

**T.C.  
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YALITIMI YAPILMIŞ VE YALITIMI YAPILMAMIŞ OLAN  
BİNALARDA ENERJİ ANALİZLERİNİN ÖRNEK BİR PROJE  
ÜZERİNDE KARŞILAŞTIRILMASI**

**RAMAZAN YAKALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN  
YRD.DOÇ. DR. HÜSEYİN KURT**

**İSTANBUL, 2017**

Ramazan YAKALI tarafından hazırlanan “Yalıtımı Yapılmış Ve Yalıtımı Yapılmamış Olan Binalarda Enerji Analizlerinin Örnek Bir Proje Üzerinde Karşılaştırılması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile İstanbul Gelişim Üniversitesi Mekatronik Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KURT  
Mekatronik Mühendiliği, İstanbul Gelişim Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum .....

**Başkan :** Unvanı Adı SOYADI  
Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum .....

**Üye :** Unvanı Adı SOYADI  
Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum .....

Tez Savunma Tarihi: ...../...../.....

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....  
Prof. Dr. Nuri KURUOĞLU  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ETİK BEYAN

İstanbul Gelişim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ramazan YAKALI

YALITIMI YAPILMIŞ VE YALITIMI YAPILMAMIŞ OLAN BİNALARDA ENERJİ  
ANALİZLERİNİN ÖRNEK BİR PROJE ÜZERİNDE KARŞILAŞTIRILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Ramazan YAKALI

GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
HAZİRAN 2017

**ÖZET**

Ülkemizde ve Dünya üzerinde nüfusun artması, sanayinin gelişmesi ve kentleşmenin çoğalması gibi durumlardan dolayı enerji tüketimi sürekli artmaktadır. Özellikle enerji kaynaklarımızı arttırmamızın yanı sıra aynı zamanda elimizdeki enerjiyi de tasarruflu olarak kullanmamız gerekmektedir. Böylelikle sahip olduğumuz enerjiyi daha uzun süre kullanırız.

Günümüzde enerji çoğunluklu olarak sanayi ve konutlarda kullanılmaktadır. Konutlarda kullanılan enerjinin tasarrufu için binalarda yalıtım yapılması oldukça önemlidir. Yalıtımın yapılması enerji tasarrufu sağlanmasıyla birlikte ekonomik olarak ta bize kazanç sağlar.

Bu çalışmada ısı yalıtımı malzemeleri hakkında bilgi verilmiş ve ısı yalıtımının önemine vurgu yapılmıştır. Ayrıca yalıtımı yapılmış ve yalıtımı yapılmamış olan binalardaki enerji analizleri örnek bir proje üzerinde hesaplanıp bulunan değerler yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Enerji, Yalıtım, Ekonomi

Sayfa Adedi : 101

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KURT

Comparison of Energy Analysis of Insulated and Non-Insulated Buildings On The Sample  
Project

(M. Sc. Thesis)

Ramazan YAKALI

GELİŞİM UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

Jun 2017

**ABSTRACT**

Energy consumption is constantly increased due to such factors population growth in both our country and the world, the development of the industry and the acceleration of urbanization. We have to increase our energy sources as well as we also need to be energy-efficient. Hereby we can use the energy we have for a longer time period.

Today, energy is mostly used in industry and housing. It is very important to insulate the buildings in order to save the energy used in the dwelling. Fulfillment of insulation not only saves energy, but also allows us to gain economically.

In this study, information about heat insulation materials was given and importance of heat insulation was emphasized. In addition, the energy analysis in the buildings, which are insulated and uninsulated, was calculated and evaluated on a sample project.

Key Words : Energy, insulation, economy

Page Number : 101

Supervisor : Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KURT

## TEŐEKKÖR

Bu çalıőmamın süresi boyunca benden ilgi, alaka, bilgi, deneyim ve hoşgörsünü hiçbir zaman eksik etmeyen tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KURT'a yüksek tecrübe ve bilgilerini bizden esirgemeyen sevgili hocam Doç. Dr. Mustafa Kemal Bilici'ye teşekkür ederim. Ayrıca çalıőmalarımın her aşamasında ve yaşamım boyunca bana vermiş oldukları destekten dolayı başta canım eşime ve aileme teşekkürlerimi sunarım.



## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xi
TABLOLARIN LİSTESİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1.GİRİŞ .....	1
Problem Durumu / Konunun Tanımı .....	1
Araştırmanın Amacı.....	2
Araştırmanın Önemi.....	2
Sınırlılıklar .....	2
2. ISI YALITIM.....	3
2.1 Isı Ve Sıcaklık.....	3
2.2 Isı Transfer Mekanizmaları.....	3
2.2.1 Taşınım (Konveksiyonla) Yayılım.....	4
2.2.2 Işınım (Radyasyonla) Yayılım .....	5
2.2.3 İletimle (Kondüksiyonla) Yayılım .....	5
2.3 Isı Yalıtımı .....	7
2.3.1 Isı Yalıtımın Önemi .....	7
2.3.2 Isı Yalıtımın Faydaları .....	8
3. ISI YALITIM MALZEMELERİ .....	9
3.1 Isı Yalıtım Malzemelerin Tanımı.....	9
3.2 Isı Yalıtım Malzemelerinde Aranılan Özellikler.....	10
3.3 Isı Yalıtım Malzemeleri .....	11
3.3.1 Ahşap Yünlü Levhalar .....	12
3.3.2 Yerinde İmal Edilmiş Köpük Malzemeler .....	13
3.3.2.1 Poliüretan Köpük .....	13
3.3.2.2 Reçine Formaldehit Köpüğü .....	15
3.3.3 Sentetik Köpük Malzemeler .....	15
3.3.3.1 Ekspande Polistren Köpük (EPS) .....	15
3.3.3.2 Ekstrüde Polistren Köpük (XPS) .....	17
3.3.3.3 Poliüretan Sert Köpük (PUR) Levhalar .....	20
3.3.4 Fenol Reçinesinden Sert Köpük (PF) Levhalar .....	21

3.3.5 Mineral ve Bitkisel Lifli Isı Yalıtım Malzemeleri .....	22
3.3.6 Cam Köpüğü .....	23
3.3.7 Ahşap Lifli Yalıtım Levhaları.....	24
3.3.8 Mantar Levhalar.....	25
4. ISI YALITIM UYGULAMALARI .....	26
4.1 Duvarlarda Isı Yalıtım Uygulamaları .....	26
4.1.1 Dış Duvarlarda Isı Yalıtım Uygulamaları.....	26
4.1.2 İç Duvarda Isı Yalıtım Uygulamaları .....	30
4.2 Toprakla Temas Eden Isı Yalıtım Ve Döşemelerde Isı Yalıtım Uygulamaları .....	34
4.2.1 Toprakla Temas Eden Döşeme Ve Perdelerde Isı Yalıtımı Uygulamaları .....	34
4.2.2 Döşemelerde Isı Yalıtım Uygulamaları .....	36
4.3 Çatılarda Isı Yalıtım Uygulamaları.....	42
4.3.1 Eğimli Çatılarda Isı Yalıtımı.....	42
4.3.3 Çelik Çatılarda Isı Yalıtımı.....	53
5. SEÇİLMİŞ OLAN KONUT PROJESİNİN ISI YALITIM ÇÖZÜMLERİ.....	55
5.1 HESAP METODU .....	55
5.1.1 Dış Duvarların Isı Kazanç Ve Kaybı .....	55
5.1.2 Tek Bölge İçin Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesabı .....	55
5.1.3 Binanın Özgül Isı Kaybının Hesabı .....	56
5.1.4 İletim Yoluyla Gerçekleşen Isı Kaybının Hesabı .....	56
5.1.5 Havalandırma Yoluyla Gerçekleşen Isı Kaybının Hesabı .....	57
5.1.6 Aylık Ortalama İç Kazançlar ( $\phi_i, ay$ ) .....	58
5.1.7 Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Kazançları ( $\phi_g, ay$ ).....	58
5.1.8 Kazanç Kullanım Faktörü ( $\eta$ ) .....	58
5.2 Projenin Yalıtım Yapılmadan Yıllık Enerji İhtiyacının Hesaplanması .....	62
5.3 Projenin Yalıtım Yapıldıktan Sonra Yıllık Enerji İhtiyacının Hesaplanması.....	67
SONUÇLAR.....	73
KAYNAKLAR .....	76
EKLER.....	78
ÖZGEÇMİŞ .....	86



## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3. 1: Poliüretan ve Diğer Yalıtım Malzemelerinin Karşılaştırılması.....	13
Şekil 4. 1: Koruma Duvarlı Toprak Temaslı Olan Beton Perde Duvar Detayı .....	35
Şekil 4. 2: Döşeme Betonu Altında Bulunan Isı Yalıtım Detayı .....	37
Şekil 4. 3: Ahşap Kaplamalı Döşemelerde Isı Yalıtım Detayı .....	38
Şekil 4. 4: Ara kat döşemelerde ısı yalıtım detayı .....	39
Şekil 4. 5: Isı Yalıtımı Olan Çatı Detayı.....	45
Şekil 4. 6: Betonarme çatı detayı .....	48



## RESİMLERİN LİSTESİ

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 2. 1: Taşınım (Konveksiyonla) Yayılım .....	4
Resim 2. 2: Işınım (Radyasyonla) Yayılım.....	4
Resim 2. 3: İletim (Kondüksiyonla) Yayılım.....	5
Resim 2. 4: Isı Transfer Mekanizmaları .....	5
Resim 2. 5: Isı Yalıtımsız ve Isı Yalıtımlı Daire .....	7
Resim 3. 1: Ahşap Yünlü Levhalar ve Yerinde İmal Edilmiş Köpük Malzemeler .....	12
Resim 3. 2: Yerinde İmal Edilmiş Poliüretan Köpük Malzemelerin Kullanım Alanları.....	14
Resim 3. 3: Ekspande Polistren Köpük Malzemeler .....	16
Resim 3. 4 : XPS Kullanmış Olan Bina .....	19
Resim 3. 5: Poliüretan Sert Köpük Levhalar .....	21
Resim 3. 6 : Cam Köpüğü.....	23
Resim 3. 7 : Ahşap Lifli Levhalar.....	24
Resim 3. 8: Mantar Levhalar .....	25
Resim 4. 1: Binanın Mantolaması.....	27
Resim 4. 2: Yüzeylerin Düzeltilmesi .....	28
Resim 4. 3: Su basman profillerinin yerleştirilmesi .....	28
Resim 4. 4: Isı Yalıtım Levhalarının Yapıştırılması.....	29
Resim 4. 5: Dübelleme Şeması ve Dübelleme İşlemi.....	29
Resim 4. 6: Duvarlarda ve Tavanda Oluşan Küfler .....	30
Resim 4. 7: Temizlenmeye İhtiyacı Olan Duvar .....	32
Resim 4. 8 : Yapıştırıcı Harcın Yüzeğe Uygulanışı.....	33
Resim 4. 9: Duvara Yapıştırılmış Olan Levhalar.....	33
Resim 4. 10: Yalıtım Levhalarının Döşenmesi.....	36
Resim 4. 11: Yalıtım Yapılacak Olan Yüzeyin Temizlenmesi.....	40
Resim 4. 12: Serbest Olarak Yerleştirilmiş Olan Isı Yalıtım Malzemeleri .....	40
Resim 4. 13: Polietilen Levhalar.....	41
Resim 4. 14 : Şap Uygulaması.....	42
Resim 4. 15: Mineral Esaslı Şilteleni Çatı Döşemesi Serilmesi.....	44
Resim 4. 16: Mertek Arası Şilte Uygulaması .....	47
Resim 4. 17 :Polistren Köpük Levhaları Isı Yalıtımı .....	47
Resim 4. 18: Teras Çatılar .....	49
Resim 4. 19 :Isı Yalıtımı İçin Hazır Olan Teras .....	50

Resim 4. 20: Isı Yalıtım Levhaların Döşenmesi.....	50
Resim 4. 21: Filtre Tabakasının Uygulanmış Olduğu Teras.....	51
Resim 4. 22: Bahçe Teras .....	52
Resim 4. 23:Sandviç Paneller .....	53



## TABLOLARIN LİSTESİ

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
Tablo 3. 1: Basınç ve Yoğunluk İlişkisi.....	20
Tablo 3. 2: Yapı Malzemelerinin Sıcaklığa Karşı Gösterdiği Dayanım .....	22
Tablo 4. 1: Yalıtım Malzemelerinin Özellikleri .....	43
Tablo 5. 1: Binaya Ait Özellikler .....	59
Tablo 5. 2: İllere Göre Gün Bölgeleri .....	60
Tablo 5. 3 : TS 825'e Göre Bölgelerin Aylık Ortalama Dış Sıcaklık Değerleri.....	61
Tablo 5. 4: TS 825'e Göre Bütün Bölgelerin Aylık Güneş Işınımı Şiddet Değerleri.....	61
Tablo 5. 5 : Yalıtımsız Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı .....	62
Tablo 5. 6: Yalıtımsız Binanın Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı.....	63
Tablo 5. 7: Dış Hava Temaslı Duvarlarda Yoğuşma ve Buharlaşma Miktarı Çizelgesi (Yalıtımsız).....	64
Tablo 5. 8: Kolon Ve Kirişlerde Yoğuşma ve Buharlaşma Miktarı Çizelgesi (Yalıtımsız).....	65
Tablo 5. 9: Tavan (Çatı) Yoğuşma ve Buharlaşma Miktarı Çizelgesi.....	66
Tablo 5. 10: Yalıtımlı Binanın Özgül Isı Kaybı .....	68
Tablo 5. 11: Yalıtımsız Binanın Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı.....	69
Tablo 5. 12: Dış Hava Temaslı Duvarlarda Yoğuşma ve Buharlaşma Çizelgesi (Yalıtımlı) .....	70
Tablo 5. 13: Kolon ve Kirişlerde Yoğuşma Ve Buharlaşma Miktarı Çizelgesi (Yalıtımlı).....	71
Tablo 5. 14 : Tavan (Çatılı) Yoğuşma ve Buharlaşma Miktarı Çizelgesi .....	72
Tablo 5. 15 : Yalıtımı Yapılmış Bina İçin Yıllık Yakıt İhtiyacı.....	73
Tablo 5. 16 : Yalıtımı Yapılmamış Bina İçin Yıllık Yakıt İhtiyacı .....	73
Tablo 5. 17 : Yalıtımı Yapılmış Yalıtımı Yapılmamış Bina Arasındaki Farkı.....	73
Tablo 5. 18 : EPS İçin Gereken Malzemeler ve Maliyetleri.....	74
Tablo 5. 19 : XPS İçin Gereken Malzemeler ve Maliyetleri .....	74
Tablo 5. 20 : EPS ve XPS Toplam Maliyetleri.....	75

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış olan simgeler ve kısaltmalar aşağıda verilmiştir.

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklamalar</b>
$V_{brüt}$	Binanın brüt hacmi
KK	Kazanç kayıp oranı
$H_T$	İletim ve taşınım ile ısı kaybı
$H_v$	Havalandırma yolu ile ısı kaybı
H	Binanın özgül ısı kaybı
D	Yapı bileşeni kalınlığı
$N_h$	Hava değişim oranı
$\Phi$	Bağlı nem
$A_{top}$	Isı kaybeden toplam yüzey alan
$Q_{ay}$	Isıtma enerji ihtiyacı (Aylık)
$Q_{yıl}$	Isıtma enerji ihtiyacı (Yıllık)
H	Verim kazanç kullanım faktörü
P	Yoğunluk
U	Yapı bileşenlerinin ısıl geçirgenlik katsayısı
t	Zaman
mm	Milimetre
A	Toplam alan
$A_n$	Binanın kullanım alanı
$\Phi_{s,ay}$	Aylık ortalama güneş enerji kazancı
$\Phi_{i,ay}$	Aylık ortalama iç ısı kazancı
$R_i$	Isı taşınım katsayısı (iç yüzey)
$R_e$	Isı taşınım katsayısı (dış yüzey)
$\lambda$	Isı iletkenlik katsayısı
$1/\alpha_i$	İç yüzey ısı iletim direnci
$1/\alpha_d$	Dış yüzey ısı iletim direnci
$\mu$	Su buharı direnç faktörü
Sd	Su buharı difüzyonu eş değer hava tabakası kalınlığı

## 1.GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde teknolojinin gelişmesi aynı zamanda nüfus artması ile enerji tüketimi de hızlı bir şekilde artmaktadır. Enerji tüketiminin artmasıyla birlikte ülke üzerindeki ekonomik yükte artmaktadır. Tüketilen enerjiyi yerine koyabilmek için ekonomik harcamalar da bulunmak gerekmektedir. Yeni enerji elde etmeye çalışmak için gösterilen özen ve titizliği elimizdeki enerjiyi kullanırken de fazlasıyla göstermemiz gerekmektedir. Ayrıca elimizdeki enerjiyi daha özenli kullanmamız demek ekonomik olarak da ülkemizin üzerindeki ekonomik yükün bir kısmını azaltmamız anlamına gelmektedir.

Binalarda yalıtım yapılması bizim için enerji tasarrufu sağlar. Her geçen gün enerji ihtiyacının arttığı günümüzde konut sayısının arttığı da göz önünde bulundurulursa yalıtım ile sağlayacağımız enerji tasarrufu bizim için çok önemli miktarlara ulaşabilir. Bu yüzden ülkemizde yapılmış, yapılmakta ve yapılacak olan binaların hepsi için yalıtımın ne kadar önemli olduğu ortadır.

Gelecekte enerji sıkıntısının ortaya çıkması halinde bizim yapmış olduğumuz enerji tasarrufu bizi rahatlatacaktır. Bu tasarruflardan birisi olan yalıtım bizim günlük hayatımızda oldukça önemlidir. Bu yüzden yalıtımı yapılmış olan ve yalıtımı yapılmamış olan binaların arasındaki farkın bizim geleceğimiz açısından ne kadar önemli olduğunu gösteriyor.

### **Problem Durumu / Konunun Tanımı**

Ülkemizde enerji ihtiyacı ve nüfusun her geçen gün artması ve sanayi alanındaki gelişimlere paralel olarak sahip olduğumuz enerji kaynakları da bu ihtiyaca cevap verememektedir. Yeryüzündeki enerji kaynaklarının zaman geçtikçe azalması, küresel ısınmanın artması, tüm ülkelerin enerji ihtiyaçlarını kontrol altına almalarını ve enerjiyi ve enerjiyi etkin kullanma yöntemleri geliştirmelerini zorunda kılmıştır. Ülkemizde de enerji kullanımını sürekli olarak artmaktadır. Ülkemizde tüketilen enerjinin %39'u sanayide, %33'ü konutlarda kullanılmaktadır.

Konutlar için harcanan enerjilerin çok büyük kısmı soğutma ve ısıtma amaçlı kullanılmaktadır. Enerjinin etkin olarak kullanılması yalıtım ile mümkündür. Sağlıklı yaşam koşullarının oluşması için yakıt tüketimini azaltmak, kullananların daha düşük yakıt masrafları ile ısınma ve soğutma sağlanması ve dolayısıyla havadaki kirliliğin azaltılması, binanın iç ve dış etkenlerinden korunarak daha uzun ömürlü olması ancak yalıtım ile sağlanabilir.

### **Arastırmanın Amacı**

Yalıtımın amacı yaşam şartlarını zorlaştırmadan aksine kolaylaştırarak enerjiyi verimli kullanmaktır. Az enerji, az maliyet ve daha çok çevreci bir yaşam ortaya koymaktır. Yalıtımı yapılmış olan yapılar, yalıtımı yapılmamış yapılara göre daha konforlu ve daha sağlıklı bir ortama sahiptirler. Yalıtımı yapılmamış olan yapılarda sağlıklı ve konforlu yaşam koşullarını yakalamak yalıtımı yapılmış yapılara göre maliyeti daha yüksektir.

Yalıtımın yapılmasıyla sıcaklık ve nem oranı da dengede tutulmuş olacaktır. Böylelikle yoğunlaşmadan kaynaklı küf ve rutubet sorunu da ortadan kalkacaktır. Aynı zamanda binanın taşıyıcı elemanlarından olan kolon ve kirişler korozyona karşı korunmuş olacaktır.

Yalıtımı yapılmış olan yapılarda kışın ısınmanın yanı sıra yazın da serinleme açısından daha az enerji harcayarak tasarruf edilir. Bu durum da daha az fatura ödememiz anlamına gelir. Yalıtım sayesinde tasarruf edilmiş olan enerji daha az yakıtın yanması anlamına gelmektedir. Buda gaz ve toz emisyonunun azalması ve daha temiz bir dünya anlamına gelmektedir.

### **Arastırmanın Önemi**

Dünyada ısıtma ve soğutma işlemi genel ihtiyaçtır. Bu işlemler çok büyük miktarlarda enerji harcanmaktadır. Bu da maliyet olarak ciddi harcamalara sebep olmaktadır. Yalıtımın tam anlamıyla yapılması enerjinin tasarrufunun artması ve ekonomik olarak kazanç sağlamak anlamına gelir. Yalıtımın korunmasına ek olarak bir maliyet gerekmez aynı zamanda kalıcıdır. Konforun artmasının yanı sıra sıcaklık dağılımı da homojen şekilde sağlanır. Yalıtımın faydalarından bir diğeri de gelen gürültüyü emerek ses geçmesine de engel olur. Ayrıca ısıtma için yakılan yakıttan çevreye zararlı olan gaz geçişini de azaltmış olur.

### **Sınırlılıklar**

Isı yalıtım yapılmış konutlarda ortamın konforunun sağlanması için gereken ısı enerjisinin bir kısmı güneş enerjisinden sağlanırken diğeri bir kısmı da iç ortamda bulunan kaynaklardan sağlanmaktadır. Kalan enerji miktarının ısıtma sistemleri tarafından iç ortama verilmesi gerekmektedir. Bu enerji miktarlarının hesaplanması için TS 825'e göre tanımlanan hesaplama yöntemlerine göre yapılmalıdır.

## 2. ISI YALITIM

### 2.1 Isı ve Sıcaklık

Isı ve sıcaklık günlük hayatımızda ikisi aynı kavram olarak kullanılmaktadır. Fakat bu kavramların ikisi de birbirinden farklı kaynaklardır.

Sıcaklık; Bir maddenin ortalama hareket enerjisinin göstergesidir. Sıcaklığın ölçümü için termometre kullanılır. Ölçüm birimi celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ) ve santigrattır. Sıcaklık ise bir enerji birimi değildir. Sıcaklık kavramı hareketlenme ile ilgili bir durum olduğu için sıcak madde soğuk maddeye göre daha hareketlidir. Bu yüzden bu iki madde bir araya geldiği zaman sıcak olanın enerjilerin bir kısmı soğuk olana aktarılır.

Isı; Bir maddenin sahip olduğu toplam enerjiye denir. Ölçüm birimi Joule ve Kaloridir. Isı aktarılabilen bir enerji biçimidir. Isı, enerjisi yüksek olan maddeden daha az olan maddeye doğru geçer. Kalorimetre ile ölçülmektedir.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Q= Alınan ya da verilen ısı

M = Kütle(g)

$\Delta T$ = Sıcaklık farkı ( $^{\circ}\text{C}$ )

C = Öz ısı (ısınma ısısı) (kal/g  $^{\circ}\text{C}$ )

Formülden de anlaşılacağı üzere ısı ve sıcaklık arasında bir doğru orantı vardır. Sıcaklığın artmasıyla birlikte ısı değeri de artacaktır yine aynı şekilde ısının artmasıyla da sıcaklık artacaktır ama kesinlikle unutulmamalıdır ki ısı ve sıcaklık aynı kavramlar değildir.

Isı maddede bulunan moleküllerin toplamdaki kinetik enerjisini gösterirken, sıcaklık ise maddenin kinetik enerjisinin bir ölçütüdür. Bu şekilde olmasına rağmen yapılan bir araştırmada %26'sı ısı ve sıcaklığın aynı kavramlar olduğunu nitelendirmişlerdir [1].

### 2.2 Isı Transfer Mekanizmaları

Isı transferi, sıcaklık farkından dolayı oluşur. Isı transferi genel olarak yüksek sıcaklıktaki ortamdan daha düşük sıcaklıktaki ortama doğru olur.

