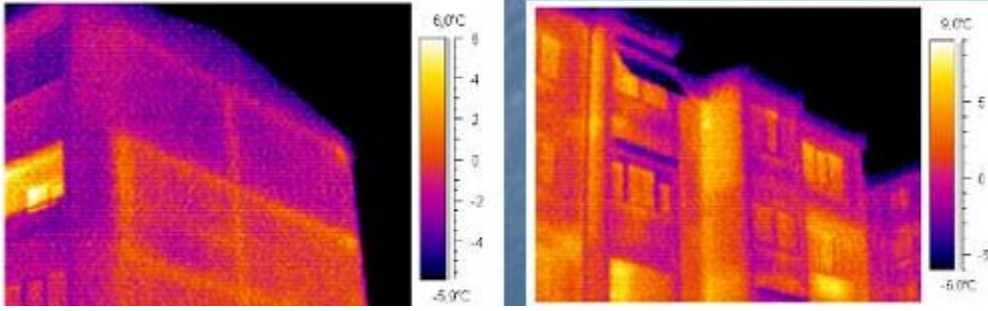
Şekil 5.22. Binalardaki sorunlu bölgelerin çekilmiş görüntüleri

Dış duvarlarda yapılacak ısı yalıtım uygulaması, duvarın ısı iletim direncini artırmak, ısı kaybını azaltmak, yakıttan tasarruf etmek, yapı elemanlarında yoğuşmayı önlemek, sağlıklı iç yüzeyler ve ısı konfor açısından uygun bir iç hacim elde etmek için gereklidir (Şekil 5.22). Yapı elemanlarının yeterli ısı iletim direncini sağlayamaması duvar iç yüzey sıcaklıklarını düşürerek, su buharının bu soğuk yüzeylerde yoğuşmasına da neden olacaktır. Isı yalıtımı yapıldığı takdirde bu olumsuz durum giderilirken, daha az enerji tüketimi sağlanacak ve daha konforlu bir iç mekanda yaşanacaktır.



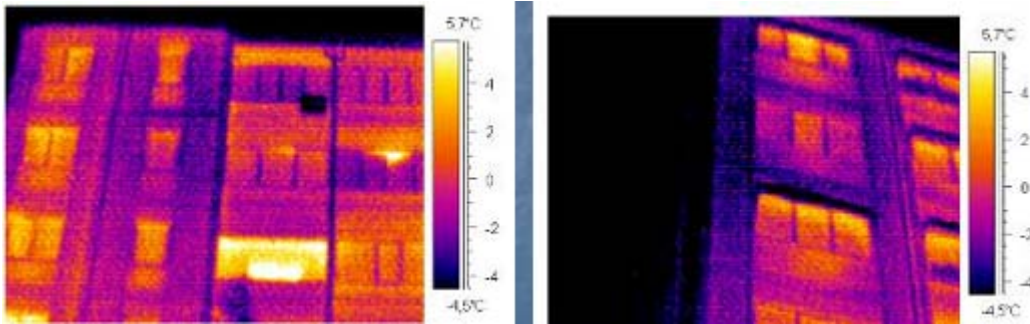
Şekil 5.23. Binalardaki sorunlu bölgelerin çekilmiş görüntüleri

Bilindiği gibi ısınan hava yukarıya doğru hareket etmektedir. Bu sebepten dolayı çatı alt tarafında bulunan katın, çatı arasının kullanılıp kullanılmaması durumuna göre, muhakkak surette ısı yalıtım kurallarına göre ideal yalıtım kalınlığına göre yalıtılması gerekmektedir (Şekil 5.23).



Şekil 5.24. Binalardaki sorunlu bölgelerin çekilmiş görüntüleri

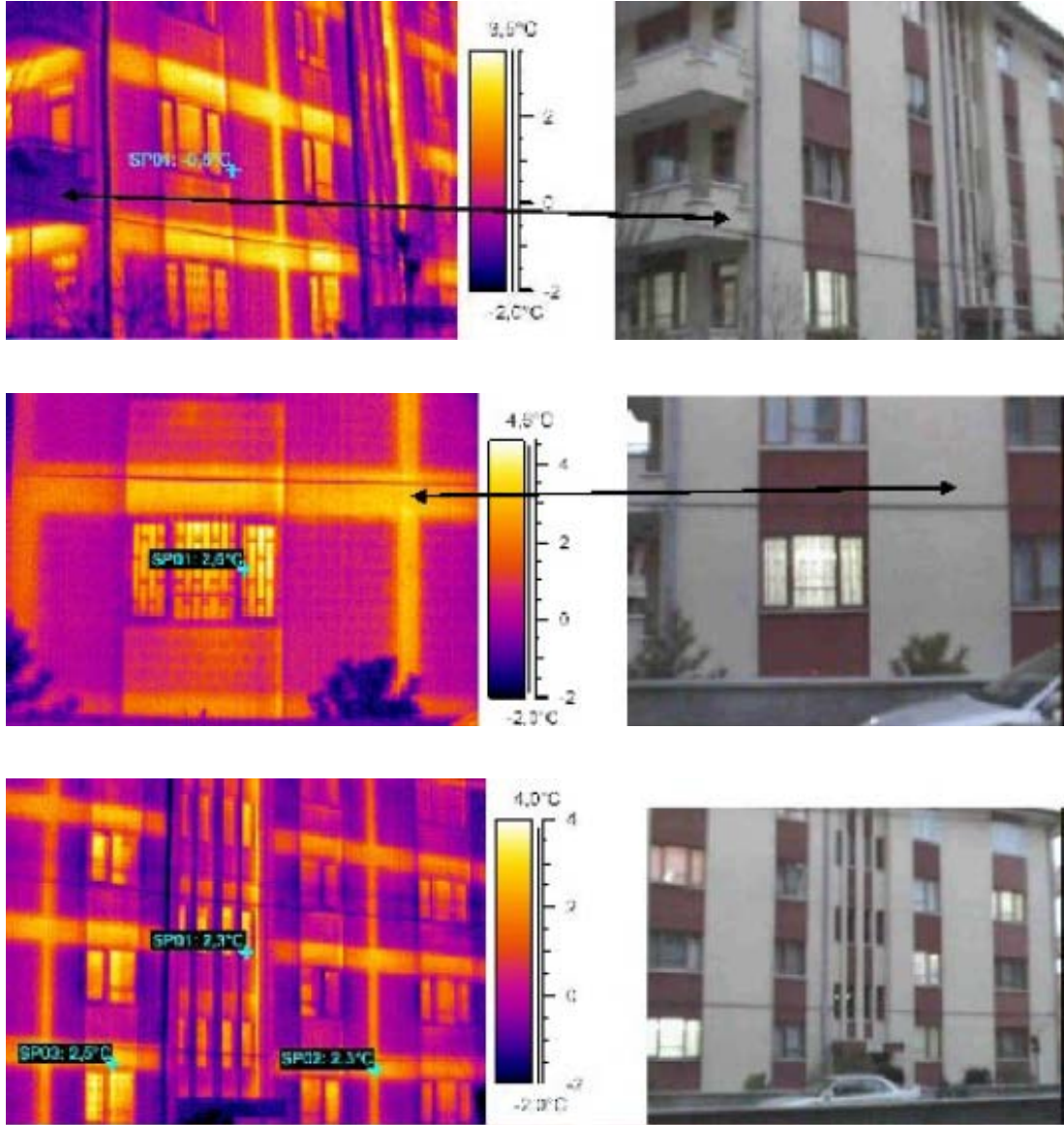
Çatı içerisinde herhangi bir ısı kaynağı bulunmadığından iç sıcaklık $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ göstermektedir ve dış sıcaklık değeri $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$ olduğundan oluşan görüntü yalıtım zafiyetini ortaya çıkarmaktadır. Isı kayıplarını önlemek, daha az yakıt ile daha çok ısınma imkânı verecek ve yakıt tasarrufu sağlayarak ısı yalıtım maliyetinin geri dönüşümü sağlanacak ve yapılan yalıtım sayesinde ülke ekonomisine büyük katkı sağlanacaktır (Şekil 5.24). Daha az yakıt çevreye daha az atık gaz atmaya da mümkün kılacaktır [2, 27].



Şekil 5.25. Binalardaki sorunlu bölgelerin çekilmiş görüntüleri

Kolon ve kirişlerde ciddi anlamda ısı kayıpları olduğu görülmektedir. Binalarda ısı kaybının büyük bir bölümünün duvarlardan gerçekleştiği göz önüne alınırsa, kolon ve kirişler öncelikli olmak üzere tüm duvarlarda uygun yalıtım uygulamaları duvarın ısı geçiş direncini artırarak ısı kaybını azaltacağı söylenebilir (Şekil 5.25, Şekil 5.26).