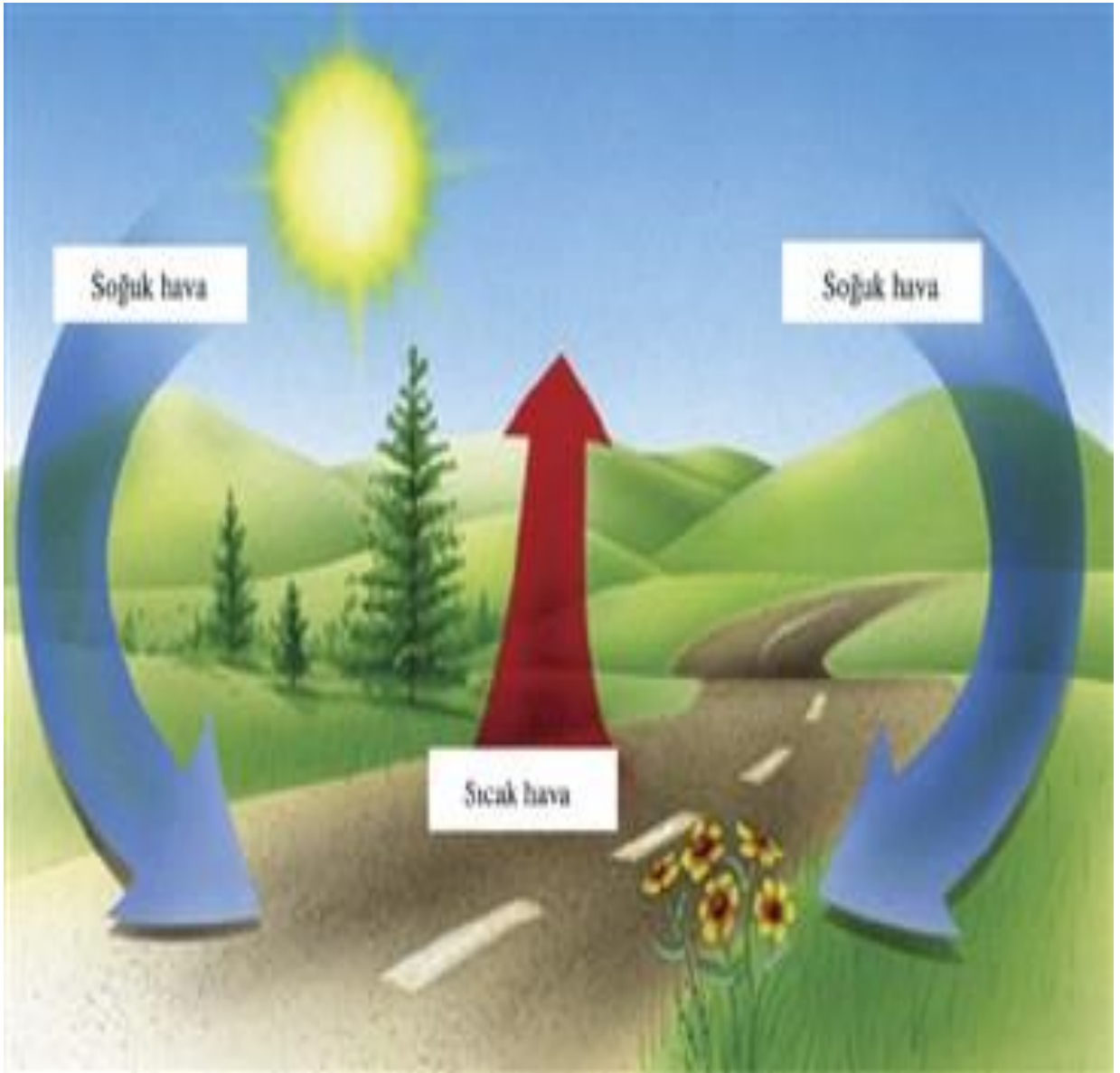
Vücuttaki ısıl dengenin oluşabilmesi için gerçekleşmesi gereken ısı transfer süreci dört çeşit mekanizmaya göre oluşur. Bu mekanizmalar taşınım (konveksiyonla) yayılım, ışınlama (radyasyonla) yayılım, iletim (kondüksiyonla) yayılım ve buharlaşma ile yayılımdır. Ancak bu mekanizmalardan buharlaşma ile yayılım hissedilmeyen gizli ısı transfer mekanizması olarak sayılır. Bu yüzden genelde ısı transfer mekanizmaları genellikle üç çeşit olarak bilinmektedir [2].



### 2.2.1 Taşınım (Konveksiyonla) Yayılım

Gaz ve sıvılarda ısı, madde tanecikleri ile taşınır. Gaz ve sıvılar akışkan olduğu için aradaki sıcaklık farkı bulunduğu için kendi içinde hareket halindedirler. Sıvıya ısı verdiğimizde hacmi büyür buna orantılı olarak yoğunluğu küçülür. Isıyı alıp yoğunluğu küçülen sıvı yukarıya doğru çıkar. Soğuk ve özkütlesi daha büyük olan sıvı aşağıya çöker. Böylelikle ısı madde içinde taşınmış olur. Resim 2.1’de görüldüğü gibi soğuk hava yere çökerken sıcak olan hava yukarıya doğru yükseliyor.

Küçük bir örnek verecek olursak taşınım yayılımına, klimanın ve kaloriferin odayı ısıtması olayı verilebilir [3].

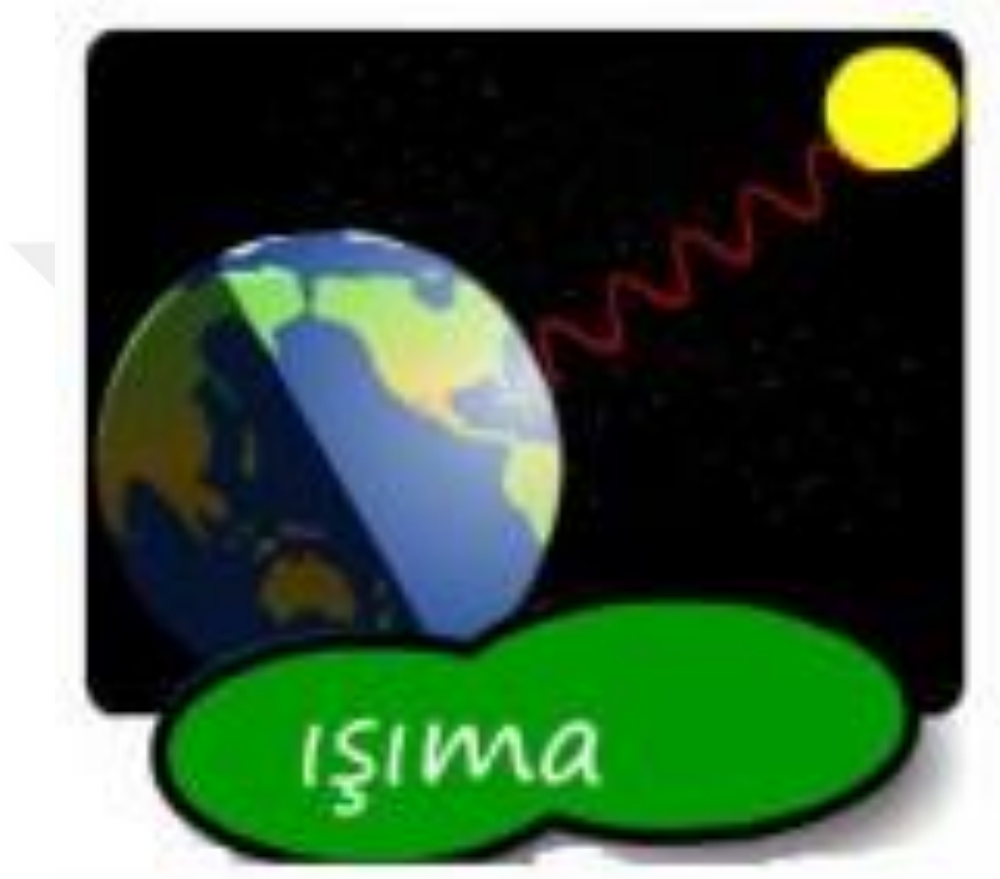


**Resim 2. 1: Taşınım (Konveksiyonla) Yayılım**

### 2.2.2 Işınım (Radyasyon) Yayılım

Isının maddesel ortama ihtiyaç duymadan boşlukta radyasyon şeklinde yayılmasına radyasyonla yayılım denir. Örnek verecek olursak yayılan güneş ışınları uzayın boşluğunu geçerek dünyayı ısıtır. Bu olay aşağıda Resim 2.2’de gösterilmiştir.

Aynı şekilde düşünecek olursak evlerimizde bulunan infrared ısıtıcılarda bu şekilde çalışırlar [3].

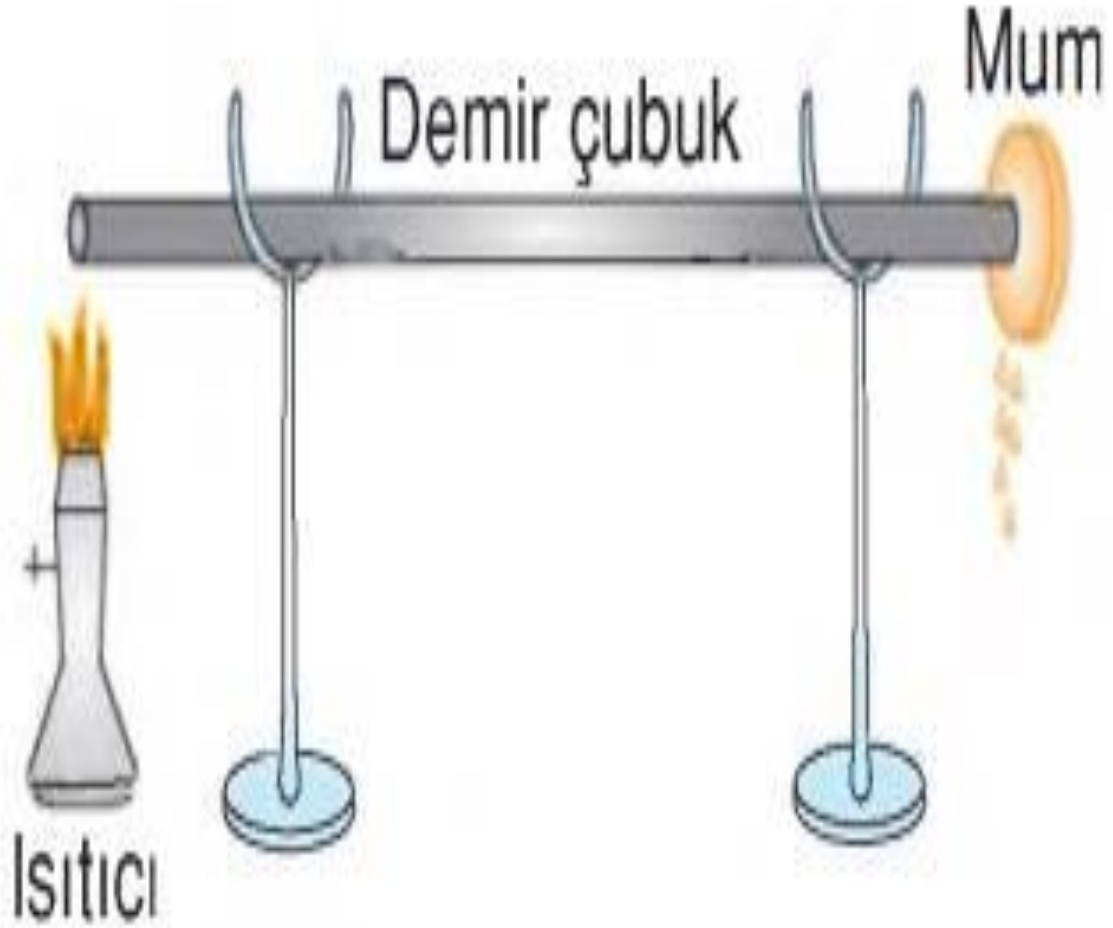


**Resim 2. 2: Işınım (Radyasyon) Yayılım**

### 2.2.3 İletimle (Kondüksiyonla) Yayılım

Madde ısıyı aldığı zaman içerisindeki tanecikler titreşim hareketi yapmaya başlarlar. Titreşime başlayan tanecikler yanında ve yakın çevresinde bulunan tanecikleri de etkilemeye başlarlar. Isının bu şekilde maddenin taneciklerinin titreşimi ile yayılmasına kondüksiyonla yayılım olarak adlandırılır.

Resim 2.3’de ısıtıcı vasıtasıyla verilen ısı demir çubuktan iletilerek karşıdaki bulunan muma gelir ve bu ısı sayesinde mum erimeye başlar. Bu olay iletimle (kondüksiyonla) yayılıma örnek olarak gösterilir.



**Resim 2. 3: İletimle (Kondüksiyonla) Yayılım**

Kondüksiyonla yayılım genel olarak katı cisimler arasında görülür. Çünkü katı cisimlerde tanecikler birbirlerine daha yakındır. Gaz ve sıvılar ısı iletimi için iyi değildir ve ısı yalıtımında bile kullanılabilirler. Örnek verecek olursak çift camın arasındaki boşluk [1]. Isı transfer mekanizmalarını çok güzel bir şekilde anlatan resimle (Resim 2.4) örnek vererek sonlandıralım.



**Resim 2. 4: Isı Transfer Mekanizmaları**

### 2.3 Isı Yalıtımı

Isı iletimi ne kadar önemli ve üzerinde durulan bir konu ise ısı yalıtımı da o kadar önemli ve üzerinde durulması gerekmektedir. Isı yalıtımının temel mantığı ortamda sahip olunan enerjinin (ısının) dışarı çıkmasını engellemek, dışarıda bulunan enerjinin (ısının) ortama girmesini engellemektir. Konutlarımızda hem sahip olduğumuz ısıyı korumak hem de yakıttan tasarruf edebilmek için ısı yalıtım sistemlerini kullanmalıyız.

#### 2.3.1 Isı Yalıtımın Önemi

Son zamanlarda dünyanın yaşamış olduğu ekonomik kriz ve yenilenemeyen alternatif enerji kaynaklarının tükenmeye başlaması, enerjinin tasarruflu olarak kullanımın kaçınılmaz hale getirmiştir. Dünyadaki kullanılan enerjinin büyük çoğunluğu fosil kaynaklardan sağlanmaktadır. Bu bahsedilen kaynakların ilerde tükenmesi söz konusu olmasından dolayı bu enerji krizinden ülkemizi de etkileyebilir. Dünyadaki bütün ülkeler enerji konusunda çok yoğun bir araştırma yapmaktadırlar. Yeni enerji kaynaklarının araştırılmasının yanı sıra mevcut elimizdeki enerji kaynaklarını da en yüksek verimle kullanılmaya çalışılmalıdır. Bu hususta en yoğun çalışmanın yapıldığı alanların başında ise binalarda ısıtma gelmektedir. Ülkemizdeki enerji kullanımının yaklaşık olarak % 40'ı yapılarda konutların ısıtılması için kullanılmaktadır [4].

### 2.3.2 Isı Yalıtımın Faydaları

Yeni yapılmış olan yapılarda ısıtma ve soğutma tesisatları yalıtımın faydası sayesinde daha düşük seçilmesinden dolayı maliyetlerde buna bağlı olarak azalır. Yani kullanıcılar yatırım yapmaya karar verdikleri takdirde ekonomik olarak kazanca başlarlar.

Isı yalıtımının yapılmamış olan binaların duvarlarının soğuk olması, binalarda tüketilen yakıtın miktarının artması anlamına gelir. Aynı zamanda yakıt miktarının azalması demek yanma sonucunda oluşacak zararlı gazların miktarının da azalması anlamına gelmektedir. Böylelikle havadaki kirlilik oranı da buna bağlı olarak düşecektir.

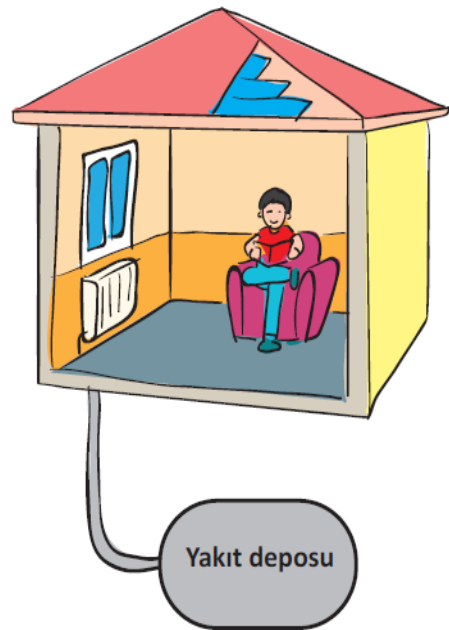
Isı yalıtımı yapılmış olan konutlarda yazları serin, kışları ise sıcak bir ortam elde edilir. Böylelikle kışın yakıt olarak ekonomik tasarruf sağlanırken kışında serinlemek için kullanılan enerji de düşer ve yine ekonomik olarak tasarruf elde edilir. Isı yalıtımı yapılmış olan duvarların iç yüzeylerinde terlemeden dolayı küflenme, boyalarda kabarma ve kara lekelenmeler oluşmazken, ısı yalıtımı yapılmamış olan duvarların çoğunda küflenme, siyah lekelenme ve boyalarda kabarma meydana gelir. Isı yalıtımı yapılmış olan binaların ısı yalıtımı yapılmamış olan binalara göre ömürleri daha uzun olur [5].

Isı yalıtımının yapılmış olduğu ve yapılmamış olduğu daireler Resim 2.5’de gösterilmiştir. Isı yalıtımının yapılmış olduğu binalarda ısı köprüleri oluşmaz ve ısı dengeli biçimde yayılır. Yoğuşmanın ve hava akımının oluşmamasından dolayı daha konforlu bir yaşam kalitesi sunar. Isı yalıtımının yapıldığı eski binalar için estetik bir görünüm elde etmemizi sağlar[6].

Isı yalıtımsız daire



Isı yalıtımlı daire



Resim 2. 5 :Isı Yalıtımsız ve Isı Yalıtımlı Daire

### 3. ISI YALITIM MALZEMELERİ

#### 3.1 Isı Yalıtım Malzemelerin Tanımı

Malzemelerin ısı iletim için direncini yükseltmek veya dışa giden ısının miktarının en aza indirmek için kullanılan TS 825 normları ve Alman DIN 4108 normları göz önünde bulundurulur. Bu normlar göz önüne alındığında ısı iletim katsayısının  $0,060 \text{ kcal/mh } ^\circ\text{C}$  değerinden aşağıda olan malzemelere ısı yalıtım malzemeleri denir.  $0,060 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$  üstünde olan malzemelere yapı malzemeleri denir. Isı yalıtım malzemelerini yapıların duvarlarında, çatılar da ve döşemeleri oluşturan yapı elemanlarında ve tesisat sistemlerinde yalıtımında da kullanılırlar [5].

Isı yalıtım malzemeleri için fiziksel şekillerinden bahsedecek olursak, soğuk ve sıcak yüzeyler için yalıtımda doğal ve doğal olmayan malzemeler kullanılır. Genelde uygulamalarda gevşek dolgu şeklinde yapılabilir, bu şekildeki durumda yalıtım malzemesi yalıtım yapılacak yüzeye dökülür. Sıcak ve düzgün olmayan yüzeylerde esnek bir malzeme kullanılarak yüzeye esneklik özelliği kazandırılır ve yalıtımın ömrü uzatılır [5].

Isı yalıtım malzemelerinin iç yapısından söz edelim. İlk olarak taneli yapıya sahip olan ısı yalıtım malzemelerine bakacak olursak bu şekilde olan ısı yalıtım malzemeleri tanecikli yapıya sahiptirler. Bu tür malzemelerin uygulamalarında malzemeler aralarında hava boşlukları bulunur. Taneciklerin düzenli olmamasından dolayı hava hareketleri azdır. Bundan dolayı taşınım yolu ile olan ısı transferi oldukça düşüktür.

Bir diğeri ise lifli yapıya sahip olan ısı yalıtım malzemeleridir. Malzemenin lifleri arasında kalan serbest şekilde hava kanalları sayısı ve genişliğinden dolayı yoğunluğu düşüktür. Liflerin arasındaki oluşan hava tabakası ısı transferine karşı direnç oluşturur ve ısı transferini minimuma indirir.

Hücreli yapıya sahip olan ısı yalıtım malzemeleri taşınım ile ısı transferini en az miktara getirmek için hücrelerin olabildiğince ufak olmalıdır.

Reflektif yapıya sahip ısı yalıtım malzemelerinin özellikleri yutma katsayısının düşük olmasından dolayı ısının çok büyük bir bölümü geriye yansımaktadır.

Son olarak da son grup ısı yalıtım malzemelerinden bahsedelim. Bu tür malzemeler az önce yukarıda bahsetmiş olduğumuz, taneli yapıda olanlar, lifli yapıda olanlar, hücreli yapıda olanlar ve reflektif yapıda olan ısı yalıtım malzemeleri bu saydıklarımızdan iki yada daha fazlasından karıştırılarak elde edilirler [5].

Kaynakları kısıtlı olan ülkemizde Avrupa ülkelerine göre 6 kat fazla yakıt ısınmak için kullanılıyor. Bütün dünya genelinde olduğu gibi ülkemiz içinde devamlı olarak artmakta olan enerji maliyetinden dolayı ısı yalıtımı çok önemli yer tutmaktadır [7].

### 3.2 Isı Yalıtım Malzemelerinde Aranılan Özellikler

#### Genel Özellikler:

- Isı yalıtım malzemeleri için ısı iletim katsayıları genellikle küçük olması gerekir.
- Isı yalıtım malzemelerinin hafif ve kokusuz olmalarıdır.
- Isı yalıtım malzemelerinin su, nem vb maddeleri soğurma özelliğine sahip olmalarıdır.
- Bakterilerin ve haşerelerin yuva yapmasına izin vermemelidir.
- Çürümeden etkilenmemeli ve dayanıklı yapıya sahip olmalıdır.
- Asıl olan ilk özelliklerini kaybetmemelidir.
- Yanıcı özelliklere sahip olmaması gerekir.
- Uzun süre kullanılabilir ve uzun ömürlü olmalı.
- Kolay taşınabilir olmalıdır.
- Sağlıklı olmalıdır. İnsan sağlığına ve diğer canlılara zarar vermemesi gereklidir.
- Ekonomik olmalı, bütçeye uygun olup çok aşırı pahalı olmamalıdır.
- Temin edilebilir olması gerekir. İhtiyaç olduğu zaman hemen temin edilebilmelidir.

#### Aranılan Özellikler:

##### Isı İletkenlik

Mantolama yapmak için gerekli olan malzemeler, lifli veya gözenekli yapıda olmasından dolayı ısı iletkenlikleri düşüktür. Şekli düzgün olmayan katılar, kristal yapıda olan katılara göre daha fazla gaz boşluğuna sahiptirler. Bu yüzden bu şekildeki malzemeler için ısı iletkenlikleri daha düşüktür. Yalıtım malzemeleri tercihi yapılırken en düşük ısı iletkenliğindeki malzemeyi seçmek yapılan yalıtımdan alınacak olan verim ve yapılacak olan tasarruf açısından büyük önem taşımaktadır.

##### Mekanik Hasara Karşı Direnç

Isı yalıtım malzemeleri için genele bakıldığında mekanik açıdan oldukça zayıftırlar. Bu yüzden genelde korumasız olarak kullanılmazlar. Yalıtımın yapılmasının ardından genellikle üzeri korumak amaçlı bir tabakayla örtülür.

##### Absorbsiyona Karşı Direnç

Yalıtım için kullanılan malzemenin sıcaklıktan dolayı ısı iletkenlik artar ve nemi absorbe edememesine neden olmaktadır. Yapılan yalıtım uygulamasında nem veya atmosferik koşullarda ise yalıtımın üst kısmı su almayan bir tabaka ile örtülerek korunması gerekir. Aksi halde uygulamada bozulma görülebilir.

Ses absorpsiyonu ve ses yalıtımı çoğu zaman birbirine karıştırılır. Sesin absorpsiyonunda havadaki parçacıklar yalıtım malzemesinin içerisinde sürtünür ve sesin bir kısmı ısı

enerjisine dönüşür ve bu şekilde sesin enerjisi azalmış olur. Fakat ses yutucu kullanılsa bile iki oda arasındaki ses yalıtımı için etkilemez. Ses absorpsiyonu derken sesin kaynağından gelen sesin ne kadarının yutulduğunu gösterir [8].

### **Yanmaya Karşı Direnç**

Isı yalıtım malzemeleri için yanmaya karşı direnç gösterme kabiliyetinin olması gerekir. Yapılacak olan uygulamalarda yalıtım malzemelerinin tavsiye edilen sıcaklığın üzerinde kullanılmamalıdır. Seçilen malzemenin sıcaklık için dayanması maksimum yüzey sıcaklığının hep üstünde olmak zorundadır.

### **Yeniden Kullanım**

Plastik olan yalıtım malzemeleri dışında diğer çoğu malzemeler için yerleri değiştirilebilir. Metal malzemeler için yerlerinin değiştirilmesi kolaydır. Plastik malzemeler için hasara karşı küçükte olsa dirençleri vardır ancak yeniden kullanılması pek mümkün değildir.

### **Ekonomik Olması**

Malzemelerin seçimleri yapılırken amaca uygun yapılmasının yanında ekonomik olarak ta maliyetini göz önünde bulundurmak gerekir. Yapılan yalıtımın kalınlığı maliyetin belirlenmesinde etkili olmaktadır. Dikkatli olunması gereken en önemli husus nasıl ortamda, hangi kalınlıkta ve ne kadar uzun ömürlülükte kullanılabileceğinin tercihinin yapılmasıdır.

### **Sağlık Tehlikesi**

Yalıtım da kullanılmış olan malzemelerin çıkardıkları toz ve toza benzer maddelerin solunum yaparken ciğerlere gitmesi durumunda insan sağlığı için zararlı durumlar ortaya çıkabilir. Asbest üzerinde özel olarak durulmalıdır. Çünkü asbest insan sağlığı için zarar veren maddelerin başında gelmektedir. Böyle malzemeler için kesim işlemi çalışılan ortama yakın olmayan yerde yapılması gerekir. İzolasyon malzemelerinin bazılarında deriyle temas etmesi halinde kaşıntıya sebep olmaktadır. Buna benzer malzemeler için taşınmasında ve uygulanmasında kesinlikle eldiven kullanılmalıdır [9].

Unutmamak gerekir ki önce sağlık gelmektedir. Sağlık olmazsa yapılan bütün uygulamalar boşa gider. Bu yüzden sağlıksız uygulamalar dan uzak durmalıyız.