Kolon-Kiriş Bölgeleri;



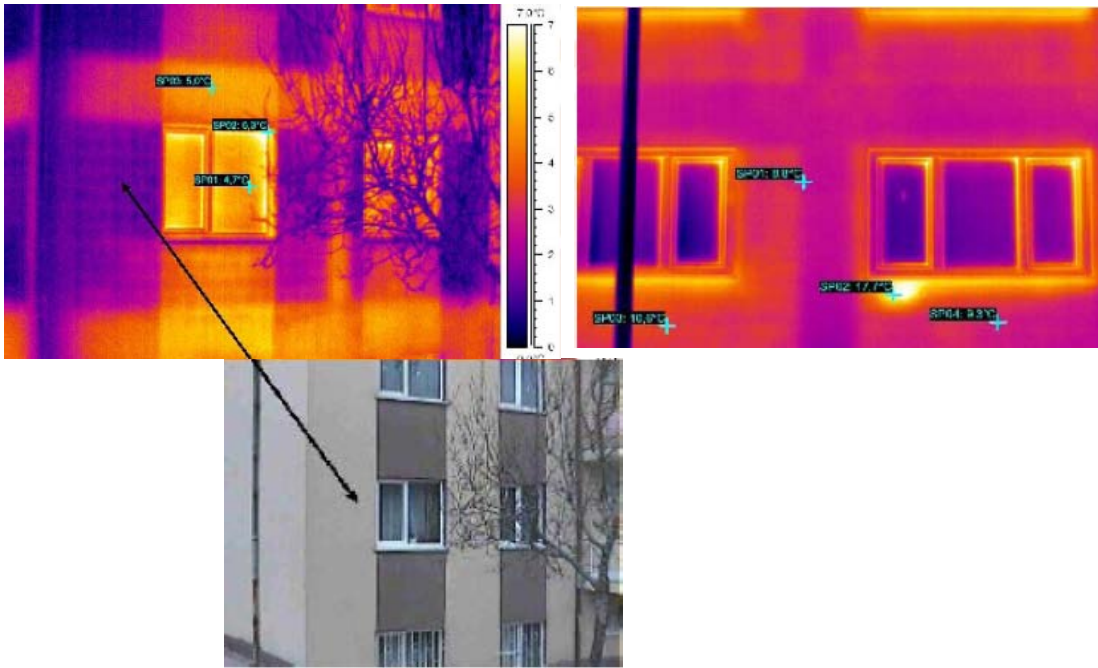
Şekil 5.26. Binalardaki kolon-kiriş bölgelerinin çekilmiş görüntüleri

Pencere Kasa Etrafı;

Şekiller incelendiğinde pencerelerden ve pencere kasası duvar arası bölgelerden ısı kayıpları meydana geldiği görülmektedir (Şekil 5.27).

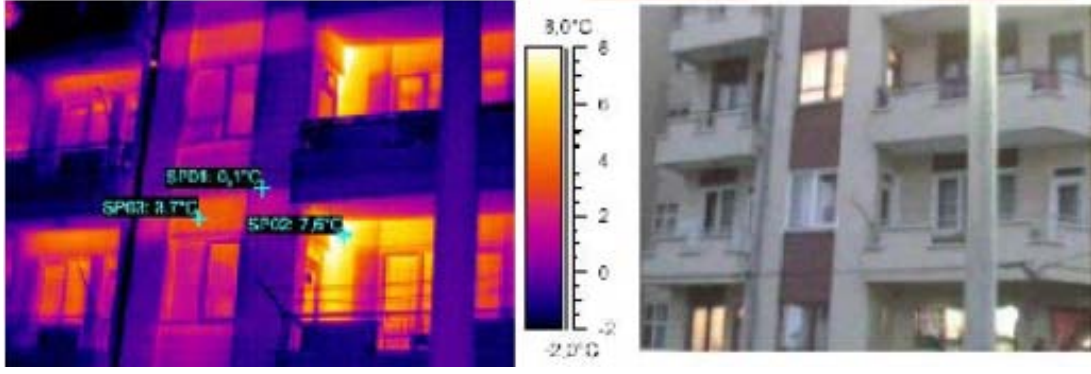
Pencerelerden meydana gelen ısı kayıplarını azaltmak için;

- a) Pencere büyüklükleri küçültülerek optimum düzeyde tutulmalıdır.
- b) Pencere camı olarak tek cam yerine çift cam-ısı cam (%50 tasarruf) veya ısı ışınlı çift cam (%67 tasarruf) kullanılmalıdır.
- c) Pencere kasa doğraması olarak PVC asıllı çok odacıklı malzeme kullanılmalıdır.
- d) Pencere kasalarının montajına özel önem verilerek aralarına yalıtım malzemesi konulmalıdır.



Şekil 5.27. Binalardaki pencere bölgelerinin çekilmiş görüntüleri

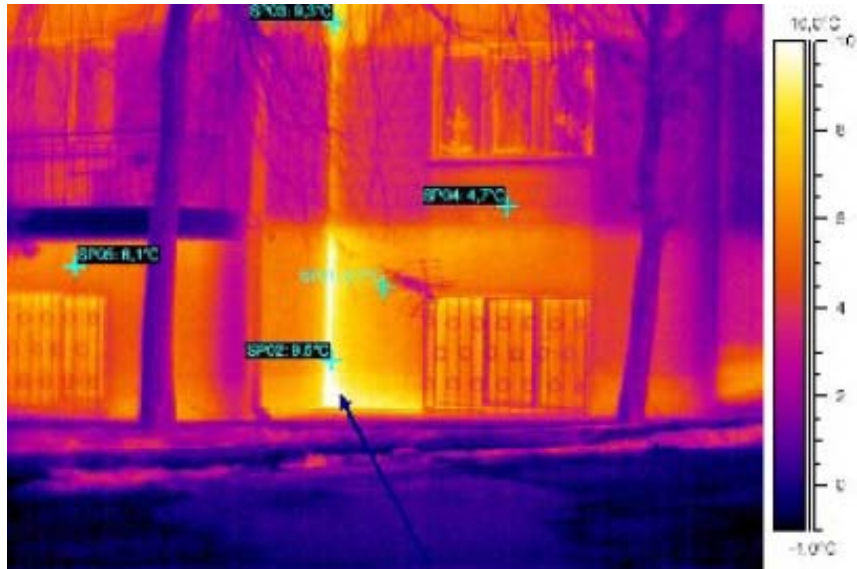
Binaların dış cephe duvar birleşim yerlerinin ısı kaybı yönünden kritik bölgeler olduğu görülmektedir. Özellikle kirişlerin kesişim bölgelerinde büyük miktarlarda ısı kayıpları olmaktadır (Şekil 5.28).



Şekil 5.28. Binalardaki pencere bölgelerinin çekilmiş görüntüleri

Dilatasyon derz birleşimleri;

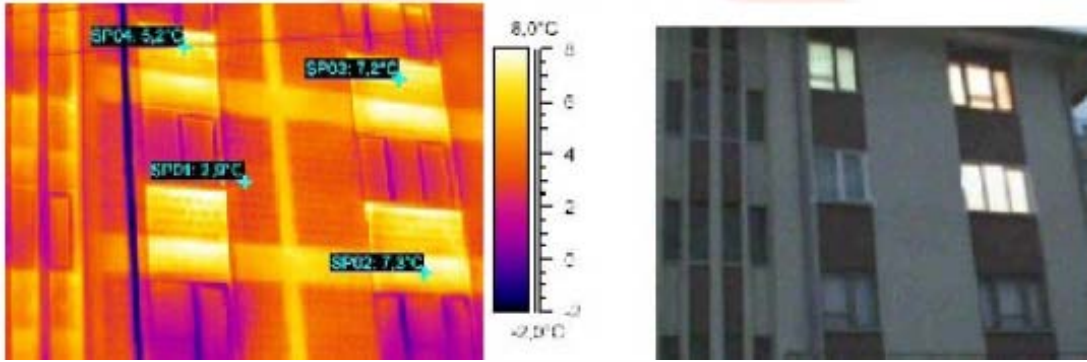
İki dış duvarın birleşimi boyunca yine ısı kayıpları olduğu görülmektedir. Binaların yapım aşamasında ısı kaybı yönünden kritik olan bu bölgeler için gerekli yalıtım önlemlerinin alınması gerekmektedir (Şekil 5.29).



Şekil 5.29. Binalardaki dilatasyon bölgelerinin çekilmiş görüntüleri

Radyatör arkası;

Şekil incelendiğinde radyatör arkası bölgelerden meydana gelen kayıplar görülmektedir. Isı geçiş miktarının büyüklüğüne bağlı olarak bu bölgelerin sıcaklıkları daha yüksektir (Şekil 5.30). Radyatör arkalarına ışınımlı ısı yalıtım levhaları konularak ısı kaybı belirli oranlarda azaltılabilir [21].