### **3.3 Isı Yalıtım Malzemeleri**

Duvarların dışında uygulanan yalıtım için malzemelerin seçilmesi ve seçilmiş olan malzemelerin kalınlıkları iki çok önemli unsurdur. Kullanılacak olan malzeme, suyu bünyesine kesinlikle almamalıdır. Bunun yanı sıra buhar difüzyon direnci yüksek olmalı, darbe dayanımı, basınç dayanımı, sıcaklık tutuculuğu ve ısı iletim katsayıları gibi kavramlarda çok önemlidir.



### 3.3.1 Ahşap Yünlü Levhalar

Ahşap yünü, yüksek ses yalıtımını ve ısı yalıtımını sağlayan doğal olarak elde edilen bir üründür. Uygulanabilirliği kolay olmalı aynı zamanda yangına karşı dirençli olmalıdır. Estetik ve doğal görünümdeyler. Taş yünü ile yalıtımı yapılmış olan levhaların ahşap yünlü levhaların birbiriyle kombine edilmesi sonucu harika yalıtım malzemesi oluşturmaktadır.

Ahşap yünlü levhalar, yeraltındaki otoparklarda, bodrumların tavanlarında, dış duvarlarda, akustik şeklindeki bariyerlerde eğime sahip olan çatılarda, ara bölümlerin yapılması, teknik odaların yapılmasında, tarımsal kullanım alanları gibi yerlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ahşap yünlü levhalar açık yüzey yapısına ve üstün akustik özelliklere sahiptirler. Ahşap yünlü levhaların yüzeyi darbeye dayanıklıdır. Fiziksel darbelere karşı en uygun olan korumayı sağlar. Ahşap yünlü levhalar çevre dostudur. Ahşap yünlü levhalar yangın sırasında ısı kalkanı görevinde bulunarak yapıyı korumaktadır [10]. Resim 3.1’de Ahşap yünlü levha ve yerinde imal edilmiş köpük malzeme görülmektedir.



**Resim 3. 1: Ahşap Yünlü Levhalar Ve Yerinde İmal Edilmiş Köpük Malzemeler**

### 3.3.2 Yerinde İmal Edilmiş Köpük Malzemeler

#### 3.3.2.1 Poliüretan Köpük

Poliüretan reçinesi ve sertleştirici ile birlikte püskürtme tabancasına konulur. Daha sonra püskürtme tabancasından çıkarken hava ile temas eder ve havayla karıştıktan yaklaşık olarak 5 sn sonra poliüretan köpük meydana gelir.

Yapılarda iç yüzeyinde ve eğik çatıların alt tarafındaki poliüretan köpükler dış etkenlere karşı ve ultraviyole ışınlarına karşı koruma sağladığından dolayı bina ömrüne katkı sağlar. Şekil 3.1’de verilmiş olan bilgiler incelendiğinde poliüretanın diğer malzemelere göre ne kadar avantajlı olduğunu görebiliriz. Bu şekilde yola çıkarak poliüretanı diğer malzemelerle kıyaslayabiliriz ve ne kadar önemli bir malzeme olduğunu karar verebiliriz.

Malzeme	Lambda (W/mK)	Malzeme	Eşit Yalıtım için gerekli Kalınlık (cm)
Kaya Yünü	0,05	Kaya Yünü	6
Cam Yünü	0,05	Cam Yünü	6
Mantar	0,045	Mantar	5,4
Doğal Elyaf	0,04	Doğal Elyaf	4,8
Taş Yünü	0,04	Taş Yünü	4,8
Extrude PS	0,035	Extrude PS	4,2
Poliüretan	0,025	Poliüretan	3

**Şekil 3. 1: Poliüretan ve Diğer Yalıtım Malzemelerinin Karşılaştırılması**

Poliüretan köpüğün uygulama yüzeylerinden bahsedecek olursak şu şekilde maddeler halinde sıralayabiliriz.

- Temelerde, perde duvarlarında ve yan duvarlarda kullanılır.
- Toprak zeminlerin alt tarafında kalan beton yapılarda kullanılır.

- Kiremitler, trapez saçlarda ve sandviç paneller şeklinde döşenmiş olan çatılarda kullanılır.
- Metal boruların yüzeylerinde, eğimli tank ve depoların yüzeylerin de kullanılır.
- Soğuk hava depoları için teraslarda, zeminlerde ve yan duvarlarda kullanılır.
- Su yalıtımı yapılan düz teraslarda kullanılır.
- Toprak altında döşenmiş olan termal sıcak suların aktarma borularında ve sistemlerinde kullanılır.
- Termal olan havuzlar için zeminlerinde ve yan duvarlarında kullanılır [11].

Resim 3.2’de verilmiş olan karelerde poliüretan köpüklerin kullanım alanları gösterilmiştir.



**Resim 3. 2: Yerinde İmal Edilmiş Poliüretan Köpük Malzemelerin Kullanım Alanları**

### 3.3.2.2 Reçine Formaldehit Köpüğü

Formaldehit reçinelerinin ısı ve basınç altındaki kalıplanmalarında iyi ısı direnç ve kimyasal direnç aynı zamanda iyi boyutsal kararlılıklar ve ayrıca maliyeti düşük kalıplaşabildiğinden dolayı tercih edilmektedir. Isı ve neme karşı olan dirençleri yüksek olduğundan özellikle dış bölgedeki uygulamalarda ya da sulu ortamlar için kullanılmaktadır.

Formaldehit reçinelerinin geniş kullanım alanları mevcuttur. Özellikle suya karşı dayanıklı olmasından dolayı marina tipi kontör plaklar da, inşaatlarda ki kalıplarda, OSB'lerin üretiminde, cam yünlerinin üretiminde ve taş yünlerinin, kompakt laminat üretiminde ve dekoratif laminat üretimlerinde, köpük üretiminde yaygın olarak kullanılmakta ve yer altı kaynakların için yalıtım malzemeleri olarak kullanılırlar [12].

### 3.3.3 Sentetik Köpük Malzemeler

#### 3.3.3.1 Ekspande Polistren Köpük (EPS)

Ekspande polistren petrol ve türevlerinden elde edilmiş olup, köpük şeklinde, termoplastik, kapalı gözenekli ve beyaz renklerine sahip bir ısı yalıtım malzemesidir. EPS' nin hammaddesi olarak kullanılan polistireni pentan gazıyla şişirilmesi sonucu elde edilir. Üretim esnasında pentandan dolayı gözeneklerde oluşan gaz hava ile yer değiştirmektedir. Bu sayede milyonlarca kapalı gözenekte hapsedilmiş hava, ısı yalıtım özelliğine kavuşmuş olur. EPS'ler farklı yoğunluklarda üretilebilirler. Teknik özellikler istenildiği aralıklara göre değiştirilir. EPS lerin performansları genel olarak iyidir ve ekonomik olarak maliyetleri de uygundur. EPS'ler özellik olarak zaman içinde kötüleşme göstermez.

EPS'nin kullanım alanlarından örnekler verecek olursak bunların başında yapıların temelleri, yapılarda teraslar, yapılarda duvarlarda ve çatılarda ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılabilirler. Bunun yanı sıra soğuk odalarda, soğutma odalarında, soğuk hava depolarında da ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılırlar. Bir diğer örnek olarak hafif çelikten yapılmış olan prefabrike yapılarda da ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılır.

Ekspande Polistren Köpüğün Avantajları şunlardır:

- Yapılarda sağladığı ısı yalıtım çok verimlidir.
- Genel yapısı incelendiğinde çevre dostu olmasının yanı sıra doğa dostudur.
- Binanın hava teneffüsüne yardımcı olur bundan dolayı hijyenik ortamlar oluşur bu yüzden daha fazla konforlu ortamlar oluşur.
- Yangın esnasında alevi yürütmeme yani alevi yaymama özelliği vardır.
- Üstün özelliklerinden dolayı doğru yerlerde ve doğru yoğunluklarda kullanılırsa çok yüksek miktarlarda kar sağlarlar.

- Uygulandığı yapılarda kullanılmış olan malzemelerle uyum gösterirler.
- Yapının fiziğine ve inşaatın kurallarına göre doğru yoğunlukta kullanılırsa ömürleri yapı ömrü ile aynı ömürdedirler.
- Gıda sektörlerinde sıhhi ambalajlarda ve beyaz eşya sektörlerinde darbeyi emici koruyucu olarak da kullanılırlar.
- Eps'ler yapıya uygulanmasından itibaren ısı yalıtımı başlar.
- Ozon tabakası için zararlı olan CFC gazları ve türevlerini barındırmazlar.
- Eps'lerin ısı yalıtım kararlılıkları sabittirler.
- Eps'lerin yoğunlukları istenildiği oran üretilebilir.
- Üretim teknolojilerinden dolayı genel esnek yapıdadırlar.
- Ömürleri sonsuzdur. Binalarla eşdeğerdir.
- Zehirli yada zararlı olan madde bulundurmazlar. Son derece sağlıklıdırlar [13].

Ekspande polistren köpük malzemeler Resim 3.3'de gösterilmiştir.



**Resim 3. 3: Ekspande Polistren Köpük Malzemeler**

### 3.3.3.2 Ekstrüde Polistiren Köpük (XPS)

Hücre yapıları homojen olup, yalıtımı yapmak için imal edilmiş olan ve kullanılan köpük malzemelere denir. XPS'in hammaddesi polistrendir. Ekstrüzyon yapılarak istenilen kalınlıkta hat boyunca çekilir. Bilgisayar kontrolü altında yapılan bu üretim için kararlı hücre yapısına sahip olunur. Hücrelerin hepsi birbirlerine bağlıdır. Hücrelerin içerisine hava hapsedilmiştir. Hareket etmeyen kuru havadan dolayı çok üst düzey ısı yalıtımı sağlamaktadır.

Ekstrüde polistiren malzemeler bünyelerine su almazlar ve ayrıca nemden de etkilenmezler. Diğer ısı yalıtım malzemeleriyle kıyaslama yapıldığında oldukça üstün özelliklere sahiptirler.

XPS'in üstün özelliklerinden bahsedecek olursak şu şekilde sıralayabiliriz:

- Isı iletkenlik katsayıları düşüktür.
- Don olaylarına karşı göstermiş olduğu dayanım.
- Suyu emme özelliğine sahip olması
- Yüksek oranda basma mukavemeti ve aynı zamanda eğilmeye karşı göstermiş olduğu mukavemetin yüksek olmasından dolayı zamanın geçmesine rağmen içerisindeki kalınlık azalmaz.
- Elastizite modülü yüksek oranda olduğu gibi yüksek boyutsal kararlılığa da sahiptir.
- XPS ürünler diğer plastik ürünler ile karıştırılmaksızın geri dönüşümde kullanılabilirler.
- Kesimi kolaydır. Her türlü kesici olan aletle kesilebilir, ufalanma yapmaz ve fire verme işlemi meydana gelmez.
- Gözenekleri kapalı olan hücre yapılarına sahiptirler.

XPS'in uygulama alanlarına göz atacak olursak şöyle sıralayabiliriz.

Temelerde XPS uygulamaları:

- Temelde ki perde duvarları için ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılır.
- Döşeme betonunun altında kalan kısım için ısı yalıtım olarak kullanılır.
- Zemine oturmuş olan döşemeler için ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılır.

Duvarlarda XPS uygulamaları

- Duvarın içten yapılan ısı yalıtımı için kullanılır.
- Duvarın dıştan ısı yalıtımı yani mantolama için kullanılır.
- Giydirme olan cephelerin uygulamaları için ısı yalıtımı olarak kullanılır.

- Isı Köprüleri için ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılır.

Çatılarda XPS uygulamaları:

- Çatı Tahtalarının üzerleri için ısı yalıtım malzemesi olarak kullanma
- Eğimli olan betonarme çatılarda ısı yalıtım malzemesi olarak kullanma.

Diğer detayla ise şu şekildedir:

Soğuk depolarda kullanılırlar. Soğuk depolarda XPS in kullanımı oldukça yaygındır. Diğer kullanım alanları ise; endüstride, cephe panellerinde, kamyon kasalarının frigorik olanlarında, acil durumlar için yapılmış olan barakalarda, şantiyelerde ve askeri amaçlı olarak kullanılan korunma üniteleri, doğrama sistemleri için camsız olan bölgelerde, ısı yalıtımlı olan sandviç ara bölmeli duvarlarda, besihane ve çiftliklerde de kullanılabilir.

Zemin yalıtımı için kullanılır. Genelde bunlar ofisler, mağazaların zeminlerinde yalıtım için kullanılır. XPS ürünlerinin beton üzerine harika yapışma özelliği vardır. Aynı zamanda XPS yalıtım levhası kolayca sıva yapılabilir. Yüksek nem ve yüksek basınca dayanıklıdır. Bu özelliği sayesinde çift duvar yalıtımına da elverişlidir.

XPS'lerin kimyasallar ve solventlere karşı olan dayanıklılıklarından bahsedecek olursak, genel anlamda uygulamalara başlamadan önce yalıtım malzemelerinin, yapıştırıcıların, çözücülerin, boyaların, çözücülerin, ayırıcıların, bitüm ürünlerinin temas eden, beton ve beton türevi maddeler için kimyasal dirençlere karşı dikkat etmek gereklidir. XPS levhalarda, kireç, çimento, alçı, seyreltik asit gibi malzemelere karşı dayanıklılığı vardır. Ancak yakıtlara, katran ürünlerine, cilalara ve diğer solvent kökenli çözücülere karşı dirençleri düşüktür.

XPS'lerin yangın performanslarına bakacak olursak, diğer tüm maddelere gibi, XPS levhalarda yanabilir. Alev geciktirici kullanılarak tek başına test edilirse XPS Avrupa yangın sınıflarından E sınıfına girmektedir. XPS'ler hiçbir zaman tek başına kullanılmadığından dolayı üzerinde bulunan kaplamayla beraber yangına karşı testi yapılmalıdır [14].

Son olarak XPS ve EPS karşılaştırılacak olursa yalıtım açısından ve süreç tarafından karşılaştırmak gerekirse ürünlerin performansları açısından her iki üründe birbirlerinden farklı olan ürün gruplarıdır. İkisinin de teknik olarak gösterdikleri özellikler birbirlerinden farklıdır. Bu yüzden iki ürünü kendi kullanım açılarından birbirlerine göre avantajları bulunmaktadır.

XPS'lerin binalarda uygulamaları genel olarak Resim 3.4'deki gösterildiği gibi sıvaların üzerine ve dış cepheye uygulanırlar.



**Resim 3. 4 : XPS Kullanmış Olan Bina**



### 3.3.3.3 Poliüretan Sert Köpük (PUR) Levhalar

Poliüretan sert köpük levhalar, polilol ile izosiyonat adındaki kimyasal maddelerin bir araya gelerek oluşturduğu karışımın esnasında havanın da devreye girip yardım etmesiyle beraber köpürerek ve sertleşerek elde edilmiş olan plastik esaslı köpüktür.

Genelde levha şeklinde bulunmalarının yanı sıra, prefabrik borular gibi form verilmiş şekillerde de bulunabilir. Bunun için yerinde püskürtme metodu kullanılmaktadır.

Poliüretan sert köpük levhalar genel olarak sarı renktedirler. Hücrelerinin %95 gibi büyük bir kısmı kapalı gözeneklerden oluşur. Poliüretan sert köpük levhaların ısı iletkenlikleri çok düşük seviyededir. Üreticilerin bazıları ısı iletkenliği (I) değerini 0,012-0,013 W/mK civarında vermektedirler. Aslına bakılacak olursa verilen bu değer malzemenin ilk üretildiği andaki zamandaki değerini göstermektedir. Ancak aradan zaman geçtikten sonra I değeri yükselir. Bu durumu açıklayacak olursak poliüretanın ilk üretildiği zamanki içerisinde bulunan itici gazın ısı iletkenliğinin aşırı düşük olmasından dolayı malzemenin de ısı iletkenliği değeri de buna bağlı olarak düşük çıkar. İtici gazın bir süre sonra difüzyon yolu ile dışarı çıkmasından dolayı yerine hava dolar. Böylelikle ısı iletkenliği değeri de yükselir. Bu yüzden standartlar hangi değeri belirliyorsa o değerler esas olarak alınmalıdır.

Diğer taraftan son zamanlarda sera etkisi yapmasından dolayı poliüretan sert köpük levhaların yapımında itici gaz niteliğinde kullanılan R-11 gazı CFC içermesinden dolayı bazı ülkeler yasaklamıştır. R-11 gazı yerine CFC bulundurmayan CO<sub>2</sub> gazı kullanılmaktadır. Fakat bu şekildeki üretimde maliyet %10 civarında artmasının yanı sıra ısı iletkenlik değerinde de küçük yükselmeler yani kötüleşmeler görülmektedir.

Mekanik özellikleri göz önüne alınacak olursak poliüretan köpüğün yoğunluğunu 30-200 kg/m<sup>3</sup> aralığında tercih edilebilir. Aksi takdirde şekil değiştirmeleri gözlenebilir.

Basınç dayanımının yoğunlukla ilişkisini aşağıdaki Tablo 3. 1'e göre şöyle inceleyebiliriz.

Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	Basınç(kg/cm <sup>2</sup> )
30	1,5-2,0
50	4,0
100	10,0
200	25,0

**Tablo 3. 1: Basınç ve Yoğunluk İlişkisi**

Binalarda tercih edilen yoğunluklar genelde 30-40 bazı zamanlarda ise 50 kg/m<sup>3</sup>tür. Yoğunluğun artması demek fiyatın da önemli miktarlarda yükselmesi demektir.

Suya karşı olan duyarlılıklarından bahsetmek gerekirse bünyesine suyu alma özelliği az olmasına rağmen yine de EPS'den fazladır. 24 saat boyunca suya konmuş numunenin hacmi %2-1,0 civarında su alırken, bir hafta ve üzerinde suda bulunan numunelerde ise bu oran %3-5 konumundadır [15].

Resim 3.5'de Poliüretan Sert Köpük Levhalara örnek gösterilmiştir.



**Resim 3. 5: Poliüretan Sert Köpük Levhalar**

### **3.3.4 Fenol Reçinesinden Sert Köpük (PF) Levhalar**

Fenol reçinesinden sert köpük levhalar için önce fenol köpüğü elde etmek gerekmektedir. Bunun için Fenol-Formaldehit bakalitine anorganik olan şişirici ile sertleştirici malzemeler kullanılarak elde edilmektedir. Fenol reçinesinden oluşmuş olan sert köpük levhaların çeşitli yoğunluklarda, sert ancak kırılabilir, ufak gözenekli ve yüzeyi sürtünmeden dolayı toz olan yapıya sahiptirler.

Sıcaklığa ve basınca olan dayanımından bahsedecek olursak diğer termo plastik olan köpük malzemelere göre basınca dayanımı o kadar iyi değildir ve basınca karşı daha az dayanımlıdır. Çok yüksek olan sıcaklıklarda büzülme yapar ve aynı zamanda çekme de meydana gelmektedir. Yüzeyin sıcak olmasından dolayı bir temas sağlaması durumunda büzülmesindeki oranımız %1,5-2 civarını bulmaktadır.

Suya karşı olan duyarlılığından bahsetmemiz gerekirse suyu kolay alabildiğini söyleyebiliriz. ve aynı zamanda kapilerdirler. Maliyetine bakacak olursak EPS'lerden daha fazla maliyete sahiptirler ve fiyatları daha yüksektir. Suya 14 günlük bir deneme için bırakıldığında hacminin %9 u kadar su almaktadır. Havadan almış olduğu suya bakacak olursak hacmin en fazla %7 civarındadır.

Buhar geçirmezliği ise açık olan gözeneklerin fazlalığından dolayı buharı çabuk geçiren bir yapıya sahiptir.

Kimyasal özellikleri ise, küflenme yapmazlar, haşereleri barındırmazlar. Kimyasal maddelerin çoğuna karşı dayanımı yüksektir. Ancak potasyum ve südkostike karşı ve yine aynı şekilde yoğun olan asitlere karşı dayanımı zayıftır. Metalleri de korozyona uğrattığını unutmamak gerekir [15].

### 3.3.5 Mineral ve Bitkisel Lifli Isı Yalıtım Malzemeleri

Bitkisel ve hayvansal kökenli yalıtkanlar için şu malzemeleri sayabiliriz. Ahşap talaşlar, lifli levhalar, mantar, hayvansal dokumalık lif (keçe, tiftik yün), bitkisel olan dokumalık lifler ( keten, palmyeler, pamuklar), yosun, saman ve benzeri malzemeler.

Mineral kökenli yalıtkanları sayacak olursak onları da şöyle sıralayabiliriz. Amyant (asbest) lifi, cam yünleri, cam pamuğu, taş yünü, seramik yünü, fosil silisler, genişletilmiş olan mikalar ve perlit, bazalt ve buna benzeyen taşlar [16].

Bunlardan günümüzde en yaygın olarak kullanılanların başında cam yünü ve taş yünü gelmektedir. Yapı malzemelerinin bazılarının sıcaklığa karşı göstermiş olduğu dayanım aşağıda Tablo3.2 de gösterilmiştir.

Seramik Yünü	1800 °C
Taş Yünü	750 °C
Cam Yünü	260 °C
Kauçuk Köpüğü	110 °C
Poliüretan Köpük	110 °C
Polietilen Köpük	95 °C

**Tablo 3. 2: Yapı Malzemelerinin Sıcaklığa Karşı Gösterdiği Dayanım**

### 3.3.6 Cam Köpüğü

Cam köpüğünün imalatı için genellikle atık olan camlar kullanılmaktadır. Cam yüksek sıcaklıklarda eritilir ve soğuması için bırakılır. Elde edilmiş olan malzemeyi ince toz şekline getirildikten sonra 1000 °C de karbon katarak sellüler fırından geçirilir. Malzeme burada yavaşça köpürmeye başlar. Fırından elde edilmiş olan mamul son olarak da tavlama fırınında şekil verme işlemi yapılır.

Üretilmiş olan cam köpüğü çok serttir. Sert olduğu gibi aynı zamanda kırılığandır ve basınca karşı dayanıklıdır. Suyu ve su buharını geçirmez. %90-95 oranları arasında gözenekleri olan bir ısı yalıtım malzemesidir.

Cam köpüğü 0,035-0,050 W/mK aralığında bir ısı iletim katsayısına sahiptir. -260 ve 430°C arasında kullanılır, buharı geçirmez ve suyu emmez. Sıcaklık çok fazla düşük bile olsa kullanılıyor olabilmesi LNG tankları için yalıtımda iyi bir tercihtir. Cam köpüğünün çok yüksek basınca karşı göstermiş olduğu mukavemet onun en önemli olan özelliğidir. İnorganik madde olmasından dolayı tabanda ve aynı zaman da toprakta risk olmayan bir izolasyon sağlar [17]. Resim 3.6 da cam köpüğü için örnekler gösterilmiştir.



**Resim 3. 6 : Cam Köpüğü**

### 3.3.7 Ahşap Lifli Yalıtım Levhaları

Ahşap lifli yalıtım levhaları, basıncın etkisi ve ısının etkisi ile birbirlerine bağlanan ahşap liflerden oluşmuştur. Lifler birbirine bağlamak için örgü işleme işlemi ve kendi bağlanma özelliği ile sağlanmaktadır. Levha da yüzey katmanda bulunan lifler orta katmanda bulunan liflere oranla daha sık bir yapıyla örülmüştürler. Bundan dolayı levha kompakt ve eşit yüzey elde edilir. Ahşap lifli yalıtım levhaları çoğunlukla hammaddesi ahşap lifidir. Katkı maddelerindeki miktar genel olarak %1'in altındadır [18].

Ahşap lifli yalıtım levhaların kullanım yerleri genel olarak şöyle sıralayabiliriz. Yer altı otoparklarında, bodrumların tavanlarında, duvarların dış cephelerinde, akustik şekilde olan bariyerlerde, eğimi bulunan çatılarda, ara bölümlendirme aşamalarında, teknik odaların yapım aşamasında, tarımsal kullanım alanları gibi yerlerde kullanılmaktadır. Resim 3.7'de Ahşap Lifli levhalar ait resimler görülmektedir.

Teknik özelliklerinden bahsedecek olursak ahşap lifli yalıtım levhaların ısı iletkenlik değerleri 0,035-0,070 W/mK'dır. Yangına karşı tepki sınıfları ise E olarak bilinir. Su buharı için difüzyon direnç katsayısı  $\mu=5$  dir. Kısa süreli olan su emme değeri 0,5-2 kg/m<sup>2</sup> dir. Basma için dayanımı 5 kPa ve 100 kPa arasındadır. Ahşap yapı ılı lifli levhalar mor ötesi ışınlarla karşı etkilenmez dayanıklıdır.