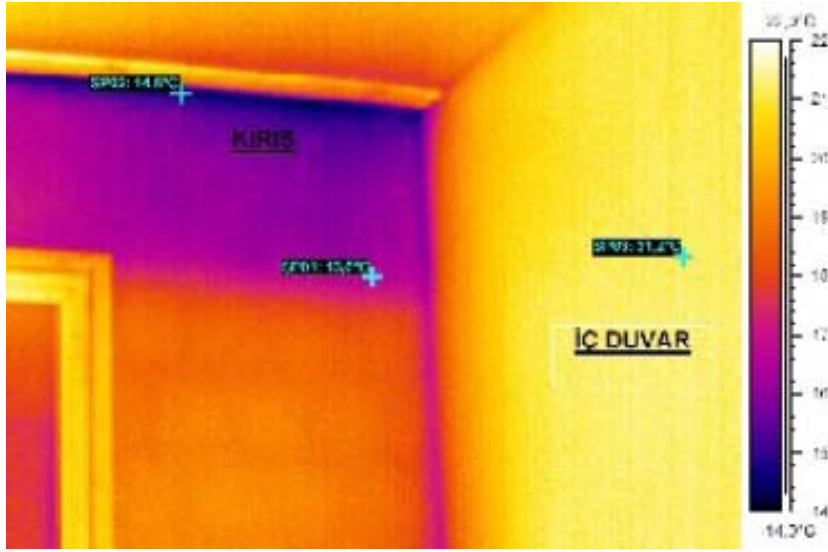
Şekil 5.30. Binalardaki radyatör bölgelerinin çekilmiş görüntüleri

Radyatör bölgelerinden dışarıya olan ısı kayıplarını azaltmak için alınması gereken diğer önlemler;

a) Radyatörlerin üzerine mermer konulması veya mobilya ile örtülmesi içeri olan ısı geçişini azaltıp, kaybı artırmaktadır.

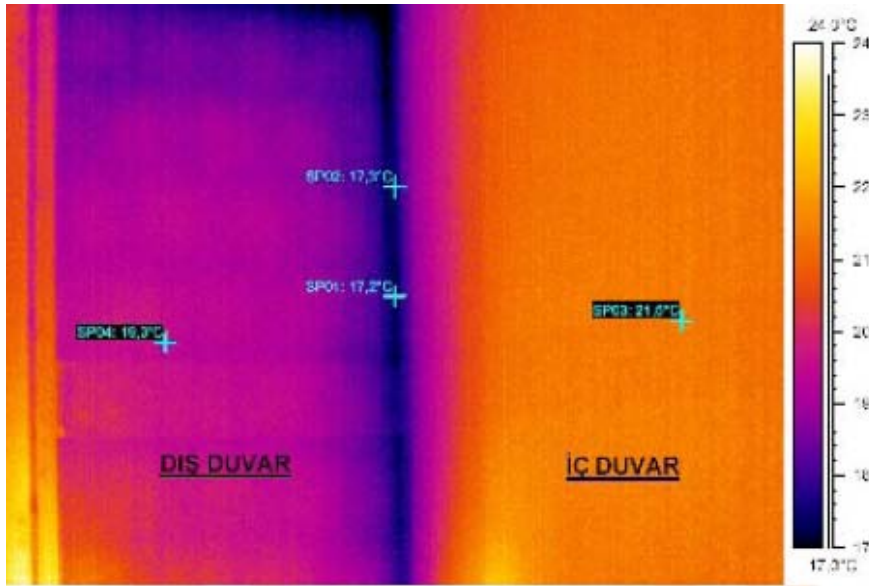
b) Perdelerin radyatörleri örtmeyecek şekilde tasarlanması gerekir.

İçten Çekilmiş görüntüler;



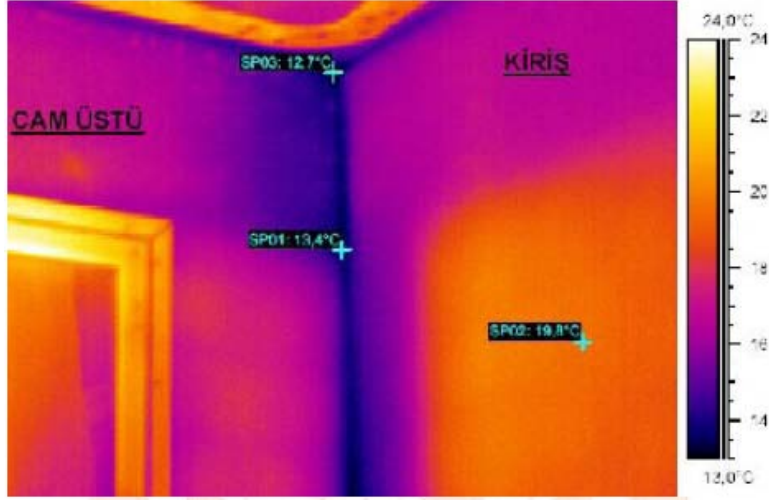
Şekil 5.31. Binalardaki içten oluşan bölgelerinin çekilmiş görüntüleri

Yukarıdaki şekil iç ortamdan çekilmiş termal kamera görüntüsüdür. Dış cephede bulunan kiriş yüzey sıcaklığının daha düşük olması bu bölgeden daha fazla ısı kaybı olduğunu göstermektedir (Şekil 5.31, Şekil 5.32).



Şekil 5.32. Binalardaki içten oluşan bölgelerinin çekilmiş görüntüleri

Yukarıdaki şekilde ise iç ve dış duvarlarının iç yüzey sıcaklıklarının karşılaştırılması gösterilmektedir. Dışa bakan duvarın iç yüzey sıcaklığının düşük olması meydana gelen ısı kayıplarını açıkça göstermektedir (Şekil 5.33).

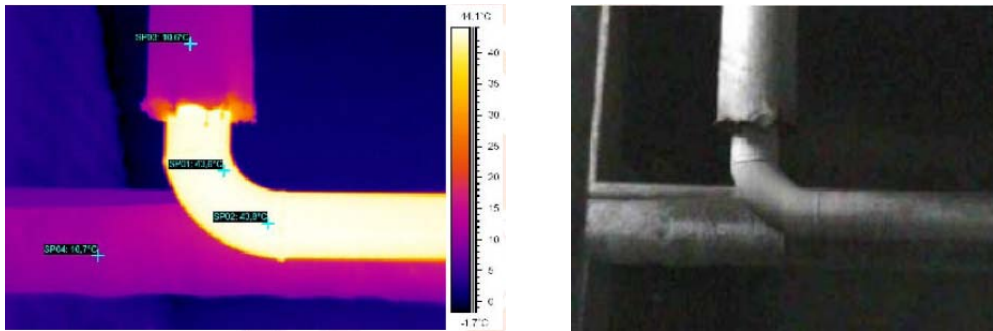


Şekil 5.33. Binalardaki içten oluşan kiriş-duvar bölgelerinin çekilmiş görüntüleri

Yukarıdaki şekilde iki dış cephe duvarının iç yüzey sıcaklıkları gösterilmiştir.

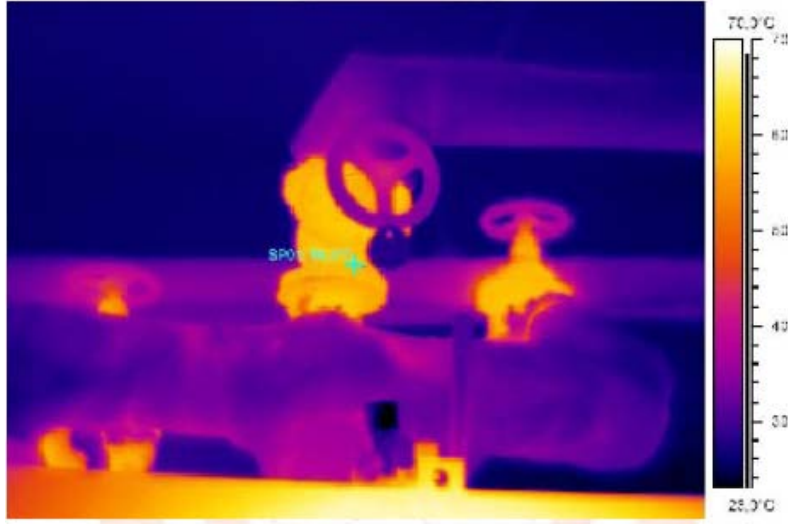
Özellikle kiriş kesişim ve duvar birleşim bölgelerindeki sıcaklıkların oldukça düşük olması bu bölgelerden büyük miktarlarda ısı kaybı olmasının sonucudur.

Tesisat;



Şekil 5.34. Binalardaki tesisat görüntüleri

Yukarıdaki şekilde sıcak su borusunun yalıtımlı ve yalıtımsız bölgelerinin sıcaklık haritaları gösterilmiştir. Yalıtımlı bölgenin sıcaklığı 10.6 °C iken yalıtımsız bölgenin sıcaklığı 43.8 °C'dir. Bu durum yalıtımın önemini açıkça göstermektedir (Şekil 5.34, Şekil 5.35).

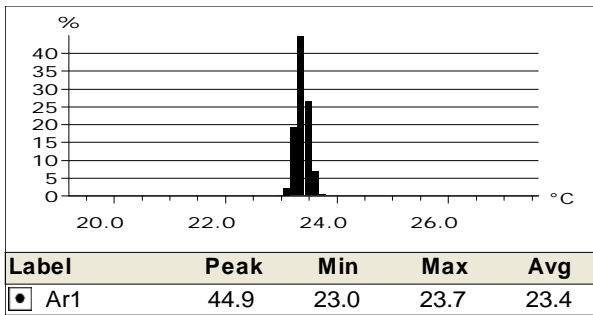
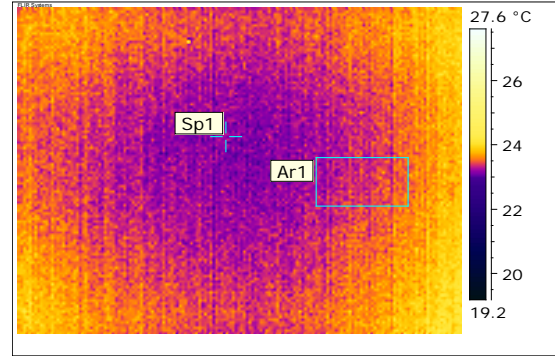


Şekil 5.35. Binalardaki tesisat görüntüleri

Yukarıdaki şekilde yalıtımsız vanadaki yüzey sıcaklık dağılımı gösterilmiştir.