**Resim 3. 7 : Ahşap Lifli Levhalar**

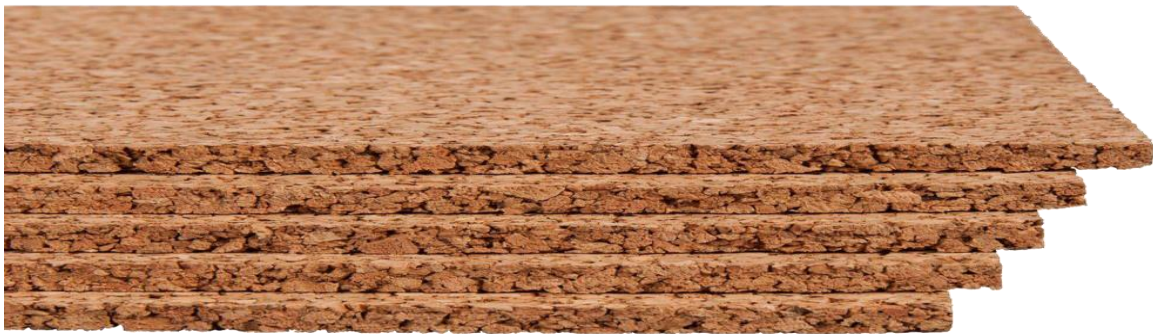
### 3.3.8 Mantar Levhalar

Mantar ısı yalıtım levhaları genel olarak Kuzey Afrika'nın kıyılarında bulunan Sicilya, Korsika, Sardunya Adalarında yetişmekte bulunan ağaçların kabuklarından elde edilmektedir. Daha önceki zamanlarda yalıtım amacı ile kullanılıyordu fakat günümüzde daha çok olarak dekorasyon amacıyla kullanılmaktadır. Mantar levhaların yoğunlukları 120-190 kg/m<sup>3</sup> arasındaki değerlerdedir. Isıl iletkenlik değeri ise 0,040 W/mK'dır. Homojen gözeneklere sahip bir yapısı vardır. Mantar levhalar genel olarak doğal mantarların kırılıp ya da öğütülmesinden dolayı oluşan küçük parçacıkların fırınlanması ve bu fırınlanan parçacıkların bitümlü, reçine vb tutucu maddeler katılarak veya yapısında bulundurduğu maddeyle basınç etkisiyle şekillendirilerek elde edilmiş olan üründür. Taneli olan yalıtım malzemelerin başında mantar levhalar gelmektedir. Öğütme işlemlerinde ayırma işlemlerinde ve suya bastırma işlemlerinde kalitesi yükselmektedir.

Kimyasal maddelere karşı oldukça dayanıklıdır. Halojenler, amonyak, eter yağları için çok dayanıklı olduğu söylenemez. Yanıcı bir maddedir ve yanma işlemi esnasında is ve duman çıkararak yanmaktadır.

Mantar levhaların uygulamalarında tercih edilen yerlerin başında soğuk hava tesisleri gelmektedir. Terleme yapan duvarlarda, döşemelerde ve tavan uygulamalarında, havalandırma kanallarında, ısıtma devreleri kurulumunda, sıcak su sistemlerinde kullanılır. Alçak basınç kazanları için pres edilmiş mantar tercih edilmektedir. Mantar levhalar kullanılmadan ve döşenmeden önce döşenecek olan yüzeylere bitüm içeren harç kullanmak gerekmektedir. Mantar ısı yalıtım levhalar genel olarak 20 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 100 mm, 150 mm, 200 mm kalınlıklarda üretilir [19].

Mantar levhalar Resim 3.8'de gösterilmiştir.



**Resim 3. 8: Mantar Levhalar**

## 4. ISI YALITIM UYGULAMALARI

### 4.1 Duvarlarda Isı Yalıtım Uygulamaları

Yapılarda yapılan ısı yalıtımlar enerjiden tasarruf sağlamanın yanı sıra kurum, gaz, ve tozların emisyonlarını engelleyerek çevreye karşı olan kirliliği azaltmaktır. Isı köprülerinin, duvarların, zeminin, tavanlardaki yüzey sıcaklarının iç konfora verdiği katkının yanı sıra yapı kabuğu içinde oldukça önemlidir. Isı yalıtımı kaliteli yaşam standartları için vermiş olduğu katkının yanı sıra binanın dokusu için korunmakta binaya yardım eder. Rahat ve sağlıklı yaşamın temel prensibi uygun nem şartlarına ve uygun ısı şartlarına sahip yerlerde mümkündür.

Duvarlarda ve ısı köprülerinde oluşan yoğuşmalar, rutubetler, küfler ve binalarda meydana gelen çatlamlar yalıtımın doğru bir şekilde uygulanması durumunda etkili biçimde önlenebilmektedir. Binada yalıtımın yapılması anında ısı kaybına sebep olabilecek duvarların, zeminlerde, çatıların bunların yanında subasmanların, kirişlerin, pencere aralarında bulunan taşıyıcıların, duvarların dış köşelerinde ve duvarların birleştiği yerlerde bu saydığımız yerlerde yalıtım konusunda önem vermemiz gerekmektedir. Biraz önce saymış olduğumuz ısı köprülerinin yalıtım yapılmaması durumunda önemli miktarlarda ısı kaybına neden olabilir ve aynı zamanda yoğuşmaya, küflenmeye ve çatlak meydana gelmesine neden olabilir [20].

#### 4.1.1 Dış Duvarlarda Isı Yalıtım Uygulamaları

Binanın dışından tümünün duvarların, kolonların ve kirişlerin ekstrüde polistren ya da buna benzer ısı yalıtım levhalarıyla kaplanması işlemine mantoloma ismi verilir. Konutlarımızda serinlemek için ve ısınma için kullanılan enerjiyi mantolomanın yapılmasıyla %50'ye kadar azalmaktadır. Temelde ve çatılarda daha önce ısı yalıtım yapılmış ise bu oran %60'ları görecektir. Böylesine önemli olan tasarrufun sadece kendi bütçemize değil aynı zamanda ülkemizin de ekonomisine önemli derecede katkı sağlamaktadır. Binalarda ısı kayıplarının en önemli olan kaynağı kolon ve kirişlerdir. Binanın dış cephesinin tamamı kaplanmazsa mantolama tatmin edecek sonuçlar vermez. Ana prensip aralık kalmadan yapı dışarıdan yalıtım levhaları ile kaplanmalıdır. Kolon, kiriş, duvarlar, pencerelerin merkezleri, çıkımların altları hepsi bir bütün olarak düşünülmeli ve mantolama yapılırken yapının hepsini eksiksiz olarak koruma altında tutulmalıdır. Doğru yapılmış olan dış cephedeki mantolama sayesinde korozyon problemi ile bir kez daha yaşanmamasının yanı sıra bina ömrünün de uzamasında büyük rol oynar.

Aşağıdaki Resim 4. 1'de binanın mantolamasının uygulanması gösterilmiştir.



**Resim 4. 1: Binanın Mantolaması**

Mantolamanın avantajlarından bahsedecek olursak:

- Isı kaybı açısından %50'ye kadar enerji tasarrufu sağlanır.
- Fazlasıyla ekonomiktir. 2-3 yıl içinde maliyetini karşılayabilmektedir.
- Binanın dış kabuğunun yıpranmadan ve eskimelerden korur.
- Betonarme elemanlar için korozyon problemini ortadan kaldırır.
- Kış aylarında soğuklardan yaz aylarında ise aşırı olan sıcaklardan korunmaya yardımcı olur.
- Binaların iç kısımlarında oluşan yoğuşmaları ve rutubetleri koruyarak iç yüzeydeki boyanın korunmasında yardımcı olur.
- Suyu bünyesine almaz, buhar geçirgenliği oldukça yüksektir.
- Kullanım ömürleri bina ömrü ile eşdeğerdir.

Dış duvarlarda ısı yalıtım nasıl yapıldığından bahsedelim



Uygulamanın yapılacağı cephelere yatay olarak ve dikey olarak terazi ipleri çekilir. Oluşan sapmalar tespit edilmelidir. Yüzeyde oluşan bozukluklar onarım harcı ile onarılmalıdır.(Resim 4.2)



**Resim 4. 2: Yüzeylerin Düzeltilmesi**

Su basman profillerinin yerleştirilmesi aşamasında ipe ve teraziye dikkat etmeliyiz. Su basman profili seçerken ısı yalıtım levhası için kalınlığı göz önünde bulundurarak seçim yapılmalıdır. Duvar ve su basmanın arasında kalmış olan girinti ve çıkıntıyı düzeltmek için plastik takoz tercih edilebilir. (Resim 4.3)



**Resim 4. 3: Su basman profillerinin yerleştirilmesi**

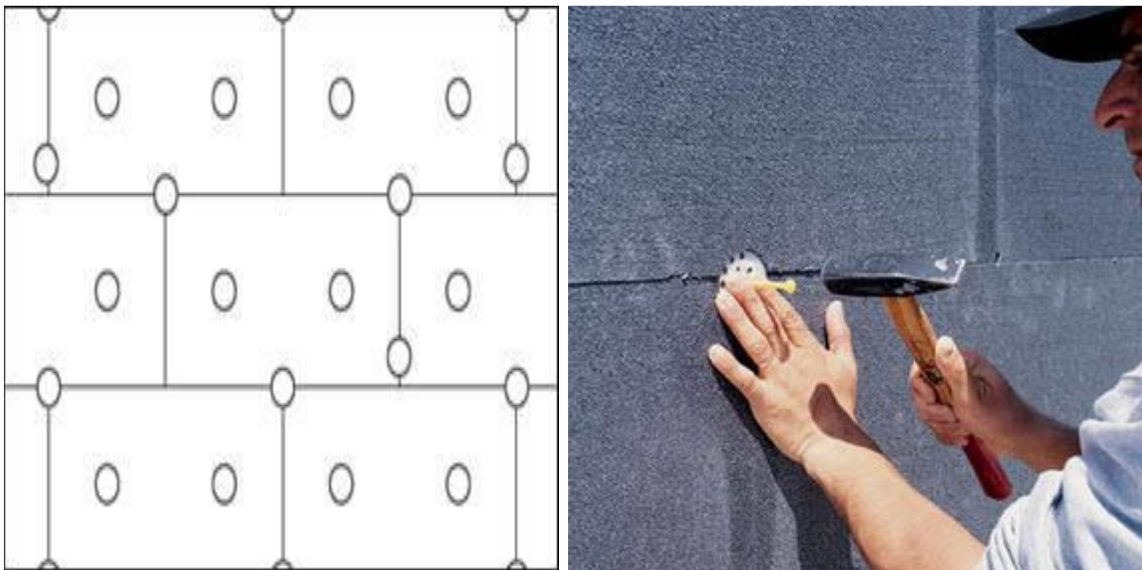
Yapıştırma işleminden bahsedecek olursak mantolama da levha yapıştırma işlemi için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Çimento esaslı olan yapıştırıcılar bunların başında gelmektedir. Bunun temel prensibi yalıtım levhasında kenarlardan 5 mm kalacak biçimde

ve levha ortasında 3 parça şeklinde uygulanmaktadır. Bu işlem noktasal olarak uygulanır. Yalıtım levhasında %40 yapıştırıcı olması gerekmektedir. Kaplanmış olan kısım %40' geçmemelidir bunun için dikkatli olunmalıdır. İkinci yapıştırma yöntemi dişli çelik mala ile yapılmaktadır. Yapıştırıcıyı dişli çelik mala kullanılarak levhanın yüzeyine yayılır. Bu yöntem taraklama yöntemi de denir. Genelde bu metodu çok düzgün olan yüzeyler için tercih edilir. Bu uygulamaların ikisinde de iletken gibi davranmaması için derzlere yapıştırıcıyı taşırmamak gerekir [20]. Resim 4.4 de bu olay gösterilmiştir.



**Resim 4. 4: Isı Yalıtım Levhalarının Yapıştırılması**

Dübelleme için yapıştırma yapıldıktan sonra kuruma beklenir. Kuruma gerçekleştikten sonra plastik çivili dübel yardımıyla levhalar sabitlenir. Dübelleme yapılırken binanın yüksekliğini göz önünde bulundurmak gereklidir. Üç katta bir rüzgardan kaynaklanan yükten dolayı çok fazla artış göstermesinden dolayı binanın köşesinde bulunan dübellerin sayısının %20 artması gerekmektedir. Resim 4.5'de dübelleme şeması ve dübelleme işlemi gösterilmektedir.



**Resim 4. 5: Dübelleme Şeması ve Dübelleme İşlemi**

Mantolamanın yapıldığı binalarda pencerelerin merkezinde, binaların dış köşelerinde ve çıkma alt köşelerde kısacası her köşede köşe profili kullanılmalıdır.

Dübellemenin bitmiş olduğu cephelerde sıva file yöntemi uygulanır. Kurumayan sıvaya dile yapıştırılır ve sıvanın altında bırakılır. File uygulaması en 10 cm file ile yapılmalıdır. Ve mutlaka dikkat edilmelidir [20].

#### 4.1.2 İç Duvarda Isı Yalıtım Uygulamaları

Binanın dış yüzeyini ısı yalıtım yapmak için ortak karar alınmadığı durumlarda konut sahiplerinin kendi konutlarını içeriden yapmış oldukları mantolama ile beraber ısı yalıtım problemini çözmek için uygulanan yöntemdir.

İç duvarlarda ve ısı köprülerinde küflerin oluşması, yoğuşma, rutubetli alanların fazlaşması, çatlama artması gibi durumlarda doğru şekilde yalıtım uygulanırsa etkili ve kalıcı çözümler elde edilebilir. Bina da yalıtımın yapılması esnasında ısı kaybı için uygun olan geniş yüzeyler (duvarlar, çatılar ve zeminler) bunlara ek olarak ısı köprüleri (subasman, kirişler, radyatör muhafızları, parapetler, donatılı beton sütunlar, pencerelerin denizlikleri, pencere aralarındaki taşıyıcılar, duvarların dış köşeleri ve duvar birleşim yerleri ) için gerekli önlemler alınmalıdır.

Resim 4.6'dan da anlaşılacağı üzere ısı köprüleri yalıtım yapılmadığında çok fazla ısı kaybına neden olmanın yanı sıra yoğuşmalar, küflenmeler ve çatlak oluşumları görülmektedir [20].



**Resim 4. 6: Duvarlarda ve Tavanda Oluşan Küfler**

İç cephe yalıtım malzemelerinin özellikleri şöyledir:

- TS EN 13164 uygun olmalı iç duvarda kullanılan polistren ekstrüde köpük XPS levhalarda pürüzlü yüzeylere sahip olmalıdır.
- 10 °C sıcaklık altında 90 gün boyunca yaşlanma sonrası ısı iletkenlik değeri 0,031 W/m.K'den daha büyük olmamalıdır.
- Boyut kararlılığı 60 °C sıcaklıkta ve %90 bağıl nem oranında uzunlukta ve genişlikte değişim olmamalıdır yani sıfır olmalıdır.
- 20 kPa değerindeki gerilme de ve 80 °C 'da ki boyutsal değişimin %2'yi geçmemesi gerekmektedir.
- 40 kPa değerindeki gerilmeye ve 70 °C 'da olan boyutsal değişim %2'yi geçmemesi gerekmektedir.
- Tam daldırma yönteminde su emme değeri hacim olarak %0.5'i geçmemesi gerekir.
- Yalıtım levhalarında alçı sıva ile yapışma mukavemetinin 80 kPa'dan daha küçük olmaması gerekmektedir.
- Su buharının difüzyon direnci 90 ile 110 °C değeri arasında olması gerekmektedir.
- Basma dayanımının 200 kPa'dan daha düşük olmamalıdır.
- Yangın mukavemeti için önce B2 testinden geçmelidir. Ardından bacalı fırın deneyi yapıp B1 sınıfından geçmesinden sonra ve damlama olmadığından emin olunmalıdır.
- Uzunluk, genişlik, kalınlık ve yüzey düzgünlüğünün TS EN 13164 verilerine göre toleransların uygun olması gerekmektedir [20].

İç cephede yalıtım yapılırken dikkat edilmesi gereken hususların başında mevcut olan duvardaki elemanların özelliklerinin bilmemiz gereklidir. Doğru ve sağlıklı bir projelendirme yapabilmek için bilinmelidir. Isı yalıtımı iç duvardan yapılmasından dolayı iç yüzeyde sıcak olan tarafa uygulandığında duvardaki yapıda daha fazla sıcaklık değişimleri olacaktır. İçerden yapılan ısı yalıtımında ısı köprüleri için daha fazla önem verilmelidir. Kesişen duvarların, döşemelerin ve duvarların birleşiminin yalıtımının yapılması olumsuz etkilerini azaltır. Yalıtım altında bulunan dolgu malzemesinin yalıtım özelliklerinin iyi olması yapıdaki yoğuşmayı engeller. Bağıl nemin yüksek olduğu yerlerde (havuz, çamışarhane v.b.) buhar kesici katmanların yalıtımın iç yüzeyine yerleştirilmesi gerekmektedir. Yalıtımı içten yapılmış olan odalarda bağıl nemi uygun koşullara getirebilmek için düzgün olarak havalandırma yapmaya özen göstermek gerekir. Islak hacimli ve nemli olan ortamlarda nem den etkilenmemelerinden dolayı son kattaki kaplama malzemesinin (seramik gibi) kullanılması yalıtımın performansı ve sağlamlığı

açısından sıkıntı göstermez [20].

Daire içerisinde yapılan mantolama dış yüzeye doğru bakan duvarların iç tarafına doğru yapılmaktadır. Binanın cephesine göre yalıtımın katmanını arttırabilir ya da azaltabilir. Buna binanın dış yüzeyinin sıcaklığına göre karar verilir. Ilıman olan iklimlerde iç cephe yalıtımı ya da iç mantolama çözüm olabilmektedir. İç mantolama da ısıtma ve soğutma için harcanan enrjide %50'ye kadar tasarruf sağlanabilir. Duvarın iç sıcaklığının odanın sıcaklığına olan sıcaklığı yakın olduğundan mantolamadan dolayı hava hareketi oluşmaz. Aynı zamanda mantolama sayesinde yüzeylerde bozulma, sıvalarda ve boyalarda dökülme olmaz. İç mantolama ısı kayıplarını önlemekle beraber rutubetten uzak ve homojen dağılımlı ısıya sahip uygun şartları sağlar.

İç cephe mantolama da işlemler şöyledir:

Resim 4.7'de görüldüğü gibi yüzeylerde bulunan tozlar ve yağların temizlenmesi gereklidir. Çünkü bu maddeler yapışmayı azaltmaktadır. Aynı zamanda döküntülü olan ve kabaran yüzeyler fırça yardımıyla temizlenip arındırılmalıdır.



**Resim 4. 7: Temizlenmeye İhtiyacı Olan Duvar**

Yalıtım levhalarının yapıştırılacak olduğu yüzeylerin temizlenip düzgün bir duruma getirilmelidir. Yalıtım levhaların yapışacak olan yüzeyine boşluk kalmayacak biçimde yapıştırma harcı ile kaplanır. Yapıştırma harcının sürüldüğü yüzeye taraklı mala yardımıyla çimento esaslı olan yapıştırıcıyı ısı yalıtım levhasına homojen olacak şekilde dağıtılır.(Resim 4.8)



**Resim 4. 8 : Yapıştırıcı Harcın Yüzeye Uygulanışı**

Yapıştırıcı harcı ile kaplanan yalıtım levhaları arada boşluk bulunmayacak biçimde duvara düzgünce yapıştırılır.(Resim 4.9)



**Resim 4. 9: Duvara Yapıştırılmış Olan Levhalar**

Levhaların sürekli ve performansının daha çok uzun ömürlü olabilmesi için yapıştırmanın yapılmasından sonra ısı yalıtım levhalarına dübel ilave edilir. Dübellemeden sonra kaplamanın yapıldığı yüzey için ince alçı sıva yapılır. Alçı sıvanın üstüne çatlak ve benzeri sorunların ortaya çıkmaması için alçı kurumamışken yani yaş iken donatı filtresi kullanılır. Filtrenin uygulanmasından hemen sonra kalınlığı 5mm den az olmayacak şekilde alçı sıva ilave edilir. En sonunda ise boya yapmaya ve kaplama yapmaya uygun pürüz olmayan bir yüzeye sahip olunduktan sonra saten alçı uygulanır [20].

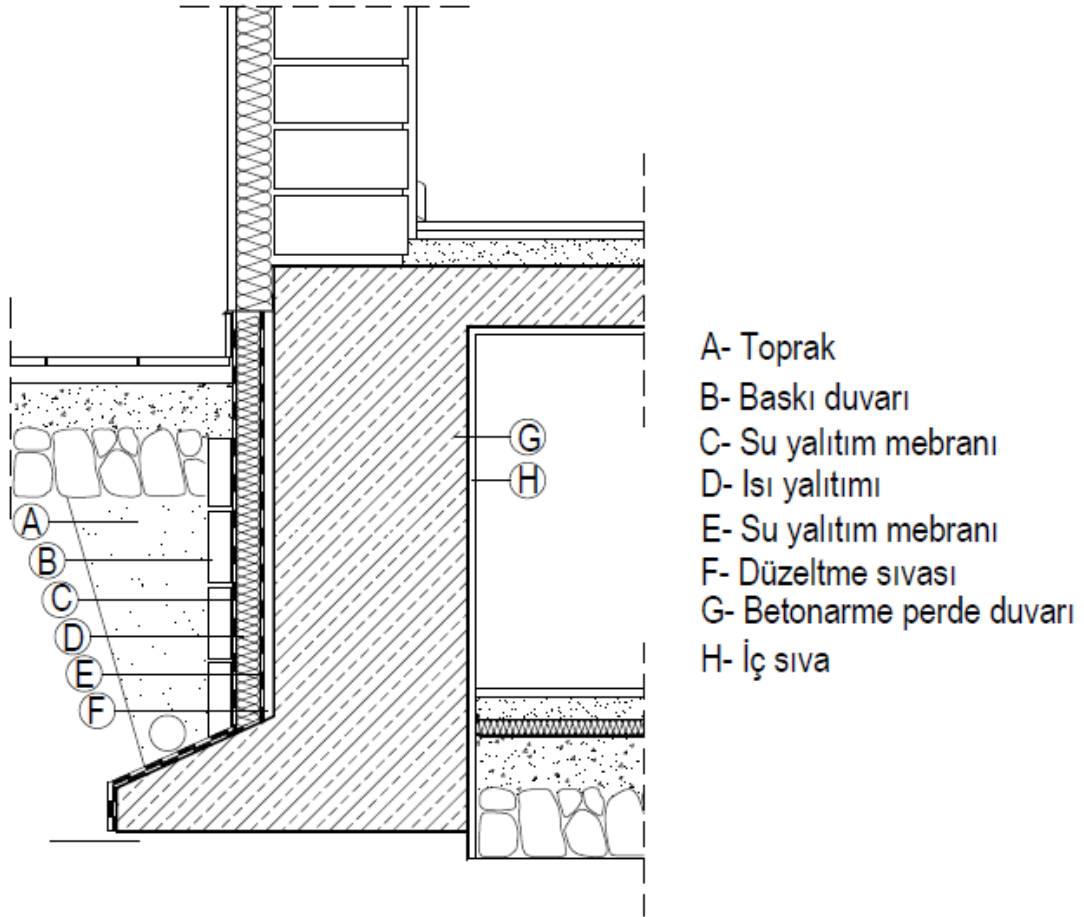
## **4.2 Toprakla Temas Eden Isı Yalıtım Ve Döşemelerde Isı Yalıtım Uygulamaları**

### **4.2.1 Toprakla Temas Eden Döşeme Ve Perdelerde Isı Yalıtımı Uygulamaları**

Toprak altında yapılacak ısı yalıtımı için dikkatli olunması gereken hususlar şöyledir:

- Toprak altında dış duvarlar için yapılmış olan uygulamalarda hedef su yalıtım katmanı için koruma oluşturup ısı yalıtımı sağlamak olmasından dolayı uygulamanın uygulanma aşamalarında su yalıtım örtüsünün zarar görmemesi için dikkatli olunmalıdır.
- TS 825 standartlarında belirtilen esaslara göre ısı yalıtım katmanı için kalınlık belirlenmelidir.
- Isı yalıtım levhalarından kullanmak istediğimiz levhalar bini profilli olması gerekmektedir.
- Isı yalıtım malzemeleri duvarların üzerlerine solvent içermemiş olan soğuk bitümlü yapıştırıcıların aracılığıyla noktasal olarak yapıştırılmalıdır. Yapıştırılan ısı yalıtım malzemelerinin yapıştırıldıktan hemen sonra toprak dolgu uygulanmalıdır. Toprak dolguyu kademeli şekilde sıkıştırma işlemi yapılmalıdır.
- Toprak altında, ısı yalıtım levhaları iki tarafı da yapışkan olan bitümlü örtüler ile dış duvarlara yapılabilir.
- Yalıtımın bitmiş olduğu su basmanın düzeyinde, su yalıtımı yapılmış olan sistemin arkasına su almaması ve levhaların ayrılmaması için engelleyici bitiş detayının uygulanması gerekmektedir.
- Drenaj sistemin tesis edilmesi aşamasında pozitif su basıncını engelleyebilecek şekilde uygulanması gereklidir.
- Dolgu zeminin sıkıştırılması sırasında ısı yalıtım levhalarının kaymasını önlemek gerekmektedir.

Aşağıda Şekil 4.1 'de koruma duvarlı toprak temaslı olan beton perde duvar detayı gösterilmiştir.



**Şekil 4. 1: Koruma Duvarlı Toprak Temaslı Olan Beton Perde Duvar Detayı**

Toprak altında yapılacak olan ısı yalıtımı uygulamalarından bahsedecek olursak ısı yalıtım levhaları zemin altında kullanılmış olan hacimler için ısı yalıtım ya da yalıtım örtüleri için toprak dolgu yapım aşamasında mekanik olarak gelebilecek etkilere karşı koruma amaçlı olarak kullanılabilir. Toprağın altında kalmış olan duvarlar için yoğunluğu minimum 30 kg/m<sup>3</sup> olup ve %10 deformasyonda basma mukavemetinin 300 kPa olduğu iki tarafı zırlı difüzyonla su emme miktarının %3'den düşük XPS levhalar kullanılmalıdır [20].