Isı kayıplarının önlenmesi için vanalarda yalıtım gömleklerinin kullanılması gerekmektedir [2, 21, 27].

5.7.3. Yalova termal bölgesi termal kamera ile teknik inceleme

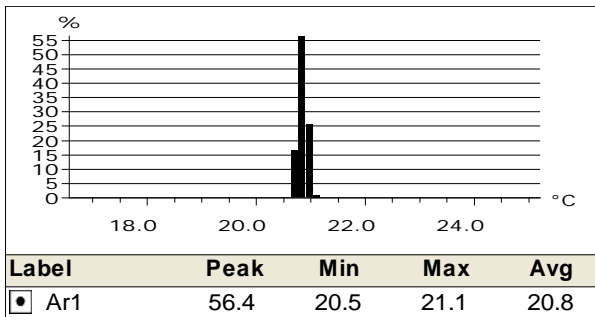
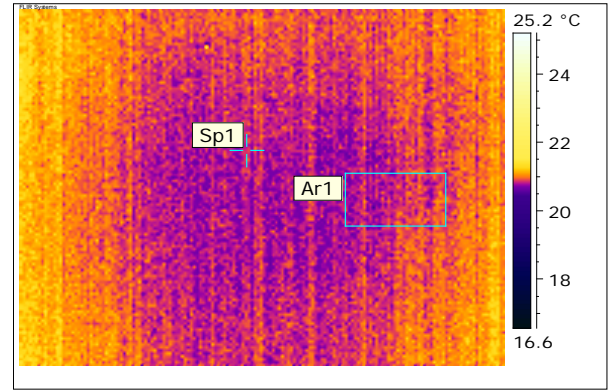


Object Parameter	Value
Emissivity	0.96
Object Distance	2.0 m
Atmospheric Temperature	20.0 °C
Sp1	23.1 °C
Ar1: Max	23.7 °C

Dijital fotoğraf ile çekilen Sultan Banyo iç mekândaki bu görüntüden de anlaşılacağı üzere duvar üzerinde su nedeniyle dökülme ve çiçeklenmeler meydana gelmiştir. Ancak bunun ne tür bir tahribata ya da zarara yol açtığı insan gözüyle pek analiz edilememektedir. Alt tarafta bulunan ve termal kamera ile çekilen bu görüntüde, dijital resimde göremediğimiz bölge ile ilgili durum karşımıza çıkmaktadır. Orta

bölgede birikmiş gibi görünen mavi tondaki renk bu bölgede var olan ısı kaybına işaret etmektedir. İç hacimdeki sıcaklık değeri 27.6 °C iken orta kaçak olan yerde 23 °C 'lere inmektedir. Burada 4 °C gibi bir fark görülse dahi, bu bölgenin beton içerisinden yada duvar üzerindeki sıvadan su nedeniyle nem alarak ve yalıtım yöntemine başvurulmamasından dolayı istenmeyen sonuçlar baş göstermektedir.. Bu duruma ilişkin önerilecek yöntem ise;

İç ve dış hacimlerde beton içerisinde suyu barındırmayan ve üzerine su taneciklerini almayan suyu absorbe eden boya ve kristalize sıva kullanılması soruna çözüm olarak sunulabilir. Bu açıklama için Baumit firmasına ait nanoputz dış ve iç cephe yalıtım malzemesi kullanılması uygundur. İçerdiği kimyasal maddeler ile suyu barındırmayan ve yalıtımı sağlayan bir özellik göstermektedir.

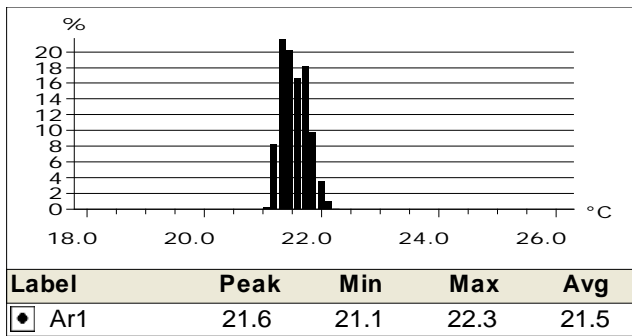
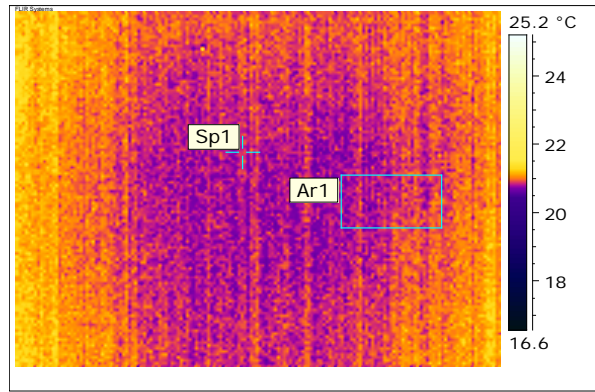


Object Parameter	Value
Emissivity	0.96
Object Distance	2.0 m
Atmospheric Temperature	20.0 °C
Sp1	20.9 °C
Ar1: Max	21.1 °C

Dijital fotoğraf ile çekilen Sultan Banyo iç mekândaki bu görüntüden de anlaşılacağı üzere duvar üzerinde su nedeniyle dökülme ve çiçeklenmeler meydana gelmiştir. Ancak bunun ne tür bir tahribata ya da zarara yol açtığı insan gözüyle pek analiz edilememektedir. Alt tarafta bulunan ve termal kamera ile çekilen bu görüntüde, dijital resimde göremediğimiz bölge ile ilgili durum karşımıza çıkmaktadır. Orta

bölgede birikmiş gibi görünen mavi tondaki renk bu bölgede var olan ısı kaybına işaret etmektedir. İç hacimdeki sıcaklık değeri 25.2 °C iken orta kaçak olan yerde 20 °C 'lere inmektedir. Burada 5.2 °C gibi bir fark görülse dahi, bu bölgenin beton içerisinden yada duvar üzerindeki sıvadan su nedeniyle nem alarak ve yalıtım yöntemine başvurulmamasından dolayı istenmeyen sonuçlar baş göstermektedir.. Bu duruma ilişkin önerilecek yöntem ise;

İç ve dış hacimlerde beton içerisinden suyu barındırmayan ve üzerine su taneciklerini almayan suyu absorbe eden boya ve kristalize sıva kullanılması soruna çözüm olarak sunulabilir. Bu açıklama için Baumit firmasına ait nanoputz dış ve iç cephe yalıtım malzemesi kullanılması uygundur. İçerdiği kimyasal maddeler ile suyu barındırmayan ve yalıtımı sağlayan bir özellik göstermektedir.

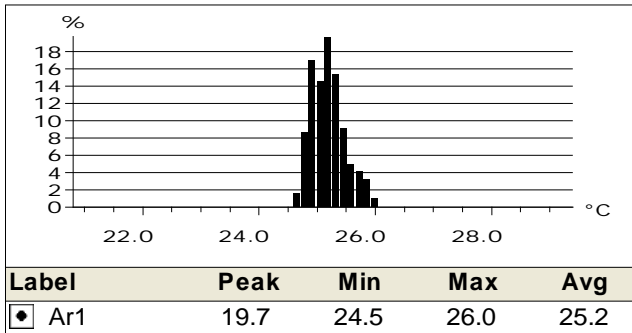
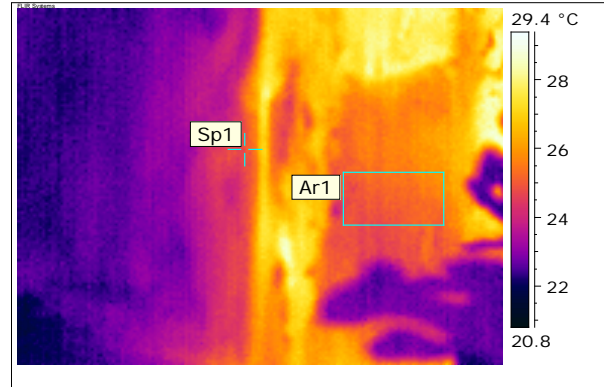


Object Parameter	Value
Emissivity	0.96
Object Distance	2.0 m
Atmospheric Temperature	20.0 °C
Sp1	21.0 °C
Ar1: Max	22.3 °C

Dış cephedeki sıcaklık değeri 26.3 °C iken orta kaçak olan yerde 21 °C 'lere inmektedir. Burada 5.3 °C gibi bir fark görülse dahi, bu bölgenin beton içerisinden yada duvar üzerindeki sıvadan su nedeniyle nem alarak ve yalıtım yöntemine

başvurulmamasından dolayı istenmeyen sonuçlar baş göstermektedir.. Bu duruma ilişkin önerilecek yöntem ise;

İç ve dış hacimlerde beton içerisinde suyu barındırmayan ve üzerine su taneciklerini almayan suyu absorbe eden boya ve kristalize sıva kullanılması soruna çözüm olarak sunulabilir. Bu açıklama için Baumit firmasına ait nanoputz dış ve iç cephe yalıtım malzemesi kullanılması uygundur. İçerdiği kimyasal maddeler ile suyu barındırmayan ve yalıtımı sağlayan bir özellik göstermektedir.

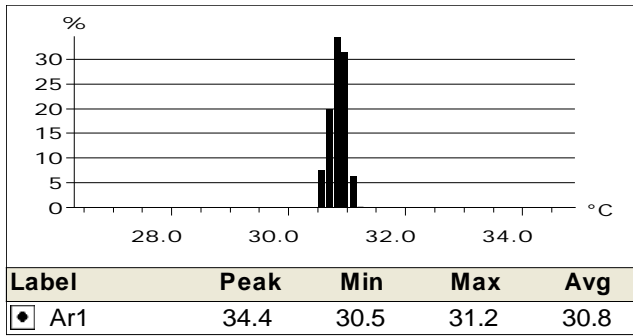
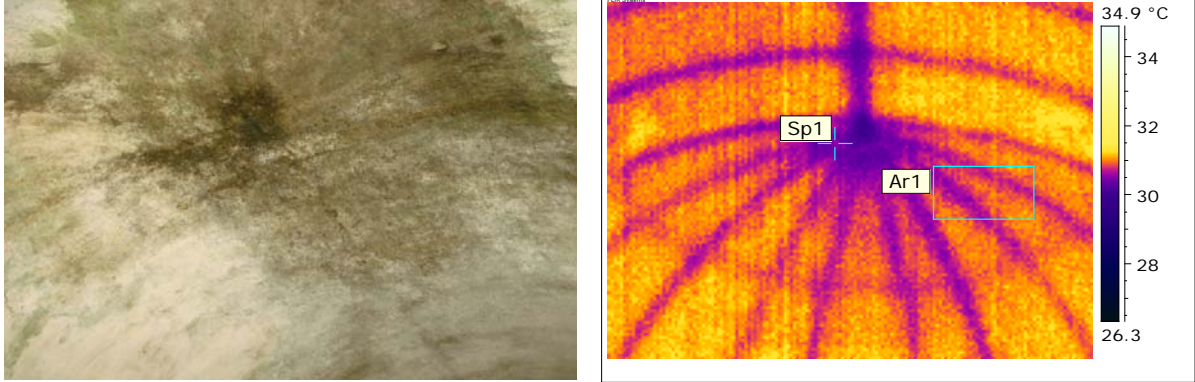


Object Parameter	Value
Emissivity	0.96
Object Distance	2.0 m
Atmospheric Temperature	20.0 °C
Sp1	24.9 °C
Ar1: Max	26.0 °C

Dış cephedeki sıcaklık değeri 29.4 °C iken orta kaçak olan yerde 25 °C 'lere inmektedir. Burada 4.4 °C gibi bir fark görülse dahi, bu bölgenin beton içerisinde yada duvar üzerindeki sıvadan su nedeniyle nem alarak ve yalıtım yöntemine başvurulmamasından dolayı istenmeyen sonuçlar baş göstermektedir. Bu duruma ilişkin önerilecek yöntem ise;

İç ve dış hacimlerde beton içerisinde suyu barındırmayan ve üzerine su taneciklerini almayan suyu absorbe eden boya ve kristalize sıva kullanılması soruna çözüm olarak sunulabilir. Bu açıklama için Baumit firmasına ait nanoputz dış ve iç cephe yalıtım

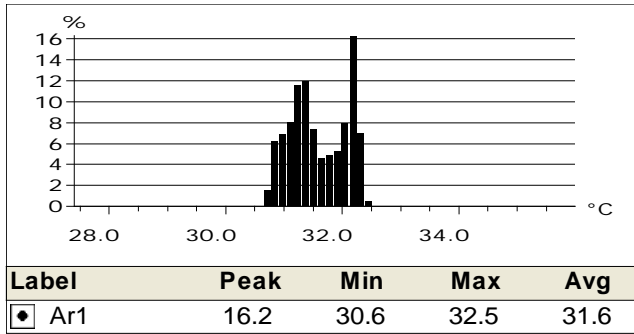
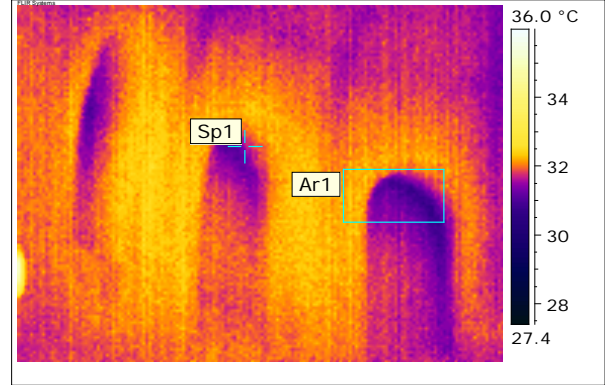
malzemesi kullanılması uygundur. İçerdiği kimyasal maddeler ile suyu barındırmayan ve yalıtımı sağlayan bir özellik göstermektedir.



Object Parameter	Value
Emissivity	0.96
Object Distance	2.0 m
Atmospheric Temperature	20.0 °C
Sp1	30.5 °C
Ar1: Max	31.2 °C

İç mekandaki sıcaklık değeri 34.9 °C iken orta kaçak olan yerde 30 °C 'lere inmektedir. Burada 4.9 °C gibi bir fark görülse dahi, bu bölgenin beton içerisinde ya da duvar üzerindeki sıvadan su nedeniyle nem olarak ve yalıtım yöntemine başvurulmamasından dolayı istenmeyen sonuçlar baş göstermektedir. Bu duruma ilişkin önerilecek yöntem ise;

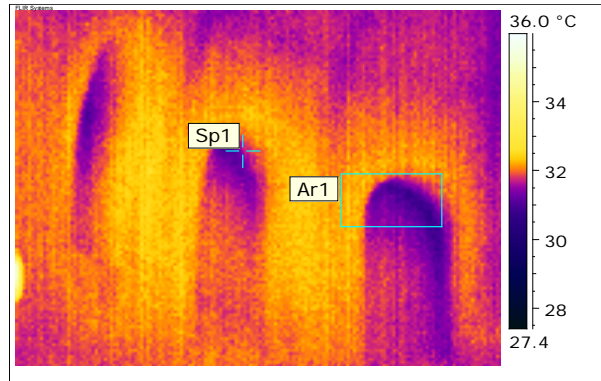
İç ve dış hacimlerde beton içerisinde suyu barındırmayan ve üzerine su taneciklerini almayan suyu absorbe eden boya ve kristalize sıva kullanılması soruna çözüm olarak sunulabilir. Bu açıklama için Baumit firmasına ait nanoputz dış ve iç cephe yalıtım malzemesi kullanılması uygundur. İçerdiği kimyasal maddeler ile suyu barındırmayan ve yalıtımı sağlayan bir özellik göstermektedir.

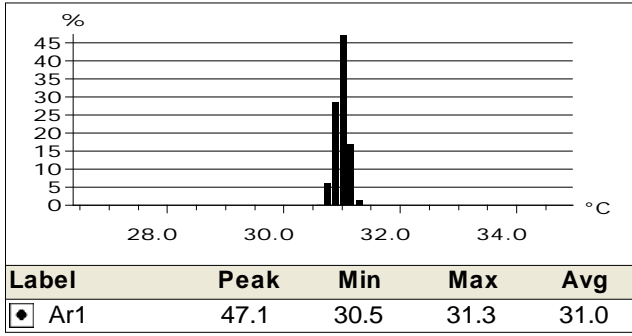


Object Parameter	Value
Emissivity	0.96
Object Distance	2.0 m
Atmospheric Temperature	20.0 °C
Sp1	31.6 °C
Ar1: Max	32.5 °C

İç mekandaki sıcaklık değeri 36 °C iken orta kaçak olan yerde 31 °C 'lere inmektedir. Burada 5 °C gibi bir fark görülse dahi, bu bölgenin beton içerisinden ya da duvar üzerindeki sıvadan su nedeniyle nem alarak ve yalıtım yöntemine başvurulmamasından dolayı istenmeyen sonuçlar baş göstermektedir. Bu duruma ilişkin önerilecek yöntem ise;

İç ve dış hacimlerde beton içerisinde suyu barındırmayan ve üzerine su taneciklerini almayan suyu absorbe eden boya ve kristalize sıva kullanılması soruna çözüm olarak sunulabilir. Bu açıklama için Baumit firmasına ait nanoputz dış ve iç cephe yalıtım malzemesi kullanılması uygundur. İçerdiği kimyasal maddeler ile suyu barındırmayan ve yalıtımı sağlayan bir özellik göstermektedir.