Toprak altı dış duvarların yüzeyleri düzeltilir ve düzeltilen duvarların su yalıtımı yapılır. Daha sonra levhalar yapıştırılır ya da temel duvar üzerinde derzler oluşmayacak biçimde yerleştirme yapılır.(Resim 4.10)





**Resim 4. 10: Yalıtım Levhalarının Döşenmesi**

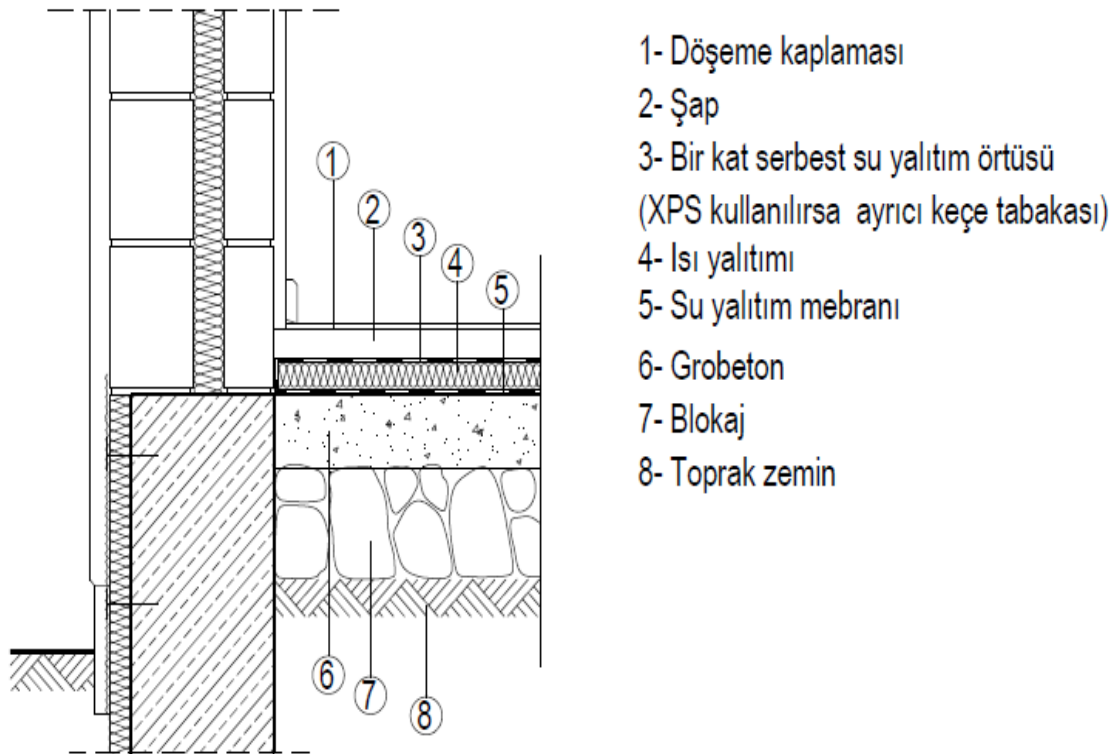
#### **4.2.2 Döşemelerde Isı Yalıtım Uygulamaları**

Döşemelerde yapılmış olan ısı yalıtımların tam anlamıyla verimli olabilmesi için dikkatli olunması gereken hususlar şunlardır:

##### **Döşeme Betonunun Altında Isı Yalıtım Kuralları**

- Isı yalıtımı döşeme betonun alt tarafına yatay biçimde olacak şekilde yerleştirilir. Zemine oturmuş olan zeminlerde XPS levhalarının kullanılması gerekmektedir. Bunun sebebi ise suyu emmemesi ve yüksek basma mukavemetine sahip olmasındandır. Böylelikle zemin katlardaki döşemelerden dolayı oluşan ısı kayıplarını engellemiş olur.
- Zemine oturmuş olan döşemelerde su yalıtım örtüsünü döşeme betonunun ya da ısı yalıtım levhalarının alt tarafında ya da üst tarafında uygulanabilmektedir. Isı yalıtım levhalarının toprakta bulunabilecek olan kimyasaldan ve sudan etkilenmemesi gereklidir.
- Döşeme betonu ısı yalıtımdaki deformasyondan etkilenmektedir. Bu yüzden ısı yalıtım malzemesinin bünyesine su almamalı ve deformasyona uğramayan cinsten olması gerekmektedir.
- Isı yalıtımın serilecek olduğu altındaki zemin yalıtım levhasının yerleştirilmesine uygun duruma getirilmesi gerekmektedir. Yalıtım levhaları boşluk kalmadan zemine serilmelidir.

Döşeme betonunun altında bulunan ısı yalıtım detayı aşağıda Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

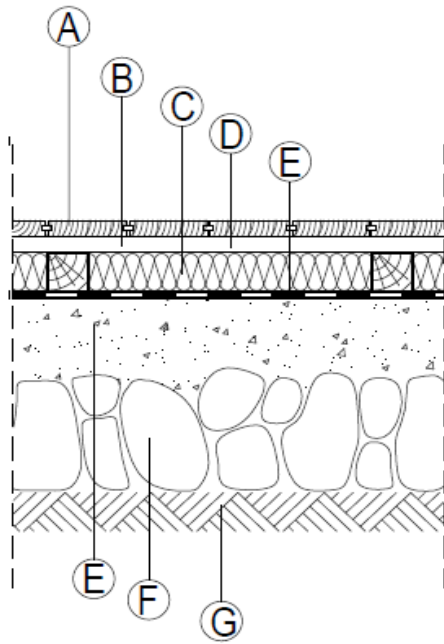


**Şekil 4. 2: Döşeme Betonu Altında Bulunan Isı Yalıtım Detayı**

- Isı yalıtım malzemesinin yeterli basma mukavemetine sahip olması gereklidir. Aynı zamanda uzun süreli yüklere karşı da dayanıklı olması gerekir.
- Isı yalıtım levhaları uzun süreli olarak serili bırakmamak gerekir. Yine su örtülerini de uzun süre serili olacak şekilde bırakılmamalıdır. Döşeme betonu dökmeden hemen önce serilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde çok sağlıklı sonuçlar elde edilememektedir.
- Betonun dökülmesi esnasında sivri uçlu olan cisimlerin su ve ısı yalıtım malzemelerini zedelememesine dikkat edilmelidir. Aynı şekilde demirlerin yerleştirilmesi aşamasında da çok dikkatli ve titiz davranılmalıdır.
- Toprağa oturmuş olan döşemeler için ahşap kaplama uygulanacaksa kurallarına göre düzgün şekilde yapılmalıdır.
- Isı yalıtım levhalarının sürekliliğinin bozulmaması gerekmektedir. Bu yüzden dikkatli yerleştirilmesi gerekmektedir.
- Duvarların yalıtımının yapılması esnasında ısı yalıtım malzemeleri döşemenin kalınlığının alt tarafındaki hizadan başlayacak biçimde yerleştirilmesi gerekir.

- Zemin etüdünün ve zeminde bulunan su durumunun incelenmesinden sonra kullanılması gereken ısı yalıtım ve su yalıtım malzemelerinin tercihi ve dizilişi yapılması daha uygun yapılmalıdır [20].

Ahşap kaplamalı döşemelerde ısı yalıtım detayı Şekil 4.3 gösterilmiştir.

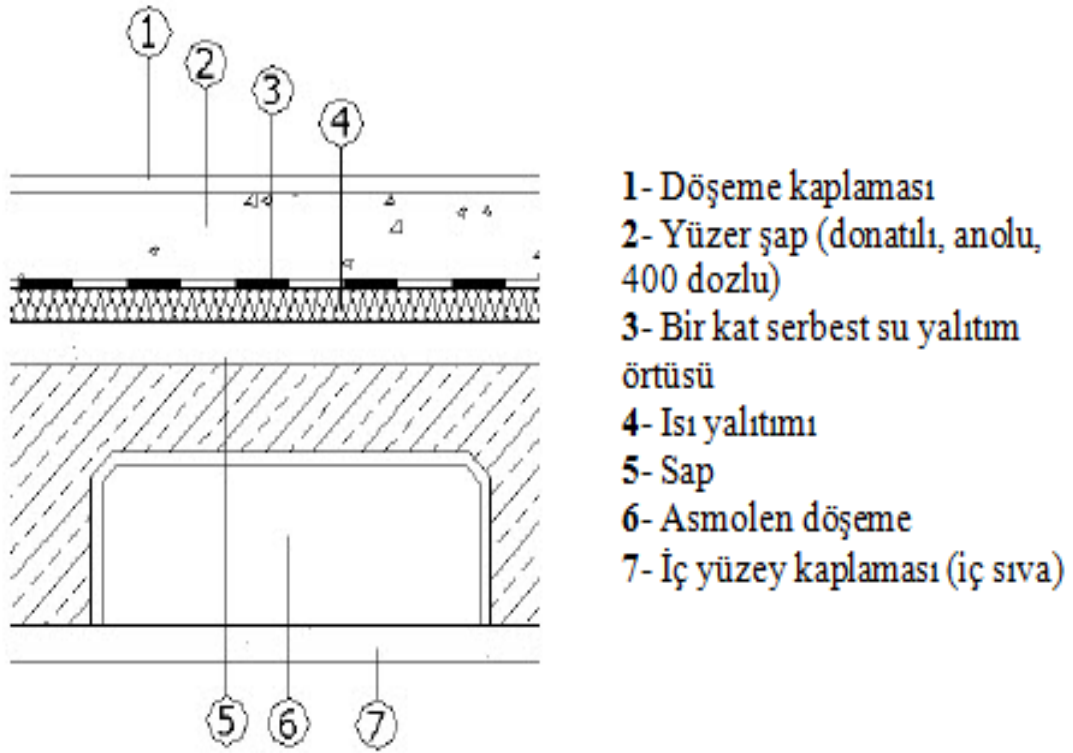


- A- Ahşap parke
- B- Ahşap kör döşeme
- C- Ahşap kadranlar arası ısı yalıtımı
- D- Su yalıtım mebranı
- E- Grobeton (Mala Perdahı)
- F- Blokaj
- G- Toprak zemin

**Şekil 4. 3: Ahşap Kaplamalı Döşemelerde Isı Yalıtım Detayı**

#### **Döşeme Betonunun Üstünde Isı Yalıtım Kuralları**

- Isı yalıtımı döşeme betonunun üstüne yerleştirilir. Su yalıtımının da döşeme betonunun olması gerekmektedir. Isı yalıtım malzemesi rijit olmalı ve aynı zamanda basma ve sünme mukavemetinin yeterli olması gerekmektedir.
- Döşeme betonunun yüzeylerinin temiz olmalı, düzgün olmalı, tozlardan ve atıklardan arındırılmış şekilde olması gereklidir.
- Şapın kalınlığı yüklerin ve döşemenin kaplaması göz önünde bulundurularak yeteri miktarda basma mukavemetine sahip olması gerekmektedir.
- Kapıların altlarında vb yerlerde şapın kalınlığının taşıyıcı olarak yetmemesi halinde gereken tedbirler alınmalıdır.



**Şekil 4. 4: Ara kat döşemelerde ısı yalıtım detayı**

- Isı yalıtımı için mineral yünler kullanıldığında, ısı yalıtımının üstüne 0,12 mm polietilen folyo ile kaplanmalıdır. Kaplanmadığı durumlarda şap içinde bulunan nem ısı yalıtımının bünyesine geçecektir.
- Eğer su yalıtımı sürme şeklinde yapılıyorsa ısı yalıtım ile uygunluk gösterip göstermediğini kontrol etmemiz gerekir. Isı yalıtım tabakasına dikkat etmemiz gereklidir. Çünkü dikkat etmediğimiz takdirde şap tabakasının dökülmesi esnasında zedelenme yaşanabilir.
- Ahşap ve ahşap gibi olan döşeme kaplamaları nemden etkilenmektedirler. Bunların nem den etkilenmemesi için şap tabakasının üst tarafı polietilen folyo ile kaplanmalıdır.
- Ahşap kaplamalı olan döşemelerin döşeme betonunun üzerinde su yalıtımı yok ise ısı yalıtımla kaplamanın arasında buhar kesici konulması lazımdır.
- Şap tabakalı olan döşemelerde ısı yalıtım malzemesinin üzerinde ayırıcı olan bir katmanın kullanılması gerekmektedir. Öncelikle şap tabakasının kuruması gerekmektedir daha sonra kaplama tabakası uygulanmalıdır.
- Döşemedeki yapılan ısı yalıtım ile duvara içten yapılmış olan ısı yalıtım birbirinin üzerine getirilmelidir. Bunu yapmamızda ki amaç ise ısı köprülerinin oluşmasını engellemektir.

- Borulardan dolayı delinmiş olan su yalıtımlarının veya buhar kesici örtülerin sızdırmayacak şekilde olmalıdır. Soğuk su borularının mutlaka ısı yalıtımlı olması gerekmektedir.

Ara kat döşemelerinde ısı yalıtım yapılırken yukarıdaki Şekil 4.4'e göre yapılmalıdır.

#### **Döşemede Isı Yalıtım Yapımı**

Yalıtımın yapılacağı döşeme betonunda toz ve inşaat atıkları bulunmamalıdır. Ayrıca döşeme betonunun yüzeyinin temiz ve düzgün olmalıdır. (Resim 4.11)



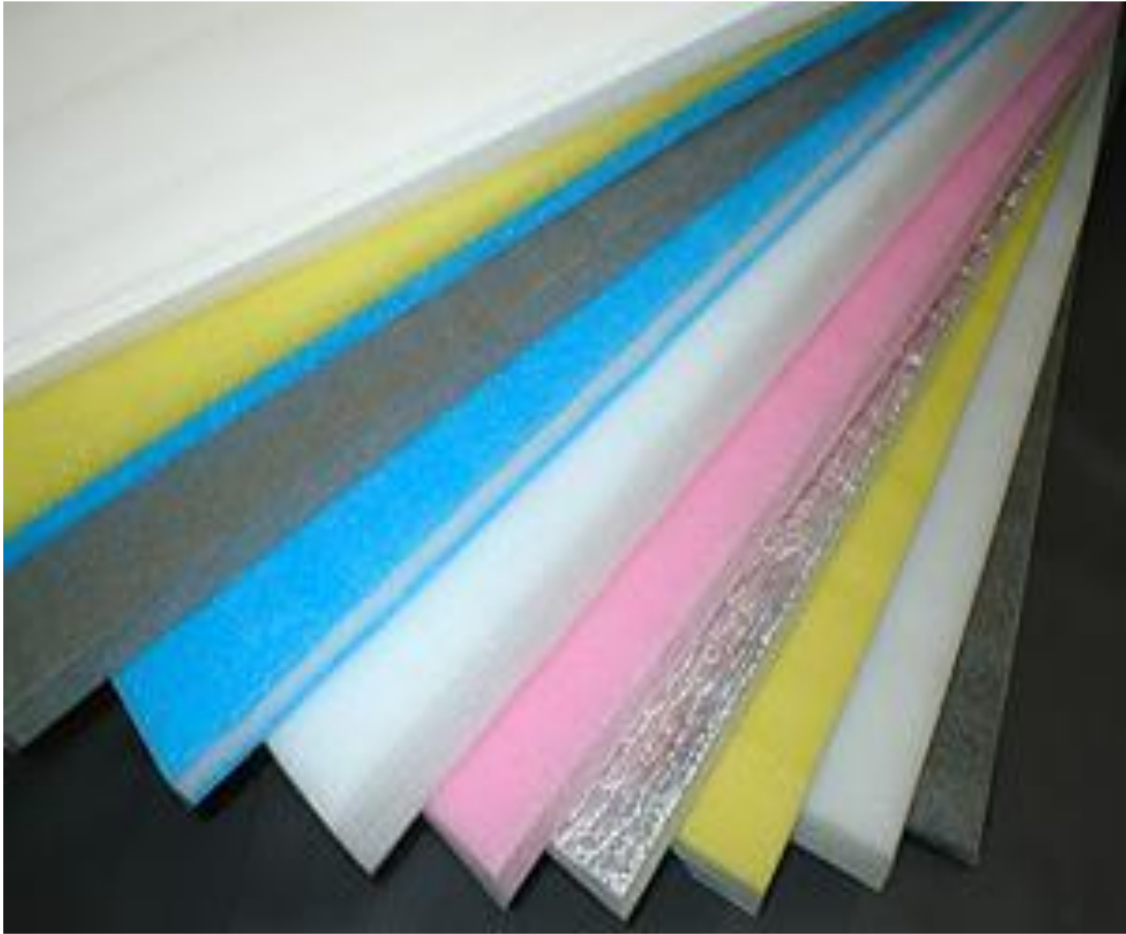
**Resim 4. 11: Yalıtım Yapılacak Olan Yüzeyin Temizlenmesi**

Kullanılacak olan mahale uygun olarak yeterli seviyede basma ve sünmeye sahip olan yalıtım malzemesi aralarda boşluk bırakılmayacak biçimde ve üretici firma tarafından belirlenmiş olan kuralların ışığında yerleştirilmelidir. Bunlarda Resim 4.12'de gösterilmiştir.



**Resim 4. 12: Serbest Olarak Yerleştirilmiş Olan Isı Yalıtım Malzemeleri**

Döşemenin kaplamasından doğabilecek darbeler ve titreşimlerin duvarların aracılığıyla komşu mekanlara geçişine engel olabilmek için kaplamanın üst kotu dikkate alınarak belirlenen kalınlığa göre levhalardan kesilip elde edilir. Elde edilen şeritler bütün döşemenin etrafına uygulanır. Üzerine dökülecek olan şapın içinde bulunan nemin ısı yalıtım malzemesine zarar vermesini engellemek için yalıtım malzemesi ile şapın arasında en az 0,12 mm kalınlıkta polietilen folyo bulunması gerekmektedir. Resim 4.13’de Polietilen Levhalar gösterilmiştir.



**Resim 4. 13: Polietilen Levhalar**

Folyonun serilmesinden daha sonra birleşme olan yerlere izolasyon bandı çekilmelidir. Sürme tipi su yalıtım malzemesi kullanılması düşünülüyorsa kullanılacak olan su yalıtım malzemesinin kullanılan ısı yalıtım malzemesine zarar vermeden dikkatli şekilde kullanılmalıdır. Aynı zamanda sürme tip su yalıtım malzemesi tercih edilmişse şap betonunun dökülmeden kurummasının beklenmesi gerekmektedir. Binadaki tesisat borularının su yalıtım malzemeleri ya da buhar kesici malzeme ile yalıtılması gerekmektedir. Son olarak ta şap üstüne (Resim 4.14) eğer ahşap kaplama yapılması düşünülüyorsa buhar kesici malzeme kullanılmalıdır.



**Resim 4. 14 : Şap Uygulaması**

### **4.3 Çatılarda Isı Yalıtım Uygulamaları**

#### **4.3.1 Eğimli Çatılarda Isı Yalıtımı**

Isı yalıtımı henüz yapılmamış olan binada ısı kayıplarının %20-%25 yalıtılmamış çatılardan oluşmaktadır. Çatıların yalıtılmamış olması insan sağlığının ve yaşam standartlarını negatif etkilemesinin yanı sıra hem ailelerin aynı zamanda ülkenin ekonomisine de zararlar vermektedir.

Çatılarda ısı yalıtım yararlarından bahsedecek olursak şu şekilde sayabiliriz;

- Kışın yaşanacak olan ısı kayıplarını ve yazın yaşanacak ısı kazançlarını engelleyerek, ısıtmada ve soğutmadaki enerji ihtiyacının azaltılması yani yakıt tüketiminde ve enerji giderlerinde azalması anlamına gelir.
- İç ortam ve iç yüzey sıcaklıklarında dengeli olmasını sağlar böylece terleme, küflenme gibi istenmeyen durumları engeller ve iç ortam konforunu aynı zamanda yaşam koşullarını yükseltir.
- Dış ortamda bulunan gürültülerden iç ortamda bulunanlara rahatsızlık vermesini engeller.
- Seçtiğimiz malzemeler ile yaşamış olduğumuz mekanlar da yangın güvenliğini de sağlayabilir.

Özellikle üst katlarda oturan ve merkezi ısıtma kullanmayıp ısıtmasını bireysel olarak yapan kişiler için tavanların yalıtılması çok daha önemlidir.

Örnek olarak düşünelim toplamda  $3,73 \text{ W/m}^2\text{K}$  ısı geçiş katsayısına sahip olan betonarme çatı döşemesinin  $0,04 \text{ W/m}^2\text{K}$  ısı iletkenlik grubunda bulunan 12 cm cam yünü ile yalıtılması çatı betonarme döşemesinde ısı geçiş sayısını  $0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$  düşürür. Yani buradan çıkaracak olduğumuz bu yapı elemanı için 100 birim olan ısı kaybı ya da ısı kazancı %92 tasarruf sağlamaktadır.

Yalıtım malzemelerinin özellikleri Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Ürün	Isı İletkenlik Grubu (W/mK)	Buhar Difüzyon Direnç Faktörü	En Yüksek Kullanım Sıcaklığı (°C)	UV Dayanımı	Yanıcılık Sınıfı	Kullanım Amacı
Camyünü	0,035-0,050	1	250	+	A-yanmaz	Isı ve ses yalıtımı, yangın güvenliği, titreşim sönümlenme
Taşyünü	0,035-0,050	1	750	+	A- yanmaz	Isı,ses ve yangın yalıtımı, titreşim sönümlenme
Ekstrüde Polistiren	0,030-0,040	80/250	75	-	B1- zor alevlenici	Isı yalıtımı
Ekspande Polistiren	0,035-0,040	20/100	75	-	B1- zor alevlenici B2- normal alevlenici	Isı yalıtımı
Poliüretan	0,020-0,040	30/100	110	-	B1- zor alevlenici B2- normal alevlenici	Isı yalıtımı

**Tablo 4. 1: Yalıtım Malzemelerinin Özellikleri**

#### **Tavan Arası Döşemesi Üzerine Yapılan Isı Yalıtımı**

Mineral yün esaslı çatı şiltelerinin en önemli özelliklerinden birisi hafif olmalarıdır. Bu yüzden çatıya çıkarma esnasında kolay şekilde çıkarılabilir ve kesilerek uygulanabilir. Çatı şilteleri yırtılmazdır ve her çatıya adapte edilebilmektedir. Bu yüzden uygulama esnasında fire verilmez. Mineral yün esaslı olan çatıların şilteler kullanılmayan çatı aralarında döşeme üstüne sererek uygulanmaktadır. Uygulandıktan sonra şiltenin üstünü örtmemek gerekmektedir. Isı yalıtım malzemesi tozlardan vb. dışarıda bulunan etkilerden korunmak istenildiği zamanlarda mineral yün esaslı olan yalıtım malzemesinin üzeri nefes alan cinsten olan malzemeye örtülebilir.(Resim 4.15)

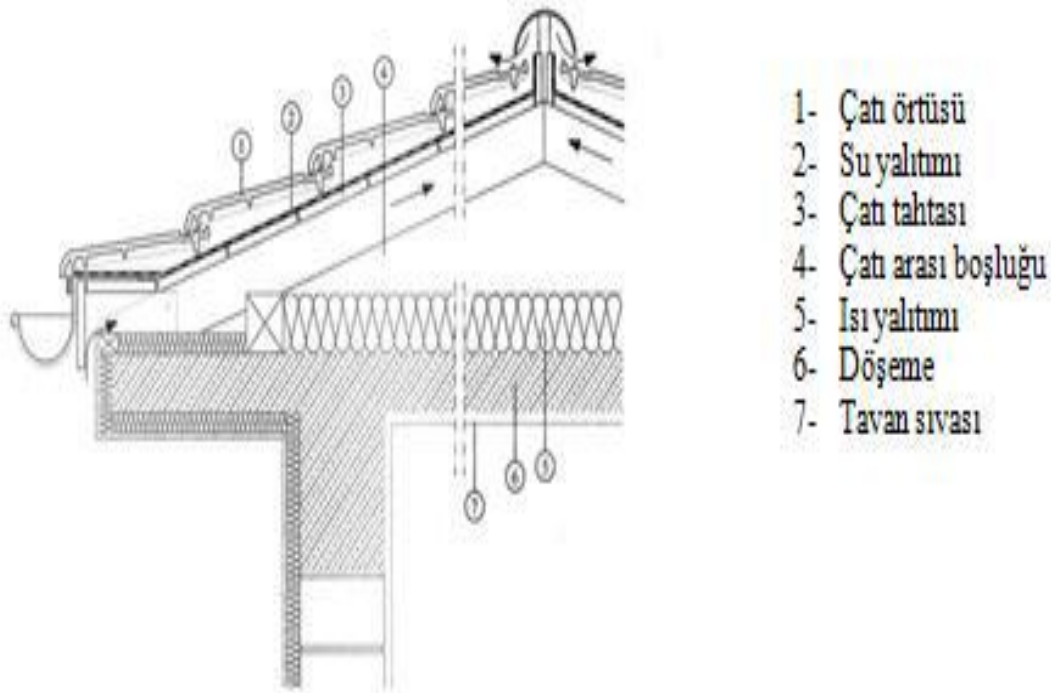




**Resim 4. 15: Mineral Esaslı Şilteleni Çatı Döşemesi Serilmesi**

Alüminyum folyoyla kaplı olan şiltelerin folyonun bulunduğu yüzü sıcak yüzde kalacak biçimde yapılmalıdır. Mineral yün esaslı olan şiltelerin yük taşıyamayan nitelikte ve düşük olan yoğunlukta bir malzeme olmasından dolayı bu malzeme üstüne yük gelmemesi gereklidir ve üzerine kesinlikle basılmamalı ve yürünmemelidir. Çatının arasında yürümek gerekirse ahşap kadronlar üstüne kalasların yardımı ile yürümek için yol yapılmalıdır. Isı yalıtım malzemeleri eğer yüke maruz kalma durumu var ise şilte tipi ürünlerin yerine daha çok levha formunda olan sert ısı yalıtım malzemelerini tercih etmek gereklidir. Uygulanacak olan çatı döşemesinin üstünde tozlardan, kirlere ve kalan harç atıklarından temizlenmeli ve döşeme betonunun üstüne perdahlı ince şap uygulaması yapılmalıdır. Bu sayede daha düzgün olan bir zemin elde edilebilir. Düzgün olan yüzeyin üstüne yoğuşma değerleri sonuçlarından alınmış verilere göre buhar dengeleyici uygulanır. Kalınlığı ise TS 825'e göre döşenmelidir. Isı yalıtım malzemelerinin üstüne ayırıcı tabaka uygulanır ve fazla dozlu şap uygulanır ve daha sonra tamamlanır. Bu detayda havalandırma çok fazla öneme sahiptir. Yalıtım malzemelerinden geçmiş olan su baharları yapılmış olan havalandırma boşluğundan atmosfere verilir.