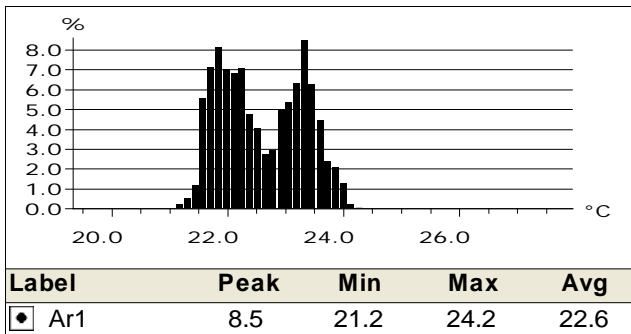
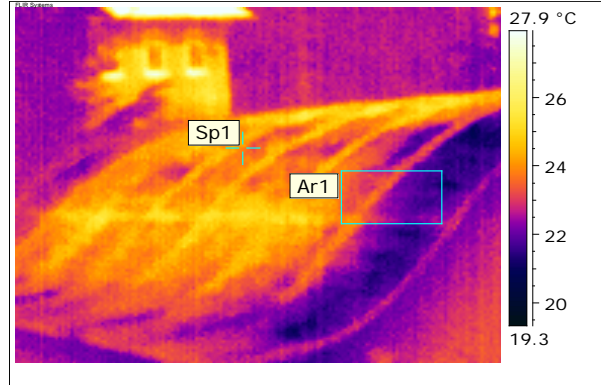




Object Parameter	Value
Emissivity	0.96
Object Distance	2.0 m
Atmospheric Temperature	20.0 °C
Sp1	30.4 °C
Ar1: Max	31.3 °C

İç mekândaki sıcaklık değeri 35 °C iken orta kaçak olan yerde 30 °C 'lere inmektedir. Burada 5 °C gibi bir fark görülse dahi, bu bölgenin beton içerisinden ya da duvar üzerindeki sıvadan su nedeniyle nem alarak ve yalıtım yöntemine başvurulmamasından dolayı istenmeyen sonuçlar baş göstermektedir. Bu duruma ilişkin önerilecek yöntem ise;

İç ve dış hacimlerde beton içerisinde suyu barındırmayan ve üzerine su taneciklerini almayan suyu absorbe eden boya ve kristalize sıva kullanılması soruna çözüm olarak sunulabilir. Bu açıklama için Baumit firmasına ait nanoputz dış ve iç cephe yalıtım malzemesi kullanılması uygundur. İçerdiği kimyasal maddeler ile suyu barındırmayan ve yalıtımı sağlayan bir özellik göstermektedir.



Object Parameter	Value
Emissivity	0.96
Object Distance	2.0 m
Atmospheric Temperature	20.0 °C
Sp1	23.8 °C
Ar1: Max	24.2 °C

Dış cephedeki sıcaklık değeri 28 °C iken orta kaçak olan yerde 24 °C 'lere inmektedir. Burada 4 °C gibi bir fark görülse dahi, bu bölgenin beton içerisinden yada duvar üzerindeki sıvadan su nedeniyle nem alarak ve yalıtım yöntemine başvurulmamasından dolayı istenmeyen sonuçlar baş göstermektedir. Bu duruma ilişkin önerilecek yöntem ise;

İç ve dış hacimlerde beton içerisinde suyu barındırmayan ve üzerine su taneciklerini almayan suyu absorbe eden boya ve kristalize sıva kullanılması soruna çözüm olarak sunulabilir. Bu açıklama için Baumit firmasına ait nanoputz dış ve iç cephe yalıtım malzemesi kullanılması uygundur. İçerdiği kimyasal maddeler ile suyu barındırmayan ve yalıtımı sağlayan bir özellik göstermektedir.

BÖLÜM 6. DEĞERLENDİRME, SONUÇ VE ÖNERİLER

Enerji, teknolojinin hızla geliştiği günümüz dünyasında, hayatımızın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bununla birlikte, doğal kaynaklarımızın hızla tükenmesi, çevre kirliliği ile birlikte ekolojik dengenin bozulmaya başlaması ve enerji üretiminin yüksek maliyeti bizi enerji tasarrufu konusunda daha duyarlı olmaya itmektedir. Ülkemizde, enerjinin büyük bölümü sanayide ve konutlarda tüketilmekte, konutlardaki enerjinin büyük bir kısmı ise ısınma için kullanılmaktadır.

Enerjinin üretiminden, teminine, alternatif enerji kaynaklarının bulunmasından, maliyetine ve de tasarrufuna yönelik çok geniş çaplı çalışmalar ve araştırmalar yapılmaktadır. 1998 'de yürürlüğe giren ve 2000 yılından itibaren binalarda ısı yalıtımı zorunluluğu getiren TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı ile, yeni projelerde standartlara uygun malzemeler, doğru detay çözümleri ve uygun kalınlıklarda ısı yalıtım malzemeleri kullanılarak enerji verimli binalar oluşturabilmekteyiz.

Günümüz dünyasında, güç dengelerinin enerji ve enerji yollarına sahip olma temeline dayanmasından dolayı, enerji tasarrufu ve enerjinin verimli kullanılması büyük önem taşımaktadır. Enerji tasarrufunun önemli bir ayağı da ısı yalıtımıdır. Ülkemizde üretilen toplam enerjinin % 41'nin konutlarda tüketildiği göz önüne alındığı zaman, konutlarda ısı yalıtımının üzerinde hassasiyetle çalışılması bir gereklilik olarak önümüze çıkar. Türkiye enerjide % 68 oranında dışa bağımlıdır ve 2020 yılında bu oranın % 80'e çıkması tahmin edilmektedir. Enerji tasarrufu ile Türkiye'de yılda 3 milyar \$, sadece binalarda ise 1,3 milyar \$ tasarruf yapılabilir. Konutlarda ısı yalıtımı uygulaması enerji tasarrufu, çevre kirliliği ve bina ömrü üzerinde etkileri vardır. Yönetmeliklere

uygun bir ısı yalıtımı ile kışın ısınma, yazın soğutma amaçlı kullanılan enerjide büyük miktarlarda tasarruf sağlanır. Isı yalıtımına harcanan maliyetler kendisini 1-2 ısıtma sezonunda amorti eder ki bu süre teknik bakımından çok kısa bir süredir. Isı yalıtımı yapılması ile konfor şartlarının sağlanması için harcanan yakıt azalır, buna bağlı olarak atmosfere verilen NO_x ve SO_x bazlı gazların emisyonunda kayda değer azalmalar meydana gelerek çevre kirliliğini önlemede büyük kazanımlar sağlar. Isı yalıtımı ile binayı oluşturan yapılar termal şoklardan ve dış ortamın etkilerinden korunduğu için ısı yalıtımı bina ömrüne olumlu etki yapar.

Yalıtılacak bölgenin özellikleri ve bölgeden istenen konfor şartları çok iyi analiz edilip bu özelliklere uyan ısı yalıtım malzemesinin seçilmesi, uygulanması ve termal kamera ile ısı köprülerinin tespit edilmesi, binalarda ısı yalıtımının amacına ulaşması bakımından çok önemlidir. Farklı konfor istekleri ve farklı ortamlar ısı yalıtım malzemelerinde çok çeşitliliğe yol açmıştır. Isı yalıtım malzemeleri yapıldıkları ana maddeye göre; bitkisel ve hayvansal kökenli ısı yalıtım malzemeleri, mineral kökenli ısı yalıtım malzemeleri, sentetik ısı yalıtım malzemeleri ve yüksek performanslı ısı yalıtım malzemeleri olarak sınıflandırılmaktadırlar. Malzeme biliminin gelişmesi, ısı yalıtımı yapılan bölgelerin ve bu bölgelerden istenen özelliklerin artmasına paralel olarak malzeme çeşitleri artmaktadır. Isı yalıtımında kullanılan malzemelerin seçiminde, malzemenin yoğunluğu, su geçirgenliği, sudan-nemden etkilenmezlik, yanmazlık ve alev geçirmezlik, mekanik özellikleri, buhar difüzyon direnci, kimyasallardan etkilenmezlik, insan sağlığına etkileri ve ekonomiklik gibi kriterler göz önüne alınır.

Isı yalıtımı bilinci geçmiş yıllara nazaran ülkemizde daha gelişmektedir. Bu bağlamda ısı yalıtımı üniversitelerde inşaat ve yapı bilimlerinde en çok değinilen konular olarak ortaya çıkmaktadır. Ancak mevcut durum gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığı zaman ısı yalıtımı öneminin gerek toplum tarafından anlaşılması gerekse de yerel yönetimler tarafından teşvik edilmesi, kanuni zorunluluk olarak uygulanması ve kontrolü konusunda zafiyetlerimizin olduğu açıktır. Bununla beraber yalıtım uygulamalarını sadece ısı yalıtımından ibaret olmadığı bunu beraber su, ses

ve yangın yalıtımının da uygulanması ile konutlardan ve sanayi tesislerinden gerek konfor şartları sağlanması gerekse de enerji tasarrufu konusunda kazançlarımızın milli servete katkısı olacağı göz önünde tutulmalıdır.

Bu çalışmada, günümüzde kullanılan yalıtım malzemelerinin birbirleriyle kıyası, üstün özellikleri ve dezavantajları ile avantajları üzerinde durulmuştur. Geleneksel yalıtım malzeme uygulama ile teknolojik gelişmelere istinaden Modern yalıtım malzeme uygulama yöntemlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Bir yandan gelişen ve değişen dünya ve gereksinimlerini çağa ayak uydurmak üzere hazırlamış bir piyasa ve diğer yandan da bu uygulamaların doğru ve tekniklerine uygun yapılabilmesi için uyulması gereken kurallar ve yasalar dizisidir. Çalışmanın en önemli unsuru enerji verimliliğini teşvik etmek için yalıtım uygulamasının insanlara kamu ve devlet ile özel sektör eliyle doğru sunulması çabalarıdır. Bu nedenle yeni bir ürün olan Smartpan ürünü tanıtılmaya çalışılmıştır. Bu ürün ile yalıtım uygulamalarından yeni bir dönem ve süreç başlatılmıştır. Bu süreç beraberinde daha uygun ve teşvik edici bir takım önlem ve uygulamaları getirecektir.

Aynı zamanda uygulanan yalıtım tekniklerinin doğru ve tekniklerine uygun yapıp yapılmadığını gözler önüne seren termal kamera ile yalıtım zafiyetlerinin önüne geçilmesi incelenmiştir. Yalnızca yalıtımı uygulamak yetmiyor, diğer yandan doğru teknik kullanılarak yalıtımın sonuç vermesi sağlanmalıdır. İşte bu nedenle termal kamera önemli bir rol oynamaktadır.

Sistemi baştan sona incelediğimizde uygulanması muhtemel olan geleneksel yalıtım uygulama teknikleri ile birçok yalıtım zafiyeti ortaya çıkmaktadır. Örneğin uygulanan yalıtım plakasının üstüne çakılan dubel bile o bölgede bir hata veya soruna neden olabilmektedir. Amaç yalıtım yapmaksam bunun için yöntem yeterli gibi gözükabilir. Ancak unutulmamalıdır ki uygulanan teknik kadar işin takip ve vicdani boyutu da bir o kadar önem arz etmektedir.

Marmara Bölgesi sınırlarında bulunan Yahya Kaptan Blokları ve Yalova Termal Bölgesi'nde yapılan Teknik incelemeler sonucu termal kamera ile elde edilen bulgular her iki bölgede de sorunlar ve bu sorunlara ilişkin münferit çözüm önerilerinin olduğu ortaya çıkmıştır. Bu gibi önem arz eden problemlerin bulunmasında zaman ve maliyet açısından oluşan kayıp ve zararları göz önüne aldığımızda sorunun kaynağından önce işin başlamadan maliyetli olması işin teşvikine bir darbe olarak gelişmektedir.

Bugün ülkemizde yalıtım konusunda, proje aşamasında, yalıtım kalınlıklarına, ısı köprülerine, yoğuşma hesabına dikkat edilmemesi gibi hataların yanında, özellikle uygulayıcıların yanlış bilgilerinden dolayı yalıtım malzemelerinin kullanıldığı yerlerde ve montajında önemli hatalar yapılmaktadır. Isı yalıtımının amacına uygun ve etkin olarak kullanımının sağlanabilmesi için, ısı yalıtımı konusunda teknik kişiler ve uygulayıcılar yetiştirilmeli, bu konu ile ilgili gerekli kurs ve seminer imkânları sağlanmalıdır. Tüketiciler ise, kullanabilecekler en uygun malzemeyi seçebilmek için gerekli araştırmaları en iyi şekilde yapıp, yetkili kuruluşlardan yardım almalıdırlar.

Sonuç olarak; yeni ve mevcut yapılarımızda ısı yalıtım uygulamaları yaparak, enerji kaynaklarının verimli şekilde kullanılmasıyla enerji tasarrufunun yanında, konutlarda sağlık ve konfor şartlarının sağlanmasını, sağlam ve daha uzun ömürlü yapılara kavuşmamızı, hava kirliliğinin azalması ile çevrenin korunmasında büyük katkılar sağlamış oluruz. Ayrıca teknik alanda yetişmiş insan gücü ile doğru ve sonuçlarını ömür boyu elde ettiğimiz bir sürecin devamını sağlamak görevi ile eğitim ve bilinçlendirme çalışmalarına ağırlık verilmesi en önemli olgudur.

KAYNAKLAR

- [1] ŞEN A. O., ‘Binalarda Uygulanan Yalıtım Sistemleri Dünyada ve Türkiye’de Yalıtım’ Yüksek Lisans Tezi., Sakarya Üniversitesi, FBE, Sakarya, Haziran-2006 , s.1-4,8-19,36-43
- [2] ‘Yalıtım’ TMMOB Makine Mühendisleri Odası, MMO Yayın No: 2005/399, 2005, s.7-15,19-37,81-104
- [3] AB Genel Sekreterliği, Avrupa Birliği Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Türkiye Ulusal Programı (24.07.2003 tarih ve 25178 mükerrer sayılı Resmî Gazete).
- [4] BENHKE, Rainer, Ole BÖRNSSEN, “Türkiye’de Enerji Verimliliği İhtiyaçlarının Değerlendirilmesi Çalışması”, MVV Consultants and Engineers GmH, Avrupa Komisyonu Türkiye Delegasyonu, Ankara, 2003.
- [5] ÇALIKOĞLU E., “Enerji Verimliliği ve EİEİ Tarafından Yürütülen Çalışmalar”, 23. Ulusal Enerji Verimliliği Kongresi, EİEİ Genel Müdürlüğü (Enerji Tasarrufu Koordinasyon Kurulu) Yayını, Ankara, 2004, ss.59-64
- [6] Devlet Planlama Teşkilatı, Uzun Vadeli Strateji ve Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 2001-2005, DPT Yayını, Ankara, 2000.
- [7] ŞİPER S., “Petrol Piyasası ve LPG Piyasası Düzenleme Çalışmaları”, Dünya Enerji Dergisi, Mülakat, Sayı:36, Ekim 2003, ss.24-38.
- [8] RUBACI E., ‘Yaşanan Konutlarda Enerji Tasarrufu’ Martav Yalıtım A.Ş., 2006, s. 25-36
- [9] KARACA T. ‘Ekstrüde Polistren Köpük Levhaların Dış Duvarlarda Kullanımı’ Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi FBE, 2001, s. 14-37,56-64
- [10] ‘Isı + Ses + Yangın İzolasyon’ IZOCAM A.Ş., s. 13-20,37-50,75-79
- [11] CAN A. ‘Yapılarda Isı Yalıtımı ve Türkiye’de Enerji İhtiyacının Azaltılması Yönünden Önemi’ Trakya Üniversitesi, 2006
- [12] <http://www.izoder.org.tr>, 2010

- [13] <http://www.kimyamuhendisi.com> ‘ Isı Yalıtım Malzemeleri’, 2010
- [14] 'ODE ISIPAN' Ürün Katalogu, Arge İnşaat Mühendislik Yapı ve İzolasyon Mlz. LTD. ŞTİ, 2006
- [15] YILMAZ R., ‘Betonarme Karkas Yapılarda Kolon ve Kirişlerdeki Isı Kayıplarının Önlenmesi’ Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Haziran,2006, s.1-4,28-49,63-67
- [16] BERKMEN G., ‘Dış Cephe Yalıtım Sistemleri ve Uygulama Prensipleri’ Yalıtım Kongresi ve Sergisi Bildirileri MMO Yayını, 2001
- [17] <http://www.izolasyon-bilgi.com/isi-izolasyonu> ‘Duvarlarda Isı Geçişi Olan Yerler ve Bazı Önlemler’, 2010
- [18] 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
- [19] DAĞSÖZ A.K., Yapılarda Isı Yalıtımı ve Buhar Geçişi, Emre Matbaacılık, İstanbul, 1991
- [20] POLİSTREN ÜRETİCİLERİ DERNEĞİ, Isı Yalıtımında Beyaz Güç Kitapçığı
- [21] <http://www.izocam.com.tr>, 2010
- [22] <http://www.arkitera.com>, 2010
- [23] ÖZER M., ‘Yapılarda Isı-Su Yalıtımları Yapı Fiziksel Tanım Hesaplama Esasları’ İTÜ Mimarlık Fak., 1982, s. 30-42
- [24] REMAN O., ‘Isı-Su İzolasyon Malzemelerinin Sınıflandırılması, Özellikleri, Soru ve Seçim Kriterleri’ Balıkesir Üniversitesi Mimarlık Fak., Balıkesir.2000, s. 9-14, 22-26
- [25] BAYER M. A., ‘Yapı Kabuğunda Isı Geçirgenlik Direnci Düşük Olan Parça ve Bileşenlerin Uygulamalarına Yönelik Çözüm Önerileri’ Yüksek Lisans Tezi Yıldız Teknik Üniversitesi, 2002, s. 40-70
- [26] Kıyı Yalıtım Dekorasyon Ltd. Şti., <http://www.smartpan.com.tr> “ Isı Yalıtım Malzemesi ”, 2010
- [27] <http://www.flirthermography.com>, 2010

EKLER

EK-1

RAPOR

NUMUNENİN;

Sahibi : Kıyı Yalıtım Tek. Deko. Nş. Yapı El. Ürt. San. Tic. Ltd. Şti.