Çatı için kullanılacak olan ısı yalıtım detayı aşağıda gösterilen Şekil 4.5'deki gibidir.



**Şekil 4. 5: Isı Yalıtımı Olan Çatı Detayı**

Tavan arası döşemesinin üstüne yapılacak olan ısı yalıtım için dikkatli olunması gereken hususlar şöyledir;

- Çatı arasında uygulanacak olan ısı yalıtımı betonarme döşemenin üstüne uygulanır.
- Çatının ve ısı yalıtımının arasında mutlaka havalandırmanın sağlanması gerekmektedir.
- Mevcut olan binalarda uygulanabilmektedir. Çatı arasında daha önceden mevcut olan ısı yalıtımlar yenilenmesi durumunda ya da teras çatıların üzerlerine kırma çatı eklenmesi durumunda uygulanabilir.
- Kış aylarında bitümlü olan su yalıtım örtüsüyle suyun yalıtımının yapılmış olduğu çatılarda, ısı transferinin esnasında çatı boşluğundaki ısı yalıtımın bulunmuş olduğu tarafta soğuk olan yüzeylerde yoğuşma olabilir.
- Su yalıtımın uygulanmış olan yapılarda nefes alan su yalıtım örtüleri kullanılmış ise çatı arasının uygun biçimde havalandırılması lazımdır.
- Bırakılmış olan boşluklara böcek, kuş vb canlıların girmesini engellemek için 3-4 mm gözeneklere sahip olan sıva filesi, kafes teli gibi malzemeler kullanılmalı fakat bunlar havalandırmayı engellememesi gerekmektedir.
- Çatıların örtüsü ile döşemelerin birleşmiş olduğu noktalarda aynı zamanda saçakların iç bölgelerinde ısı yalıtım malzemelerinin yerleştirilmesi havalandırmaya engel olmayacak şekilde olmalıdır.

- Kabloların ve tüm elektrik tesisatının delip geçmiş olduğu döşemeleri ve ısı yalıtımları buhar geçmeyecek şekilde kapanmalıdır. Çatı arasına çıkan tüm borular ve bacaların etrafında bulunan boşlukların sıkı bir şekilde kapatılmalıdır.
- Bacanın ya da borunun içinde herhangi bir yoğuşma olması durumunda çatı içine akma ya da damlama olmayacak şekilde eğimli boru yardımıyla dışarı tahliyesi sağlanmalıdır.
- Döşeme üzerine serilmiş olan ısı yalıtım duvarın üstüne bindirilerek duvar ısı yalıtımıyla beraber ilişkili olmalıdır. Bu şekilde ısı köprüleri de oluşmamış olur.
- Çatı arasının soğuk olmasından dolayı tesisat boruları ya da su deposu gibi içerisinde su bulunan bütün tesisat ekipmanlarının mümkün olduğu kadar buralara konulmamalıdır. Eğer konmak zorunda kalınıyorsa kesinlikle ısı yalıtımının yapılması gerekmektedir. Suyun borulardan birisinde donması veya patlaması durumunda hem ısı yalıtımı etkisiz hale getirir hem de tesisatın tekrardan yenilenmesi gerekir. Sıcak ve soğuk boruları içinde özellikle dikkat etmemiz gerekmektedir. Bu iki borunun yan yana gelmemesi gerekmektedir.

### **Ahşap Kırma Çatılarda Isı Yalıtımı**

Ahşap kırma çatılar için yalıtım alçı plakalar, şilte ve polistiren köpük gibi malzemeler kullanılmaktadır.

Mertek altına alçı plaka kaplı kompozit ısı yalıtım levhasıyla ısı yalıtımının yapılmasında bahsedecek olursak alçıyla kaplı olan plaka şeklinde bulunan ısı yalıtım levhaları öncelikle kesilir ve montaj için hazır duruma getirilir. Daha sonra özel vidalar ile mertekler tespiti sağlanır. Alçı plaka kaplı olan ısı yalıtım levhalarında birleşen yerlerine sıva filesi yapıştırılır ve yüzeyin üstüne alçılı sıva yapılır [21].

Mertek arasına şilte formunda mineral yünler ile yapılan ısı yalıtımdan bahsedecek olursak mertek arasında kullanılmış olan şiltelerin bir tarafı alüminyum folyo sarıdır ve folyonun kenar kısımlarında 5 cm'lik tespit payı vardır. Şiltenin kullanılmış olduğu çatıların aralarında şiltenin genişliği boyutunda aralıklarla döşenmiş olan merteklerin aralarına alüminyum folyonun bulunduğu yüzeyi sıcak tarafa bakar biçimde yerleştirilmelidir. Şiltenin kenarlarındaki 5cm lik paylar zımba ya da çivi yardımıyla sabitlenir. Alçı plaka ya da lambir gibi tavan için kaplama malzemelerinin uygulanmaları ile tamamlanır [21].

Resim 4.16'da mertek arası şilte uygulama işlemi gösterilmiştir.



**Resim 4. 16: Mertek Arası Şilte Uygulaması**

Mertek üzerine polistren köpükler ile ısı yalıtımı yapılmasından bahsedecek olursak kullanılacak olan ısı yalıtım levhasıyla beraber aynı kalınlıktaki bitiş çitası saçağın boyunca mertek uçlarına çivi, vida gibi elemanlarla sabitlenir. Levhaların binilerinin tam olarak yerleşmesi ve arada boşluk ve çıkıntıların kalmamasını sağlanmasının ardından baskı çitasını yalıtım levhasının üstünden merteğe çakılır. Baskı çitaları sayesinde ısı yalıtım katmanının üstünde havalandırma boşluğu oluşur. Sağlıklı şekilde havalandırma sağlayabilmek için çitaların minimum 4cm kalınlıkta olması gerekmektedir. Nefes almakta olan su yalıtım örtülerini saçağın hizasından mahyaya doğru birbirinin üstüne doğru uygulanır. Kiremit tespit çitaları baskı çitalarına dik olarak tutulur ve kiremit tespit çitaları baskı çitalarının üstüne çiviyle sabitlenir. Kiremitler ise kiremit çitaları üstüne konularak uygulama tamamlanmış olur [21].

Resim 4.17'ye bakıldığında polistren köpük levhaların ahşap kırma çatı üzerine nasıl uygulandığı görülmektedir.

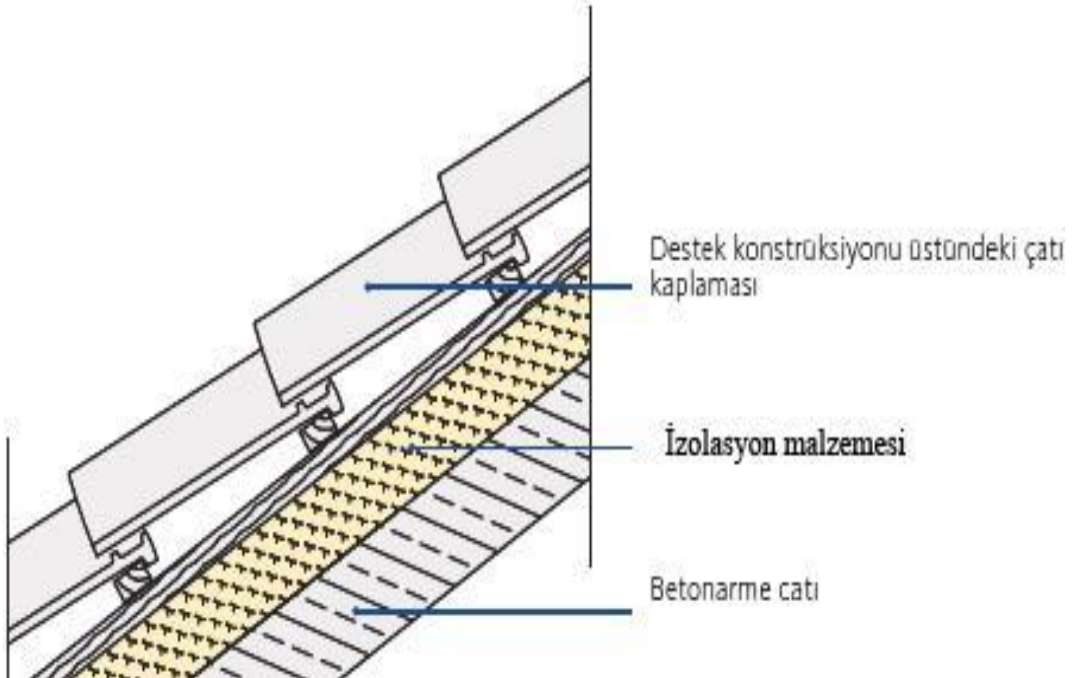


**Resim 4. 17 :Polistren Köpük Levhaları Isı Yalıtımı**

### Betonarme Kıрма Çatılarda Isı Yalıtımı

Su yalıtım örtüleri ısı yalıtımdan sonra alt tarafta bulunuyorsa beton çatının yüzeyinin temiz hale getirilmesinden ve düzeltilmesinden sonra kuru olması şartı ile yalıtım örtüleri yerleştirilir. Yalıtım levhaları saçaktan mahyaya kadar su yalıtımı uygulanmış betonun yüzeyine çıtalara destek verilmiş şekilde boşluk olmadan yerleştirilmelidir. Kiremit tespit çıtalarının baskı çıtalarına göre dik yönde çivilenmelidir. Kiremitlerin çıtalarının üstüne kiremitler konur ve baskı çıtalarının üstüne de OSB levhaları bulunur ve shingle takılması ile uygulama sona erdirilir [21].

Betonarme çatılar için sistem detay örneği aşağıda Şekil 4.6 üzerinde gösterilmiştir.



**Şekil 4. 6: Betonarme çatı detayı**

Çatı hacimleri için işlevsellik kazandırılıp değerlendirilmesinde ve bunun yanı sıra döşemeden olma özelliğinden dolayı çatının eğiminin önemi çok fazladır. Çatılar eğim bakımından 2 ye ayrılırlar. Bunları şöyle sıralayabiliriz. Eğimi %1.5 ve civarındaki teras çatılar diğeri ise %33 civarında bulunan çatılardır. Çatısı eğime sahip olan binalar için çatının altındaki hacimler için kullanım şartları tasarıma, fiziksel olan konfor şartlarına ve imar yönetmeliğindeki öngörölmüş şartlarda olması gerekmektedir. Teras çatı diye adlandırılan düz çatıları ise bahçe olarak, otopark olarak, dinlenme alanı olarak, yürüme alanı olarak kullanılabilir.(Resim 4.18) Yaşantımızda ki konutların çatılarını göz önünde bulunduracak olursak değerlendirebileceğimiz potansiyele sahiptir.



**Resim 4. 18: Teras Çatılar**

Teras çatılarda ısı yalıtımı şöyle yapılmaktadır.

- Kullanılacak olan yalıtım malzemeleri, araçlar ve gereçler yalıtımın yapılacağı alana getirilir ve düzgün şekilde yerleştirilir.
- Su yalıtımı için ihtiyaç olan meyil yapılır. Süzgeç uygulamaları ve su yalıtım uygulaması tamamlanır. Daha sonra sızdırmazlık ve drenaj testi yapılmalıdır.

Resim 4.19 da ısı yalıtım için hazır olan teraslardan bir örnek gösterilmiştir.



**Resim 4. 19 :Isı Yalıtımı İçin Hazır Olan Teras**

Isı yalıtım levhalarını şaşırtmalı olacak şekilde su yalıtımının üstüne serbest biçimde konulur. Levhaların kenarlarında birbirinin üzerine tam anlamıyla oturması gerekmektedir. Ayrıca levhalara rüzgarın bulunduğu zamanlarda uçmaması için özellikle dikkat edilmesi gerekmektedir.(Resim 4.20)



**Resim 4. 20: Isı Yalıtım Levhaların Döşenmesi**

- Kum vb. malzemeler için su ve levha derzlerinden kurtulup aşağıya inmemesi için levhalar üstüne filtre tabakası serilir.(Resim 4.21)



**Resim 4. 21: Filtre Tabakasının Uygulanmış Olduğu Teras**

- Gezilmeyen teras çatılarının üstüne en az 5 cm kalınlığı olan çakıl dökülür ve bırakılır. Gezilebilen teras çatılarında ise bu durum biraz farklıdır. Gezilebilen çatı teraslarda serilmiş olan filtre tabakasının üstüne ince şekilde çakıl serilmektedir. Karoları harç kullanmadan direk olarak bu çakılların üstüne harç kullanmadan yerleştirilir ve tamamlanır ya da filtre tabakasını ve çakılları kullanmadan karolar plastik takozların yardımıyla ısı yalıtım levhasının üstüne yerleştirilerek uygulanır. Bu ayrıntılardan her ikisi de bakım açısından kolay bir şekilde demonte olabilecek çözümler sunar.
- 2-3 cm kalınlığında olan ince çakılların ve keçelerin üstüne karolar harç yardımıyla sabitlenebildiği gibi mozaik ya da şap gibi kaplama yapmakla da bu olay mümkündür. Fakat kaplama tabakası seçilirken buhar hareketleri için olanak vermemesi gerekmektedir.

Bahçe teras çatılarının uygulamaları yürünmeyen teras çatıları ile aynı özellikleri göstermektedir. Çakılların üstüne 1 kat filtre serildikten sonra filtrenin de üzerine bitkilerin toprağı serilir ve uygulama tamamlanmış olur. Kullanılmış olan su yalıtım membranının bitkilerin kökleri için ekstra dayanıklı olması gerekir ya da normal membran için üstüne



bakır folyo ya da bakır folyo gibi koruyucu özelliklere sahip bir tabaka yerleştirilip sonra diğer katmanlar uygulanır.

Resim 4.22 ' de bahçe teras uygulamasına ait bir örnek gösterilmiştir.



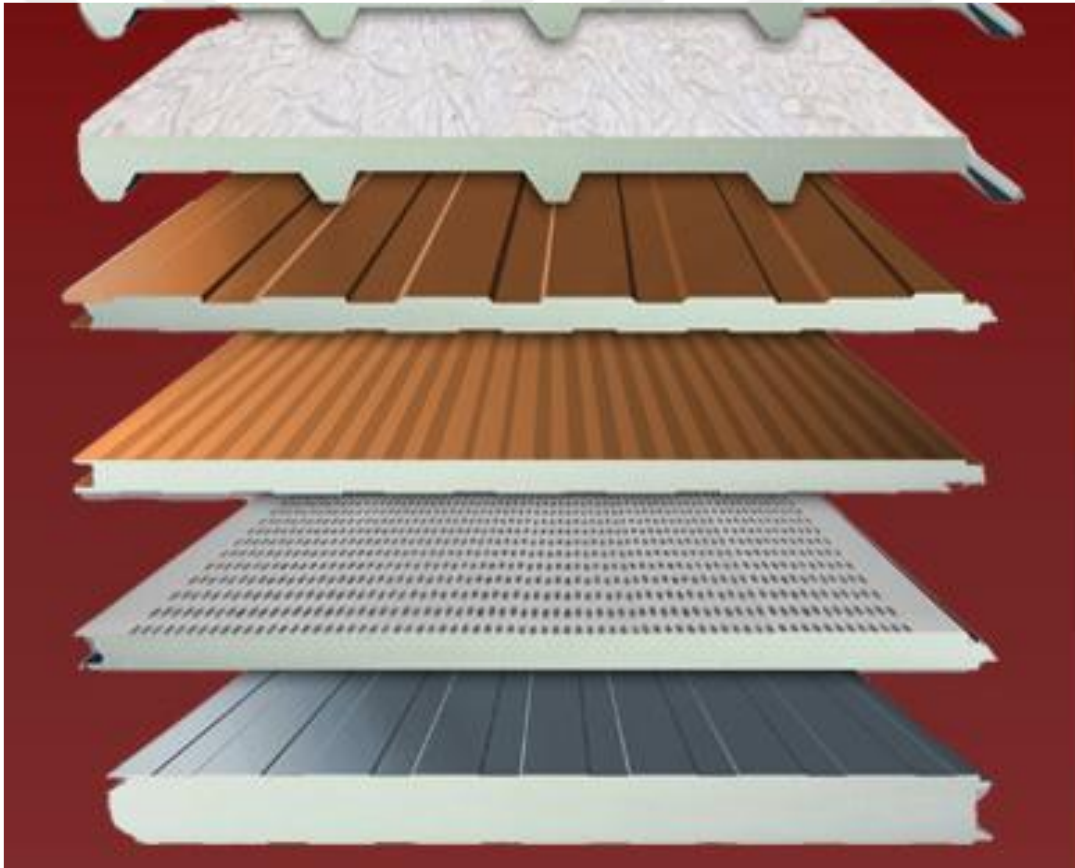
**Resim 4. 22: Bahçe Teras**

- Gezilen ters teras çatı uygulamalarında betonarme döşemeden başlayıp yüzey kaplamasına varıncaya kadar bütün katmanların aynısı gezilmeyen teras çatılardaki gibi uygulanmaktadır. Betonarme olan döşemelerin üstüne meyil şapı dökülür ve bitüm emilsiyon astar kullanılır. Su yalıtım örtüsü iki kat olarak bitümlü su yalıtım örtüsü yüzeye yapıştırılır ve daha sonra yalıtım levhaları serbest şekilde yazılır. Uygulamanın yapılması aşamasında eğim betonu için %2 gibi hissettirmeyecek bir eğim miktarında yapmaya özen göstermelidir. Bu arada birinci kat su yalıtım örtüsünün parapetlere kadar yükseltilmesi gerekmekte ve son katın örtü ise bütün nişi kaplaması gerekmektedir. Bakım ve onarım gerekmesi durumunda döşemede kaplama kolay şekilde sistemin zarar görmeden sökülebilmesi için döşemede kaplama olarak plastik takozlara oturmuş olan prekast beton karolar filtre elemanlarının üstüne konmalıdır.

- Otopark teras çatı uygulamalarda yürünmeyen teras çatılarda olan uygulamayla aynıdır. Yük taşıma göz önüne alacak olursak eğim betonu için hafif agregaya yerine normal agregaya ve donatılı demir betonun uygulanması daha iyi olacaktır. Tercihe göre kaplama yapılır yada tesviye edilir ve bırakılır.
- Kullanılması düşünülen süzgeçlerin özellikleri tüm katmanlardaki suyu alacak durumda, adet ve kapasiteleri de suyu tahliyesini hızlı şekilde sağlayabilir olmalıdır.

### 4.3.3 Çelik Çatılarda Isı Yalıtımı

Kullanılan amaçlara göre farklı özelliklere sahip olan çelik çatılarda tercih edilen ısı yalıtım levhalarına sandviç paneller olarak da isimlendirilir.



**Resim 4. 23:Sandviç Paneller**

Resim 4.23’de gösterildiği gibi genelde sandviç paneller dış metal levha, iç metal levhalardan ve yalıtım çekirdeğinden meydana gelir. Sandviç paneller genel olarak fabrikalarda, sanayi yapılarında, askeri yapılarında, sosyal yapılarında, zirai yapılarında, spor tesislerinde, şantiyelerin binalarında, silolarda, hipermarketlerde, alışveriş merkezlerinde soğuk hava depolarında, hal binaları gibi taşıyıcı sistemin çelik ya da prefabrike olan büyük boyutlara sahip olan binaların çatılarında ve duvarlarında kullanılmaktadır [21].

Sandviç panellerin avantajlarından bahsedecek olursak Őu Şekilde sıralayabiliriz;

- Suya, sese ve yangına karşı dayanıma sahip olan tipleri mevcuttur.
- BaŐka yapı malzemeleriyle beraber kullanmaya uygun olmasından dolayı tasarımda kolaylık sağlamaktadır.
- Uzun ömüre sahiptirler.
- Fabrikasyon olan sandviç panellerindeki montaj yapma süreleri yerinde imal edilmiş sandviç sistemlerle kıyaslandığında çok daha fazla hızlıdır.
- Çevre dostudurlar zarar vermezler, bakteri üretimi sağlamazlar ve bakterileri barındırmazlar.
- Hafif oldukları için taşıyıcı sistemlerde ve aynı zamanda temelin maliyetlerinde de ekonomiklik sağlar [20].



## 5. SEÇİLMİŞ OLAN KONUT PROJESİNİN ISI YALITIM ÇÖZÜMLERİ

### 5.1 HESAP METODU

#### 5.1.1 Dış Duvarların Isı Kazanç ve Kaybı

Binalar için genelde ısıların kayıp ve kazançları pencere, tavanlar ve döşemelerden havanın infiltrasyonundan dolayı meydana gelmektedir. Dış duvar için birim yüzeyde oluşacak olan ısı kazancını ve ısı kaybını aşağıda gösterildiği gibidir.

$$q = U \cdot \Delta T$$

Bu denklemde U toplamdaki ısı transfer katsayısını,  $\Delta T$  ifadesi ise gün süresince değişiklik gösteren dış ortamın sıcaklığı ile sabit olan iç ortamdaki sıcaklığın farkını göstermektedir.

$$q_A = 86400 \cdot DG \cdot U$$

Duvarın toplamdaki ısı transfer katsayısı ise şu şekilde gösterilmektedir.

$$U = \frac{1}{R_i + R_{wi} + R_y + R_{oi}}$$

Burada bulunan  $R_i$  ve  $R_o$  iç ortamda ve dış ortamdaki ısı dirençlerini gösterir.  $R_w$  ise yalıtımı bulunmayan ısı direncini gösterir.  $R_y$  yalıtım için kullanılan malzeminin ısı direnci olarak yazılmaktadır.

$$R_y = \frac{x}{k}$$

Yukarıdaki formülde x yalıtım malzemesindeki kalınlığını, k ise ısı iletkenliğini göstermektedir.  $R_{wt}$  ise yalıtım malzemesinden hariç olan duvarların toplam ısı dirençleri olmak üzere toplamdaki ısı transfer katsayısı şöyledir [22].

$$U = \frac{1}{R_{wt} + \frac{x}{k}}$$

#### 5.1.2 Tek Bölge İçin Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesabı

$$Q_{yıl} = \sum Q_{ay}$$

$$Q_{ay} = [H(T_{i,ay} - T_{d,ay}) - n_{ay}(\phi_{i,ay} + \phi_{g,ay})] \cdot t$$

$Q_{ay}$  için kullanılan formülde köşeli parantez içerisinde ifadede pozitif aylar toplanmalıdır.

Negatif olan aylar ise dikkate alınmamalıdır.

$Q_{yıl}$  : Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacıdır. Birimi Jouledir.

$Q_{ay}$  : Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacıdır. Birimi Jouledir.

H : Binanın özgül ısı kaybıdır. Birimi W/K'dir.

$T_{i,ay}$  : Aylık iç ortalama sıcaklıktır. Birimi °C'dir.

$T_{d,ay}$ : Aylık dış ortalama sıcaklıktır. Birimi °C'dir.

$\eta_{ay}$  : Kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörüdür. Birimi yoktur.

$\phi_{i,ay}$  : Aylık ortalama iç kazançlardır. Birimi ise W'dır.

$\phi_{g,ay}$  : Aylık ortalama güneş kazancıdır. Birimi ise W'dır.

$t$  : Zaman.(saniye cinsinden ay=86400x30) Birimi s'dir.

Hesaplamaların sıralamaları şu şekilde yapılmalıdır.