Adı : Dış Cephe Sıvası

Ambalaj Tarzı : Açık

Geliş Tarihi : 27.01.2010

Numuneyi Alan : Firma Yetkilisi

Kıyı Yalıtım Tek. Deko. Nş. Yapı El. Ürt. San. Tic. Ltd. Şti. tarafından gönderilen dış cephe sıvası TS 7847 Şubat 1990 tarihli, “ Hazır Sıva Dış Cephe için, Sentetik Emülsiyon Esaslı ” başlıklı standartta verilen, Dona Dayanıklılık, Sıcağa Dayanıklılık, PH Değeri, Su Buharı Geçirgenliği, Alkali Dayanıklılığı deneylerine tabi tutularak aşağıdaki rapor düzenlenmiştir.

a) Dona dayanıklılık:

Uygulama: Hazır sıvalar ortalama 500 ml’ lik 2 adet cam kaba konarak hava almayacak şekilde kapanır, sonra aşağıdaki sıcaklıklarda tutulma işlemi 3 kez belirtilen sürelerde uygulanır.

-10 °C ± 1 °C 16 saat

23 °C ± 2 °C 8 saat

Standarda göre olması gereken sonuç: Deneme sonucunda kalınlaşma, jelleşme, topraklanma görülmemeli, mala, rulo ve/veya tabanca ile uygulandığında homojen bir sıva tabakası verebilmelidir.

Sonuç: Deneme sonrası topraklanma ve yüzeye uygulamada sıkıntılar görülmemiştir.

b) Sıcağa Dayanıklılık:

Uygulama: Hazır sıvalar ortalama 500 ml 'lik 2 adet cam kaba konarak hava almayacak şekilde kapanır. Bunlar 80 °C± 2 °C ' de 1 hafta bırakıldıktan sonra oda sıcaklığına kadar soğutulur.

Standarda göre olması gereken sonuç: Jelleşme, topraklanma ve belirgin bir renk değişikliği görülmemeli, mala, rulo ve/veya tabanca ile uygulandığında homojen bir sıva tabakası verebilmelidir.

Sonuç: Çıkan sonuç uygundur.

c) PH Değeri:

Uygulama: Hazır sıvaların pH 'ı kalomel veya standart hidrojen elektrod kombinasyon bağlanmış olan pH metre ile 23 °C± 2 °C 'de ölçülür.

Standarda göre olması gereken sonuç: Hazır sıvaların pH değeri 7.5-10 olmalıdır.

Sonuç: pH = 7.9 uygundur.

d) Su Buharı Geçirgenliği:

Uygulama: Çelik kabın içine bir miktar (yaklaşık 100 gr) CaCl_2 konulduktan sonra üzerine sıva tabakası oturtulur, çelik kap ile sıva tabakası temas yüzeyine ince yapışkan bantlar konularak sıva tabakasının kayması önlenir. Çelik kap ve sıva tabakasının dış yan yüzü ince bir parafin ile kaplanarak sızdırmazlık sağlanır ve kap tartılır. Hazırlanan bu kap içinde doymuş $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ solüsyonu bulunan desikatöre yerleştirilir. 5 gün sonra kap desikatörden çıkarılarak tartılır. Sonra her gün tartılarak kütle artış farkı lineer olana kadar kaydedilir.

Standarda göre olması gereken sonuç: Su buharı geçirgenliği en az 0.5 m^{-1} olmalıdır.

Sonuç: 2 m^{-1} . Çıkan sonuç uygundur.

e) Alkali Dayanıklılığı:

Uygulama: 3 adet hazır sıva plaka %2 'lik NaOH solüsyonuna daldırılır. 4., 8. ve 15. günlerde birer plaka solüsyondan çıkarılarak musluk suyu ile yıkanır ve 7 gün oda sıcaklığında kurutulduktan sonra yüzey incelenir.

Standarda göre olması gereken sonuç: Hazır sıvaların yüzeyinde kalkma, pul pul kabarma, çatlama gibi bozulmalar görülmemelidir.

Sonuç: Yüzeyde herhangi bir sorun görülmemiştir. Sonuç olumludur.

Yukarıdaki deneylere ilave olarak,

f) Işık Haslığı (Yaşlandırma):

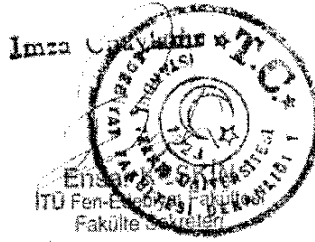
Numune ek yerleri aynı firmaya ait elastik tutkalla birleştirilmiş 15 x 30 cm ebadında polistiren köpük (EPS) üzerine sıva püskürtülerek hazırlanmıştır.

Hazırlanan numuneye 0.78 W/m² gücünde UV ışığı sabit sıcaklık ve nem altında 20 gün süreyle UV test kabiniinde tatbik edilmiştir.

Sonuç olarak, numunede herhangi bir renk değişikliği, rötire çatlağı ve döküntü gözlemlenmemiştir.

Prof. Dr. İ. Ersin Serhatlı

İTÜ FEN-ED. FAK , KİMYA BÖL
MASLAK 34469 İSTANBUL
TEL 212 285 32 32



Bu sonuçlar tevdi olunan yukarıda belirlenen numuneler içindir.

Bu rapor ve sonuçları ticaret ve reklam amaçları için kısmen veya tamamen çoğaltılamaz ve yayınlanamaz.

Ayrıca bu rapor hukuki işlemlerde delil olarak kullanılamaz.

EK-2**RAPOR****NUMUNENİN;**

Sahibi : Kıyı Yalıtım Tek. Deko. Nş. Yapı El. Ürt. San. Tic. Ltd. Şti.

Adı : Dış Cephe Sıvası

Ambalaj Tarzı : Açık

Geliş Tarihi : 27.01.2010

Numuneyi Alan : Firma Yetkilisi

Kıyı Yalıtım Tek. Deko. Nş. Yapı El. Ürt. San. Tic. Ltd. Şti. tarafından gönderilen numune TS 7847 Şubat 1990 standardı dahilinde ışık haslığı testine tabi tutularak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

SONUÇ:

Numune ek yerleri aynı firmaya ait elastik tutkalla birleştirilmiş 15 x 30 cm ebadında polistiren köpük (EPS) üzerine sıva püskürtülerek hazırlanmıştır.

Hazırlanan numuneye 0.78 W/m² gücünde UV ışığı sabit sıcaklık ve nem altında 50 gün süreyle UV test kabiniinde tatbik edilmiştir.

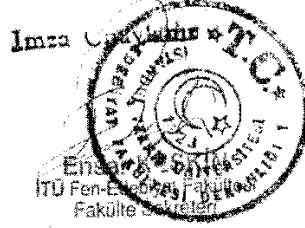
Sonuç olarak, numunede herhangi bir renk değişikliği, rötire çatlağı ve döküntü gözlemlenmemiştir. Numune ömrü 30 yıl olarak belirlenmiştir.

Gereğini bilgilerinize sunarım.



Prof. Dr. İ. Ersin Serhatlı

İTÜ FEN-ED. FAK , KİMYA BÖL
MASLAK 34469 İSTANBUL
TEL 212 285 32 32



Bu sonuçlar tevdi olunan yukarıda belirlenen numuneler içindir.

Bu rapor ve sonuçları ticaret ve reklam amaçları için kısmen veya tamamen çoğaltılamaz ve yayınlanamaz.

Ayrıca bu rapor hukuki işlemlerde delil olarak kullanılamaz.

Smartpan Dış Cephe Isı Yalıtım Sistemi içinde bulunan her malzemeye 5 yıl boyunca ürün garantisi veriliyor. Smartpan Isı Yalıtım Sistemi doğru yalıtım kalınlığı ve işçilikle uygulandığında binanın ömrü boyunca ısı yalıtım görevini sağlıklı bir şekilde yerine getiriyor.

ÖZGEÇMİŞ

Ali İhsan DEĞİRMENCİ, 21.10.1982 'de Kocaeli'nde doğdu. İlk ve orta eğitimini Kullar İ.Ö.O. 'da ve lise eğitimini İzmit Teknik Lisesinde tamamladı. 2001 yılında İzmit Teknik Lisesi, Bilgisayar Bölümünden mezun oldu. 2003 yılında başladığı SAÜ Yapı Eğitimi bölümünü 2007 yılında Fakülte birincisi olarak bitirdi. 2008 yılında Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2008 – 2009 yılları arasında Regnum Astrum Tower projesinde Şantiye Şefi olarak çalıştı. Yine 2009 – 2010 yılları arasında Kıyı Yalıtım Dekorasyon Ltd. Şti. şirketinde çalışma hayatına devam etmektedir. Bu süre içerisinde şirketin yeni ürün projeleri yanı sıra verimlilik projeleri ve toplam kalite yönetimi projelerinde aktif rol aldı. Şu anda Kıyı Yalıtım Dekorasyon Ltd. Şti. Şirketinde Fabrika Müdürü olarak görev yapmaktadır ve Ali İhsan DEĞİRMENCİ, evlidir.