- Isıtılacak olan ortamın sınırları ve gerekirse sıcaklığı farklı olan ortamların ve ısıtılmayacak olan ortamların sınırları belirlenir.
- Tek bölgeyi olan binalarda binaların özgül ısı kayıpları (H) hesaplanmalıdır.
- $T_{i,ay}$  normal konutlarda 19°C olarak alınmalıdır.
- $T_{d,ay}$  TSE'nin eklerinden alınmalıdır
- Aylık iletimden kaynaklanan ısı kaybı ve havalandırma dan dolayı kaynaklanan ısı kaybı ise “[H(T<sub>i,ay</sub>-T<sub>d,ay</sub>)]” formülünden yararlanılarak hesaplanılır.
- $\phi_{i,ay}$  hesaplanmalıdır.
- $\phi_{g,ay}$  hesaplanmalı ve ardından I<sub>i,ay</sub> değeri TSE'nin eklerinden alınmalıdır.
- Aylık ortalama dış sıcaklıkları değerlerinden yararlanılarak aylık kazanç/kayıp oranı (KKO) ve ısı kazancı yararlanma faktörü ( $\eta_{ay}$ ) hesaplanmalıdır.
- “[ $\eta_{ay} (\phi_{i,ay} + \phi_{g,ay})$ ]”formülünden yola çıkarak faydalı kazançlar ‘W’ cinsinden hesabı yapılmalıdır.
- Qay yukarıdaki verilmiş olan  $Q_{ay} = [H(T_{i,ay}-T_{d,ay}) - \eta_{ay}(\phi_{i,ay} + \phi_{g,ay})] \cdot t$  formülünden yararlanılarak hesaplanmalıdır.
- Q<sub>yıl</sub> yukarıda verilen  $Q_{yıl} = \sum Q_{ay}$  formülü aracılığıyla hesaplanmalıdır.

### 5.1.3 Binanın Özgül Isı Kaybının Hesabı

H : Binalardaki özgül ısı kaybıdır.

H<sub>i</sub> : İletim yoluyla gerçekleşmiş olan ısı kaybı

H<sub>h</sub> : Havalandırmadan dolayı gerçekleşmiş olan ısı kaybı

$$H = H_i + H_h$$

### 5.1.4 İletim Yoluyla Gerçekleşen Isı Kaybının Hesabı

$$H_i = \sum AU + IU_1$$

$$\sum AU = U_D A_D + U_p \cdot A_p + 0.8 U_T \cdot A_T + 0.5 U_t A_t + U_d A_d + 0.5 U_{dsic} A_{dsic}$$

$U_D$  : Dış duvarlardaki ısı geçirgenlik katsayıdır. Birimi ise W/m<sup>2</sup>K'dir.

$U_P$  : Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısıdır. Birimi ise  $W/m^2K$ 'dir.

$U_T$  : Tavanın ısı geçirgenlik katsayısıdır. Birimi ise  $W/m^2K$ 'dir.

$U_t$  : Zemine oturan tabanın /döşemenin ısı geçirgenlik katsayısıdır. Birimi ise  $W/m^2K$ 'dir.

$U_d$  : Dış havayla temas eden tabanın ısı geçirgenlik katsayısını gösterir. Birimi ise  $W/m^2K$ 'dir.

$U_{dsic}$  : Düşük sıcaklıkta iç ortamda temasla bulunan eden yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayısıdır. Birimi ise  $W/m^2K$ 'dir.

$A_D$  : Dış duvarın alanını göstermektedir. Birimi ise  $m^2$ 'dir.

$A_P$  : Pencere alanını göstermektedir. Birimi ise  $m^2$ 'dir.

$A_T$  : Tavan alanını gösterir. Birimi ise  $m^2$ 'dir.

$A_t$  : Zeminde oturan tabanın döşeme alanıdır. Birimi  $m^2$ 'dir.

$A_d$  : Dış havayla temasla bulunan tabanın döşemesinin alanıdır. Birimi  $m^2$ 'dir.

$A_{dsic}$  : Düşük sıcaklıkta iç ortam ile temasta bulunan yapı elemanlarının alanını gösterir. Birimi  $m^2$ 'dir.

### 5.1.5 Havalandırma Yoluyla Gerçekleşen Isı Kaybının Hesabı

$$H_h = \rho \cdot c \cdot V_i = \rho \cdot c \cdot n_h \cdot V_h = 0.33 \cdot n_h \cdot V_h$$

$\rho$  : Havadaki birim hacim kütleini gösterir. Birimi  $kg/m^3$  olarak kullanılır.

$c$  : Havanın özgül ısısını gösterir. Birimi  $J/kgK$  olarak kullanılır.

$V^1$  : Hacimsel hava değişim debisini gösterir. Birimi  $m^3/h$ 'dir.

$n_h$  : Hava değişim sayısıdır. Birimi  $h^{-1}$  olarak gösterilir.

$V_h$  : Havalandırılan hacimdir. ( $V_h=0,8xV_{bürüt}$ ) Birimi  $m^3$ 'tür.

“ $\rho$ ” ve “ $c$ ” basınç ve sıcaklıktan dolayı çok az olsa da etkilenir. Ancak aşağıdaki verecek olduğumuz formülde ise bu durumu ihmal etmiş olduğumuzu göreceksiniz. Kabul edilen değerler  $20\text{ }^\circ\text{C}$  ve  $100\text{ kPa}$  içindir. Giren ve çıkan hava arasındaki entalpinin artışını ihmal edilmiştir. 0,33 katsayısı hesabı için kullanılmış olan eşitlik şöyledir.

$$0,33 = (\rho \cdot c / 3600) = (1,184 \cdot 1006 / 3600) = 0,33 \text{ Jh/m}^3\text{Ks} = \text{Wh/m}^3\text{K}$$

Doğal havalandırmanın yapılmış olduğu binalar için “ $n_h$ ” değeri uygunluk belgesi olan pencere sistemleri için  $n_h=1.0\text{ h}^{-1}$  değeri, diğer pencerelerin sistemleri için  $n_h=2.0\text{ h}^{-1}$  olarak alınır.

Mekanik havalandırmanın yapılmış olduğu binalarda ise  $V^1 = V_f + V_x$  formülü kullanılır.

$V^1$  : Toplam hacimsel hava debisinin miktarıdır. Birimi ise  $m^3/h$ 'dir.

$V_f$  : Sistemde bulunan vantilatörlerin ortalama hacimsel hava değişim debisini gösterir. Birimi ise  $m^3/h$ 'tır.

$V_x$  : Rüzgarın etkisinden dolayı oluşmuş olan ilave hacimsel hava debisini gösterir. Birimi ise  $m^3/h$ 'dir.

### 5.1.6 Aylık Ortalama İç Kazançlar ( $\phi_{i,ay}$ )

Konutlar, okullar, büro binaları v.b. normal donanımlı olan konutlarda ( $\phi_{i,ay}$ )  $\leq 5 \times An$  formülü kullanılır. Birimi ise  $W$ 'dir.

Yemek fabrikalarında ve normalin üzerinde elektrikli cihaz bulunduran konutlarda ise  $\phi_{i,ay} \leq 10 \times An$  formülü kullanılır. Birimi ise  $W$ 'dir.

### 5.1.7 Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Kazançları ( $\phi_{g,ay}$ )

$$\phi_{g,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$$

$r_{i,ay}$  : 'i' yönündeki saydam yüzeyler için aylık ortalama gölgelenme faktörüdür.

$g_{i,ay}$  : 'i' yönünde bulunan saydam elemanların güneş enerjisini geçirme faktörüdür.

$I_{i,ay}$  : 'i' yönünde bulunan dik yüzeyler için gelen aylık güneş ışınımının şiddetidir. ( $W/m^2$ )

$A_i$  : 'i' yönünde bulunan toplam pencere alanı gösterir. ( $m^2$ )

$I_{i,ay}$  değerleri ise TS 825 eklerinden bakılır.

$r_{i,ay}$  değerleri için aşağıdaki durumlar göz önünde bulundurulmalıdır.

Ayrık olan yani müstakil konutlar için ve az kat bulunan (3 kattan az) binalarda bulunduğu yerleşim bölgeleri için  $r_{i,ay}$  değeri 0,8 alınır.

Ağaçlardan dolayı gölgelenme oluşuyorsa  $r_{i,ay}$  değeri 0,6 olarak alınır.

Bitişik nizam olan yada çok kata sahip olan binalarda ise  $r_{i,ay}$  değeri 0,5 olarak alınır.

$g_{i,ay}$  değeri ise her zaman sabit olarak 0,8  $g_{\perp}$  alınır.

$g_{\perp}$  : Laboratuvar ortamında ölçülmüş olan ve yüzeye dik gelen ışının güneş enerjisini geçirme faktörüdür.

Tek cam kullanılan konutlar için  $g_{\perp}$  değeri 0,85 olarak alınır.

Çok katlı cam kullanılan konutlar için  $g_{\perp}$  değeri 0,75 olarak alınır.

Isıl geçirgenlik değerinin  $\leq 2,0 W/m^2K$  olan ısı yalıtımı üniteleri için  $g_{\perp}$  değeri 0,50 olarak alınır.

### 5.1.8 Kazanç Kullanım Faktörü ( $\eta$ )

Aylık ortalama olan kazanç kullanım faktörü şöyle hesaplanır.

$$\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$$

Burada  $KKO_{ay}$  , Kazan / Kayıp oranıdır. Ve şu şekilde hesaplanır.

$$KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{g,ay}) / H(T_{i,ay} - T_{d,ay})$$

$T_{i,ay}$  : Aylık ortalama iç sıcaklığı gösterir. Normal konutlar için  $19^{\circ}\text{C}$  olarak seçilir. (Diğer binalar için TS 2164)

$T_{d,ay}$  : Aylık olan ortalama dış sıcaklığı gösterir. (TS 825 eklerinden bakılır.)

$\varphi_{i,ay}$  : Aylık iç kazançları gösterir. Birimi W'dır. (TS 825 eklerinden bakılır.)

$\varphi_{g,ay}$  : Aylık ortalama güneş enerjisini gösterir. Birimi W'dır. (TS 825 eklerinden bakılır.)

$\text{KKO}_{ay}$  oranı 2,5 ve üzerinde olduğu zaman o ay için ısı kaybının olmadığı kabul edilir.

## HESAP YAPILACAK OLAN BİNANIN ÖZELLİKLERİ

Isı yalıtımını yapacak olduğumuz binamız Antalya ilinde bulunmaktadır. Yapacak olduğumuz hesaplamalar ile binamızın enerji analizlerini rahat şekilde yapabilecek ve aralarındaki farkı çok net bir şekilde görebileceğiz. Binamızın ihtiyacı olan enerjiyi hesaplayabilmek için gerekli olan veriler aşağıdaki Tablo 5.1'de verilmiştir. Bu verileri kullanarak binamızın ısı yalıtımının yapıldığı zamanki ve ısı yalıtımının yapılmadığı zamanki ihtiyaç duyduğu enerjileri hesaplayabileceğiz.

GEREKLİ DETAYLAR	
NET DUVAR ALANI	314,34 m <sup>2</sup>
KOLON KİRİŞ TOPLAMI	118,98 m <sup>2</sup>
PENCERE TOPLAMI	105,18 m <sup>2</sup>
DÖŞEME TABAN ALANI	176,00 m <sup>2</sup>
KAPI ALANI	3,30 m <sup>2</sup>
BİNANIN TOPLAM HACİMİ	1584 m <sup>3</sup>
NET KULLANIM ALANI	506,88 m <sup>2</sup>

**Tablo 5. 1: Binaya Ait Özellikler**

Binanın özelliklerinin yanı sıra binanın bulunduğu il hakkında da bazı bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bilgiler de aşağıdaki Tablo 5.2, Tablo 5.3 ve Tablo 5.4'de verilmiştir. Bu bilgilere dayanarak Antalya ili için şunları söyleyebiliriz. Antalya ili ülkemizde 1. Derece gün bölgesinde yer almaktadır. İşlemlerimizde bunları göz önünde bulundurmaya unutmamalıyız [21].



Derece Gün	İLLER			
1.BÖLGE	ADANA	AYDIN	İÇEL	OSMANİYE
	ANTALYA	HATAY	İZMİR	
	<b>İli 2. Bölgede olup kendisi 1.bölgede olan belediyeler</b>			
	AYVALIK	DALAMAN	FETHİYE	MARMARİS
	BODRUM	DATÇA	KÖYCEĞİZ	MİLAS
	GÖKOVA			
2. BÖLGE	ADAPAZARI	ADIYAMAN	AMASYA	BALIKESİR
	BARTIN	BATMAN	BURSA	ÇANAKKALE
	DENİZLİ	GAZİANTEP	EDİRNE	GİRESUN
	İSTANBUL	K.MARAŞ	KİLİS	KOCAELİ
	RİZE	SAMSUN	SIİRT	SİNOP
	ŞANLIURFA	ŞIRNAK	TEKİRDAĞ	TRABZON
	YALOVA	ZONGULDAK	DÜZCE	
	<b>İli 3. Bölgede olup kendisi 2.bölgede olan belediyeler</b>			
HOPA	ARHAVİ			
3.BÖLGE	AFYON	AKSARAY	ANKARA	BİLECİK
	BİNGÖL	BOLU	BURDUR	ÇANKIRI
	ÇORUM	ELAZIĞ	ESKİŞEHİR	İĞDIR
	ISPARTA	KARABÜK	KARAMAN	KIRIKKALE
	KIRKLARELİ	KIRŞEHİR	KONYA	KÜTAHYA
	MALATYA	NEVŞEHİR	NİĞDE	TOKAT
	TUNCELİ	UŞAK		
	<b>İli 4. Bölgede olup kendisi 3.bölgede olan belediyeler</b>			
TOSYA				
4.BÖLGE	AĞRI	ARDAHAN	BAYBURT	BİTLİS
	ERZİNCAN	ERZURUM	GÜMÜŞHANE	HAKKARİ
	KARS	KASTAMONU	KAYSERİ	MUŞ
	SİVAS	VAN	YOZGAT	
	<b>İli 2. Bölgede olup kendisi 4.bölgede olan belediyeler</b>			
	KELES	Ş.KARAHİSAR	ELBİSTAN	MESUDİYE
	ULUDAĞ	AFŞİN	GÖKSUN	
	<b>İli 3. Bölgede olup kendisi 4.bölgede olan belediyeler</b>			
KIĞI	PÜLÜMÜR	SOLHAN		

Tablo 5. 2:İllere Göre Gün Bölgeleri

Aylar	1. Bölge	2. Bölge	3. Bölge	4. Bölge
Ocak	8,0	3,3	1,3	-5,2
Şubat	9,3	4,5	2,0	-4,1
Mart	11,5	7,2	5,0	-1,3
Nisan	15,7	12,6	9,8	5,1
Mayıs	20,6	17,8	14,1	10,1
Haziran	25,4	21,9	18,1	13,5
Temmuz	28,0	24,4	21,1	17,2
Ağustos	27,2	23,8	20,6	17,2
Eylül	23,3	19,6	16,5	13,2
Ekim	18,1	14,1	11,3	6,9
Kasım	13,3	9,1	6,5	1,3
Aralık	9,4	4,9	2,6	-3,0

**Tablo 5. 3 : TS 825'e Göre Bölgelerin Aylık Ortalama Dış Sıcaklık Değerleri**

Yön	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Güney	72	84	95	83	92	95	93	93	89	82	67	64
Kuzey	26	37	52	66	79	83	81	73	57	40	27	22
Doğu Batı	43	57	77	90	114	122	118	106	81	59	41	37

**Tablo 5. 4: TS 825'e Göre Bütün Bölgelerin Aylık Güneş Işımını Şiddet Değerleri**

## 5.2 Projenin Yalıtım Yapılmadan Yıllık Enerji İhtiyacının Hesaplanması

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı	Isıl	Isıl	Isıl	Isı	Isı
		Elemanımın Kalınlığı	İletkenlik Hesap Değeri	İletkenlik Direnci	Geçirgenlik Katsayısı	Kaybedilen Yüzey	Kayıbı
		d	$\lambda_h$	R	U	A	A x U
		(m)	(W/mK)	(m <sup>2</sup> K/W)	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>	W/K
<b>DH-1-Duvar( Dış Hava Temaslı )</b>							
1/ a <sub>i</sub>	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	1,0	0,03			
7.1.4.2.1	TS EN 998-2 ye uygun ve yoğunluğu ≤ 1000 harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0,25	0,19	1,32			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	1,0	0,03			
1/ a <sub>d</sub>	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04			
<b>TOPLAM</b>				<b>1,55</b>	<b>0,647</b>	<b>314,14</b>	<b>203,25</b>
<b>DH-2-Duvar( Dış Hava Temaslı )</b>							
1/ a <sub>i</sub>	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	1,0	0,03			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,25	2,5	0,1			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	1,0	0,03			
1/ a <sub>d</sub>	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04			
<b>TOPLAM</b>				<b>0,33</b>	<b>3,03</b>	<b>118,98</b>	<b>360,51</b>
<b>CC-1-Tavan( Uzeri Çatılı )</b>							
1/ a <sub>i</sub>	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	1,0	0,02			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,15	2,5	0,06			
4.6	Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,04			
2.2	Kil, alüvyon	0,03	1,5	0,02			
1/ a <sub>d</sub>	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,08			
<b>TOPLAM</b>				<b>0,35</b>	<b>0,8x2,893</b>	<b>241</b>	<b>557,77</b>
<b>TO-1-Taban( Isıtılmayan İç Ortamla Bitişik )</b>							
1/ a <sub>i</sub>	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,17			
8.1.2	Kayın, meşe, dişbudak	0,008	0,20	0,04			
4.6	Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,04			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,12	2,5	0,05			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	1,0	0,03			
1/ a <sub>d</sub>	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,17			
<b>TOPLAM</b>				<b>0,5</b>	<b>0,5x2,025</b>	<b>176</b>	<b>178,2</b>
<b>PENCERE 1</b>					<b>2,4</b>	<b>105,18</b>	<b>252,43</b>
<b>KAPI 1</b>					<b>3,5</b>	<b>3,6</b>	<b>12,6</b>

Tablo 5. 5 : Yalıtımsız Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı

İletim Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, $H_i$	= 1564,76	W/K
Havalandırma Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, $H_v$	= 334,54	W/K
Binanın Toplam Isı Kaybı, $H = H_i + H_v$	= 1899,3	W/K

Aylar	Isı Kaybı			Isı Kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H=H_i+H_v$	$T_i - T_d$	$H(T_i - T_d)$	$\Phi_i$	$\Phi_g$	$\Phi_T=\Phi_i+\Phi_g$			
	(W/K)	(K, °C)	(W)	(W)	W	(W)			
Ocak	1899	10,6	20.133	2.534	2.485	5.019	0,25	0,982	39.409.442
Şubat	1899	10	18.993	2.534	3.207	5.741	0,30	0,963	34.893.549
Mart	1899	7,4	14.055	2.534	4.058	6.593	0,47	0,881	21.368.975
Nisan	1899	3,2	6.078	2.534	4.703	7.237	1,19	0,568	5.094.625
Mayıs	1899	Td yüksek	(-)	2.534	5.613	8.148	(-)	(-)	
Haziran	1899	Td yüksek	(-)	2.534	5.938	8.472	(-)	(-)	
Temmuz	1899	Td yüksek	(-)	2.534	5.770	8.304	(-)	(-)	
Ağustos	1899	Td yüksek	(-)	2.534	5.298	7.833	(-)	(-)	
Eylül	1899	Td yüksek	(-)	2.534	4.282	6.817	(-)	(-)	
Ekim	1899	0,5	950	2.534	3.293	5.827	6,14	(-)	
Kasım	1899	6	11.396	2.534	2.391	4.925	0,43	0,901	18.033.909
Aralık	1899	9,7	18.423	2.534	2.155	4.690	0,25	0,98	35.836.555

**Tablo 5. 6: Yalıtımsız Binanın Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı**

$$\text{Toplam } Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay} = 154.637.055 \text{ kJ}$$

$$Q_{yıl} = 0,278 \times 1/1000 \times 154.637.055 = 42.989 \text{ kWh}$$

$$\text{Bu bina için sınırlandırılan enerji ihtiyacı } Q' = 11,94 \text{ kWh / m}^3$$

$$\text{Bu bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı } Q = 27,14 \text{ kWh / m}^3$$

$Q > Q'$  olduğundan bu bina için yapılmış olan ısı yalıtım projesi TS 825 standardına uygun değildir!

## Yapı Elemanındaki Yoğuşma ve Buharlaşma Miktarı Çizelgesi

### Duvar( Dış Hava Temaslı ) DH - 1

İç Sıcaklık - $\theta_{\tau}(\text{°C}) =$	20	İç Bağıl Nem - $\varphi_{\tau}(\%) =$	0
Aylar	$\theta_d(\text{°C})$	$\varphi_d(\%)$	
Eylül	23,5	62	
Ekim	18,5	60	
Kasım	13,0	66	
Aralık	9,3	68	
Ocak	8,4	65	
Şubat	9,0	64	
Mart	11,6	67	
Nisan	15,8	70	
Mayıs	21,2	67	
Haziran	26,3	60	
Temmuz	28,7	58	
Ağustos	27,6	61	

**Tablo 5. 7: Dış Hava Temaslı Duvarlarda Yoğuşma ve Buharlaşma Miktarı Çizelgesi (Yalıtımsız)**

Yapı elemanında TS 825'e göre yoğuşma oluşmamıştır.

İç yüzey ile İç ortam arasındaki sıcaklık farkı 3 dereceden az olduğu için Standarta uygundur.

## Yapı Elemanındaki Yoğuşma ve Buharlaşma Miktarı Çizelgesi

### Duvar( Dış Hava Temaslı ) DH - 2

İç Sıcaklık - $\theta_t(^{\circ}\text{C}) =$ 20	İç Bağıl Nem - $\varphi_t(\%) = 0$
---	------------------------------------

Aylar	$\theta_d(^{\circ}\text{C})$	$\varphi_d(\%)$
Eylül	23,5	62
Ekim	18,5	60
Kasım	13,0	66
Aralık	9,3	68
Ocak	8,4	65
Şubat	9,0	64
Mart	11,6	67
Nisan	15,8	70
Mayıs	21,2	67
Haziran	26,3	60
Temmuz	28,7	58
Ağustos	27,6	61

**Tablo 5. 8: Kolon Ve Kirişlerde Yoğuşma ve Buharlaşma Miktarı Çizelgesi  
(Yalıtımsız)**

Yapı elemanında TS 825'e göre yoğuşma oluşmamıştır.

İç yüzey ile İç ortam arasındaki sıcaklık farkı 3 dereceden fazla olduğu için Standarta uygun değildir

## Yapı Elemanındaki Yoğuşma ve Buharlaşma Miktarı Çizelgesi

### Tavan( Üzeri Çatılı ) CC - 1

İç Sıcaklık - $\theta_{\tau}(\text{°C}) =$	20	İç Bağıl Nem - $\varphi_{\tau}(\%) =$	0
--	----	---------------------------------------	---

Aylar	$\theta_d(\text{°C})$	$\varphi_d(\%)$
Eylül	23,5	62
Ekim	18,5	60
Kasım	13,0	66
Aralık	9,3	68
Ocak	8,4	65
Şubat	9,0	64
Mart	11,6	67
Nisan	15,8	70
Mayıs	21,2	67
Haziran	26,3	60
Temmuz	28,7	58
Ağustos	27,6	61

**Tablo 5. 9: Tavan (Çatı) Yoğuşma ve Buharlaşma Miktarı Çizelgesi  
(Yalıtımsız)**

**Yapı elemanında bir bileşende yoğuşma şartları oluşmuştur**

**İç yüzey ile İç ortam arasındaki sıcaklık farkı 3 dereceden fazla olduğu için Standartta uygun değildir.**

### 5.3 Projenin Yalıtım Yapıldıktan Sonra Yıllık Enerji İhtiyacının Hesaplanması

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı Elemanının Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
		d (m)	$\lambda_h$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	U W/m <sup>2</sup> K	A m <sup>2</sup>	A x U W/K
<b>DH-1-Duvar( Dış Hava Temaslı )</b>							
1/ai	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	1,0	0,03			
7.1.4.2.1	TS EN 998-2 ye uygun ve yoğunluğu $\leq 1000$ harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0,25	0,19	1,32			
10.3.3.1.1	Poliüretan sert köpük - TS 2193, TS 10981, TS EN 13165 e uygun; yoğunluk $\geq 30$ ; ısı iletkenlik grubu 025	0,05	0,025	2			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	1,0	0,03			
1/ad	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04			
<b>TOPLAM</b>				<b>3,55</b>	<b>0,282</b>	<b>314,14</b>	<b>88,59</b>
<b>DH-2-Duvar( Dış Hava Temaslı )</b>							
1/ai	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	1,0	0,03			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya micir	0,25	2,5	0,1			
10.3.3.1.1	Poliüretan sert köpük - TS 2193, TS 10981, TS EN 13165 e uygun; yoğunluk $\geq 30$ ; ısı iletkenlik grubu 025	0,05	0,025	2			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	1,0	0,03			
1/ad	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04			
<b>TOPLAM</b>				<b>2,33</b>	<b>0,429</b>	<b>118,98</b>	<b>51,04</b>



CC-1-Tavan( Uzeri Çatılı )							
1/ai	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	1,0	0,02			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal	0,15	2,5	0,06			
4.6	Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,04			
10.3.3.1.1	Poliüretan sert köpük - TS 2193, TS 10981, TS EN 13165 e uygun; yoğunluk $\geq 30$ ; ısı iletkenlik grubu 025	0,05	0,025	2			
9.2.1	Mastik asfalt kaplama $\geq 7$ mm	0,01	0,70	0,01			
2.2	Kil, alüvyon	0,03	1,5	0,02			
1/ad	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,08			
<b>TOPLAM</b>				<b>2,36</b>	<b>0,8x0,424</b>	<b>241</b>	<b>81,75</b>
TO-1-Taban( Isıtılmayan İç Ortamla Bitişik )							
1/ai	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,17			
8.1.2	Kayın, meşe, dişbudak	0,008	0,20	0,04			
4.6	Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,04			
10.3.3.1.1	Poliüretan sert köpük - TS 2193, TS 10981, TS EN 13165 e uygun; yoğunluk $\geq 30$ ; ısı iletkenlik grubu 025	0,05	0,025	2			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal	0,12	2,5	0,05			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	1,0	0,03			
1/ad	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,17			
<b>TOPLAM</b>				<b>2,5</b>	<b>0,5x0,401</b>	<b>176</b>	<b>35,29</b>
<b>PENCERE 1</b>					<b>2,4</b>	<b>105,18</b>	<b>252,432</b>
<b>KAPI 1</b>					<b>3,5</b>	<b>3,6</b>	<b>12,6</b>

**Tablo 5. 10: Yalıtımlı Binanın Özgül Isı Kaybı**

İletim Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, $H_i$	= 521,7	W/K
Havalandırma Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, $H_v$	= 334,54	W/K
Binanın Toplam Isı Kaybı, $H = H_i + H_v$	= 856,24	W/K

Aylar	Isı Kaybı			Isı Kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H=H_i + H_v$ (W/K)	$T_i - T_d$ (K, °C)	$H(T_i - T_d)$ (W)	$\Phi_t$ (W)	$\Phi_\gamma$ (W)	$\Phi_T = \Phi_t + \Phi_\gamma$ (W)			
Ocak	856	10,6	9.076	2.534	2.485	5.019	0,55	0,836	12.648.237
Şubat	856	10	8.562	2.534	3.207	5.741	0,67	0,775	10.661.888
Mart	856	7,4	6.336	2.534	4.058	6.593	1,04	0,618	5.871.007
Nisan	856	3,2	2.740	2.534	4.703	7.237	2,64	(-)	
Mayıs	856	Td yüksek	(-)	2.534	5.613	8.148	(-)	(-)	
Haziran	856	Td yüksek	(-)	2.534	5.938	8.472	(-)	(-)	
Temmuz	856	Td yüksek	(-)	2.534	5.770	8.304	(-)	(-)	
Ağustos	856	Td yüksek	(-)	2.534	5.298	7.833	(-)	(-)	
Eylül	856	Td yüksek	(-)	2.534	4.282	6.817	(-)	(-)	
Ekim	856	0,5	428	2.534	3.293	5.827	13,61	(-)	
Kasım	856	6	5.137	2.534	2.391	4.925	0,96	0,648	5.048.287
Aralık	856	9,7	8.306	2.534	2.155	4.690	0,56	0,83	11.440.665

**Tablo 5. 11: Yalıtımsız Binanın Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı**

$$\text{Toplam } Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay} = 45.670.084 \text{ kJ}$$

$$Q_{yıl} = 0,278 \times 1/1000 \times 45.670.084 = 12.696 \text{ kWh}$$

$$\text{Bu bina için sınırlandırılan enerji ihtiyacı } Q' = 11,94 \text{ kWh / m}^3$$

$$\text{Bu bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı } Q = 8,02 \text{ kWh / m}^3$$

$Q < Q'$  olduğundan bu bina için yapılmış olan ısı yalıtım projesi TS 825 standardına uygundur.

## Yapı Elemanındaki Yoğuşma ve Buharlaşma Miktarı Çizelgesi

### Duvar( Dış Hava Temashı ) DH - 1

İç Sıcaklık - $\theta_{\tau}(\text{°C}) = 20$	İç Bağıl Nem - $\varphi_{\tau}(\%) = 0$
---	---

Aylar	$\theta_d(\text{°C})$	$\varphi_d(\%)$
Eylül	23,5	62
Ekim	18,5	60
Kasım	13,0	66
Aralık	9,3	68
Ocak	8,4	65
Şubat	9,0	64
Mart	11,6	67
Nisan	15,8	70
Mayıs	21,2	67
Haziran	26,3	60
Temmuz	28,7	58
Ağustos	27,6	61

**Tablo 5. 12: Dış Hava Temashı Duvarlarda Yoğuşma ve Buharlaşma Çizelgesi (Yalıtımlı)**

Yapı elemanında TS 825'e göre yoğuşma oluşmamıştır.

İç yüzey ile İç ortam arasındaki sıcaklık farkı 3 dereceden az olduğu için Standarta uygundur.

## Yapı Elemanındaki Yoğuşma ve Buharlaşma Miktarı Çizelgesi

### Duvar( Dış Hava Temaslı ) DH - 2

İç Sıcaklık - $\theta_t(^{\circ}\text{C}) = 20$	İç Bağıl Nem - $\varphi_t(\%) = 0$
---	------------------------------------

Aylar	$\theta_d(^{\circ}\text{C})$	$\varphi_d(\%)$
Eylül	23,5	62
Ekim	18,5	60
Kasım	13,0	66
Aralık	9,3	68
Ocak	8,4	65
Şubat	9,0	64
Mart	11,6	67
Nisan	15,8	70
Mayıs	21,2	67
Haziran	26,3	60
Temmuz	28,7	58
Ağustos	27,6	61

Tablo 5. 13: Kolon ve Kirişlerde Yoğuşma Ve Buharlaşma Miktarı Çizelgesi (Yalıtımlı)

Yapı elemanında TS 825'e göre yoğuşma oluşmamıştır.

İç yüzey ile İç ortam arasındaki sıcaklık farkı 3 dereceden az olduğu için Standarta uygundur.

## Yapı Elemanındaki Yoğuşma ve Buharlaşma Miktarı Çizelgesi

### Tavan( Üzeri Çatılı ) CC - 1

İç Sıcaklık - $\theta_{\tau}(\text{°C}) =$	20	İç Bağıl Nem - $\varphi_{\tau}(\%) =$	0
--	----	---------------------------------------	---

Aylar	$\theta d(\text{°C})$	$\varphi d(\%)$
Eylül	23,5	62
Ekim	18,5	60
Kasım	13,0	66
Aralık	9,3	68
Ocak	8,4	65
Şubat	9,0	64
Mart	11,6	67
Nisan	15,8	70
Mayıs	21,2	67
Haziran	26,3	60
Temmuz	28,7	58
Ağustos	27,6	61

**Tablo 5. 14 : Tavan (Çatılı) Yoğuşma ve Buharlaşma Miktarı Çizelgesi  
(Yalıtımlı)**

Yapı elemanında TS 825'e göre yoğuşma oluşmamıştır.

İç yüzey ile İç ortam arasındaki sıcaklık farkı 3 dereceden az olduğu için Standarta uygundur

## SONUÇLAR

Yalıtımlı ve yalıtımsız olan binalar arasındaki enerji farkı oldukça yüksektir. Elde edilen sonuçları göz önüne alarak yalıtımlı ve yalıtımsız binaların maliyetlerini inceleyim.

	Müsaade Edilen Maksimum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	Hesaplanan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı
Atop = <b>958,9 m<sup>2</sup></b> Vbrut = <b>1584 m<sup>3</sup></b> A/V = <b>0,61 m<sup>-1</sup></b> An = <b>506,9 m<sup>2</sup></b>	$Q' = 11,94 \text{ kWh/m}^3$	$Q_{yıl} = 8,02 \text{ kWh/m}^3$
Birim hacim veya birim alan başına tüketilecek yakıt miktarı [kg. m <sup>3</sup> ] $860 \times Q_{yıl} / ( \text{Yakıtın Kalorifik Değeri} \times \text{Sistem Verimi} ) [\text{Kcal} / \text{kg.m}^3] = 1,37 [\text{kg.m}^3]$ =2170,08 kg kömür		

**Tablo 5. 15 : Yalıtımı Yapılmış Bina İçin Yıllık Yakıt İhtiyacı**

	Müsaade Edilen Maksimum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	Hesaplanan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı
Atop = <b>958,9 m<sup>2</sup></b> Vbrut = <b>1584 m<sup>3</sup></b> A/V = <b>0,61 m<sup>-1</sup></b> An = <b>506,9 m<sup>2</sup></b>	$Q' = 11,94 \text{ kWh/m}^3$	$Q_{yıl} = 27,14 \text{ kWh/m}^3$
Birim hacim veya birim alan başına tüketilecek yakıt miktarı [kg. m <sup>3</sup> ] $860 \times Q_{yıl} / ( \text{Yakıtın Kalorifik Değeri} \times \text{Sistem Verimi} ) [\text{Kcal} / \text{kg.m}^3] = 4,63 [\text{kg.m}^3]$ =7333,92 kg kömür		

**Tablo 5. 16 :Yalıtımı Yapılmamış Bina İçin Yıllık Yakıt İhtiyacı**

	Tüketilecek Yakıt Miktarı	Yakıt Fiyatı
<b>Yalıtımlı Bina</b>	<b>2170 kg</b>	<b>1540 TL</b>
<b>Yalıtımsız Bina</b>	<b>7334 kg</b>	<b>5200 TL</b>
<b>Aradaki Fark</b>	<b>5164 kg</b>	<b>3660 TL</b>

**Tablo 5. 17 : Yalıtımı Yapılmış Yalıtımı Yapılmamış Bina Arasındaki Farkı**

Yukarıdaki bulmuş olduğumuz yalıtımlı ve yalıtımsız binanın yakıt tüketimidir. Buradan yola çıkarak yıllık olarak iki bina arasındaki farkın 5164 kg yani 3660 TL olduğunu görmekteyiz.

Yalıtım uygulamasının maliyeti aşağıda Tablo 5.18 ve Tablo 5.19 gösterilmiştir.

<b>NET DUVAR ALANI =314,34 m<sup>2</sup></b>		
<b>Yalıtım Levhası = 5cm EPS</b>		
<b>MALZEME</b>	<b>MİKTAR</b>	<b>FİYAT</b>
5 cm EPS	63 Paket	3465 TL
Yapıştırma Harcı	1413 kg (57 torba)	570 TL
Sıva Harcı	1570 kg (63 torba)	630 TL
Dekoratif Mineral Sıva	942 kg (38 torba)	532 TL
Sıva Filesi	345,4 m <sup>2</sup> (7 top)	385 TL
Plastik Dübel	1884 adet	302 TL
Fileli Köşe Profili	78,5 m (31,4 boy)	56 TL
<b>Toplam= 5940 TL</b>		

**Tablo 5. 18 : EPS İçin Gereken Malzemeler ve Maliyetleri**

<b>NET DUVAR ALANI =314,34 m<sup>2</sup></b>		
<b>Yalıtım Levhası = 5cm XPS</b>		
<b>MALZEME</b>	<b>MİKTAR</b>	<b>FİYAT</b>
5 cm XPS	53 Paket	3710 TL
Yapıştırma Harcı	1413 kg (57 torba)	570 TL
Sıva Harcı	1570 kg (63 torba)	630 TL
Dekoratif Mineral Sıva	942 kg (38 torba)	532 TL
Sıva Filesi	345,4 m <sup>2</sup> (7 top)	385 TL
Plastik Dübel	1884 adet	302 TL
Fileli Köşe Profili	78,5 m (31,4 boy)	56 TL
<b>Toplam= 6185 TL</b>		

**Tablo 5. 19 : XPS İçin Gereken Malzemeler ve Maliyetleri**

Bu malzemelerin kullanımları için işçilik bedelleri için yapılan araştırmalar sonucunda işçiliğin metrekaresinin 18 TL ile 22 TL arasında değiştiği görülmüştür. Bu değeri ortalama olarak metrekare başına 20 TL olarak kabul ettik.

İşçilik maliyeti = 315X20 = 6300 TL'dir.

EPS ve XPS için toplam maliyet hesabı Tablo 5.19 'da gösterilmiştir.

<b>MALZEME CİNSİ</b>	<b>MALZEME MALİYETİ</b>	<b>İŞÇİLİK MALİYETİ</b>	<b>TOPLAM</b>
<b>EPS Yalıtım Levhası Ve Gerekli Olan Malzemeler</b>	<b>5940 TL</b>	<b>6300 TL</b>	<b>12240 TL</b>
<b>XPS Yalıtım Levhası Ve Gerekli Olan Malzemeler</b>	<b>6185 TL</b>	<b>6300 TL</b>	<b>12485 TL</b>

**Tablo 5. 20 : EPS ve XPS Toplam Maliyetleri**

Yukarıda yapılan hesaplamalar göz önünde bulundurulduğunda yalıtımlı bir bina ve yalıtımsız bina hakkında şunları söyleyebiliriz:

- Tablo 5.17’de gösterildiği gibi yalıtımlı bina ile yalıtımsız bina arasında 5164 kg kömür farkı vardır. Bu fark güncel fiyatlar ile 3660 TL’dir.
- Tablo 5.19’da bulmuş olduğumuz XPS ve EPS için olan değerlerin yalıtım olmayan bir bina için amortisman bedelini hesaplayacak olursak:

1 yıl yalıtımdan kaynaklanan kömürden elde edilen kar: 3660 TL

Yalıtım malzemesi EPS için yapılan harcamalar: 12240 TL

Amortisman Zamanı:  $12240/3660 = 3,34$  yıl = 3,5 Yıl

Yalıtım malzemesi XPS için yapılan harcamalar: 12485 TL

Amortisman Zamanı:  $12485/3660 = 3,41$  Yıl = 3,5 Yıl

Yıllık %’lik kazanç :  $3660/5200 = 0,70 = \%70$  Kazanç

İki yalıtım malzemesinin maliyetinin çıkması için 3,5 yıl gibi kısa bir süre yeterlidir. Yukarıdaki değerlere göre yalıtımlı olan ve yalıtımsız olan binaların arasındaki enerji farkı oldukça yüksektir. Yalıtımın ilk yapım aşamasındaki olan masraflarından kaçmaya çalışıp kazanmış gibi görünsek de aslında uzun vadeye baktığımızda asıl kaybedenin biz olduğunu gördük.

Yalıtımın kazancı bize enerji olarak geri dönmelerinden dolayı bunu sadece ısınma ve kış ayları için düşünemeyiz. Yalıtımı iyi olan bir bina için kışın ısınırken yapılan enerji tasarrufunun yanı sıra, yazın serinlememiz içinde yalıtım bize çok büyük enerji kazancı sağlamaktadır. Bu durumu göz önünde bulundurmamız gereklidir.

Sağlık açısından bakıldığında yalıtımın yapılmış olduğu bina ile yalıtımın yapılmamış olduğu bina arasında bir süre sonra çok büyük farklar ortaya çıkmaktadır. Rutubet, korozyon, nem, duvarların terlemesi ve dökülmesi v.b. daha birçok sağlığımız için zararlı olan bu durumların sebeplerinin başında yalıtımsızlık gelir.



## KAYNAKLAR

1. AYDOĞAN, S., GÜNEŞ, B., & GÜLÇİÇEK, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2).
2. Kaplan, S. (2009). *Kumaşların mekanik özelliklerinden ve geçirgenlik özelliklerinden yararlanılarak giysi konforunun tahminlenmesi* (Doctoral dissertation, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü).
3. <https://www.fizikbilimi.gen.tr/isinin-yayilma-yollari/>
4. <http://www.balkotrade.com/binalarda-isi-yalitiminin-onemi>
5. <http://www.atermit.com/Sayfalar/isi-yalitiminin-faydaları>
6. BEKTAŞ, V., ÇERÇEVİK, A. E., & KANDEMİR, S. Y. (2017). Binalarda Isı Yalıtımının Önemi ve Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığının Yalıtıma Etkisi. *BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ*, 4(1).
7. Köse, B., Isıkan, O., & İnan, A. T. (2006). Isı Yalıtım Uygulamalarının Üç Bölge İçin Enerji Verimliliği Açısından İncelenmesi. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3, 1-9.
8. Kaya, A. İ. (2016). Kompozit malzemeler ve özellikleri. *Putech & Composite Poliüretan ve Kompozit Sanayi Dergisi*, 29, 38-45.
9. <https://www.gnyapi.com.tr/isi-yalitim-malzemeleri>
10. <http://www.yapikatalogu.com/yalitim/isi-ses-yangin-yalitimi/>
11. <http://www.osmanliizolasyon.com.tr/Sayfa/Oku/poliuretan-kopuk>
12. <http://www.polisankimya.com.tr/urun-fenol-formaldehit-recineleri.html>
13. <http://www.piraziz.com.tr/eps.html>
14. <http://www.xpsturkiye.org/sayfa.asp?ID=129>
15. <http://www.yalitim.net/?pid=26255>
16. <http://mantolama.pro/isi-yalitimi-malzemeleri-cesitleri-mantolama-malzemeleri/>
17. <https://www.gnyapi.com.tr/cam-kopugu-nedir>
18. <http://www.woodproducts.fi/tr/content/ahsap-lifli-levha>
19. <https://www.guneyyapiizolasyon.com.tr/sayfalar.3903.mantar-isi-yalitim-malzemeleri.html>
20. Altınışık K., Ekinci C.E. ve Oymael S. (Editörler). (2015) “ Döşeme Ve Duvarlarda Isı Yalıtımı ” , *Mesleki Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi*, 3-27

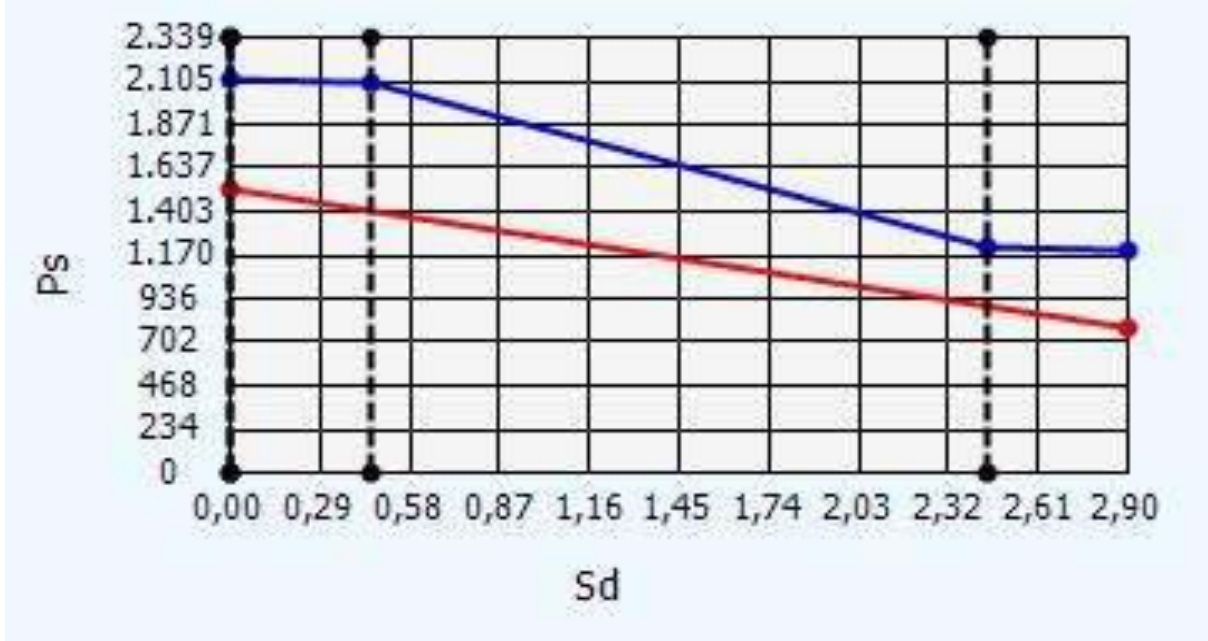
21. Hasgüler M., Ekinçi C.E., Toydemir N. ve Ülger B. (Editörler). (2013) ,“ Çatılarda Isı Yalıtımı” , *Mesleki Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi*, 5-34
22. Özel, M., & Pıhtılı, K. (2008). Determination of optimum insulation thickness by using heating and cooling degree-day values. *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 26(3), 191-197.



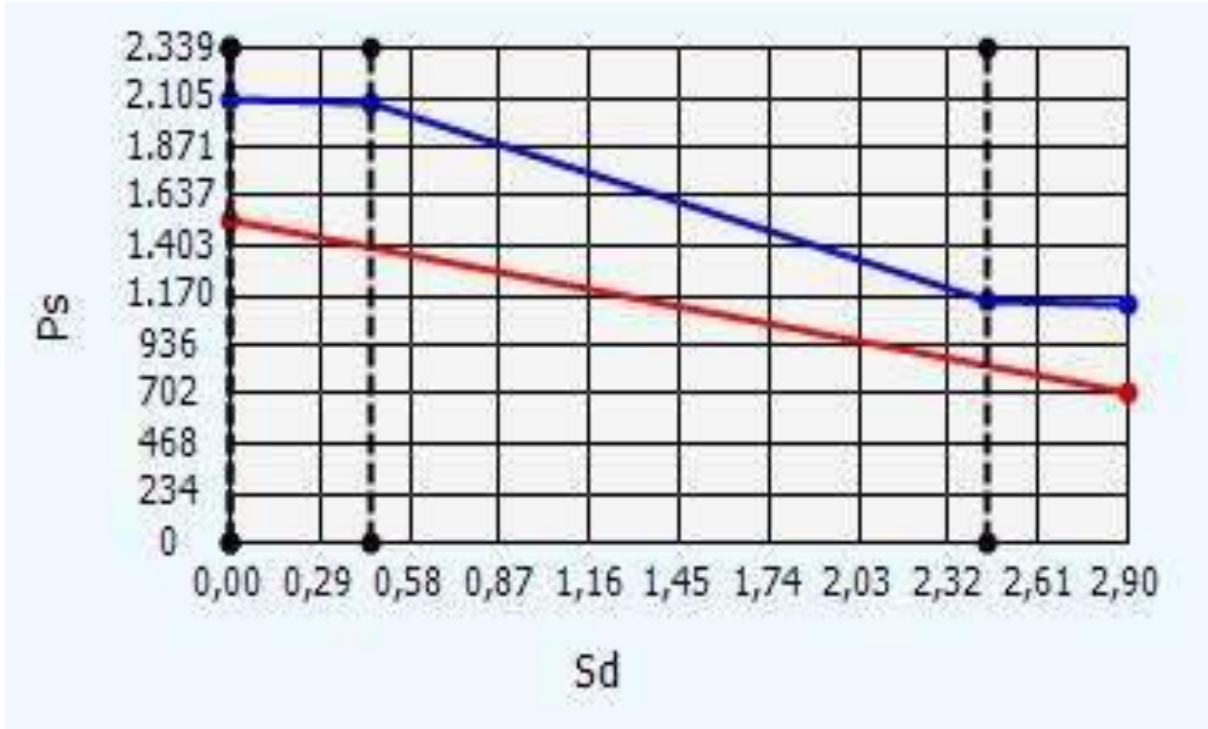
## EKLER

## EK-1 : Yalıtımsız Olan Binaya Ait Yoğuşma Grafikleri

## Duvar( Dış Hava Temaslı ) DH – 1

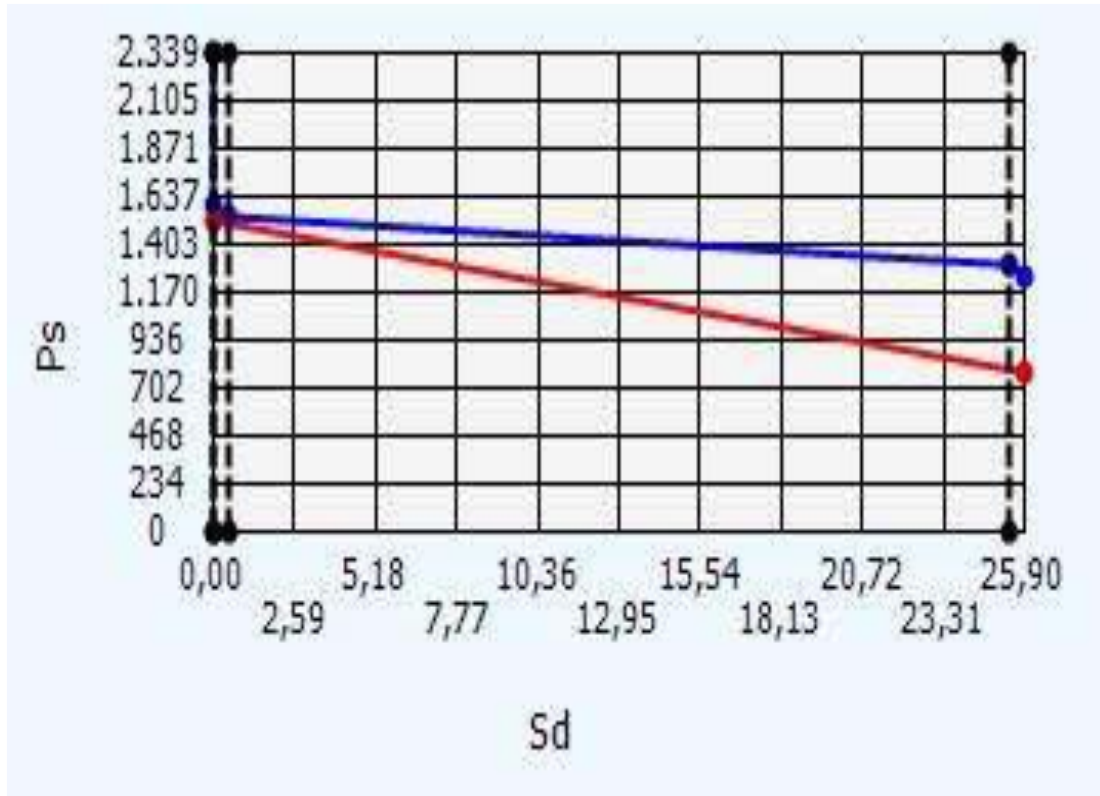


Aralık

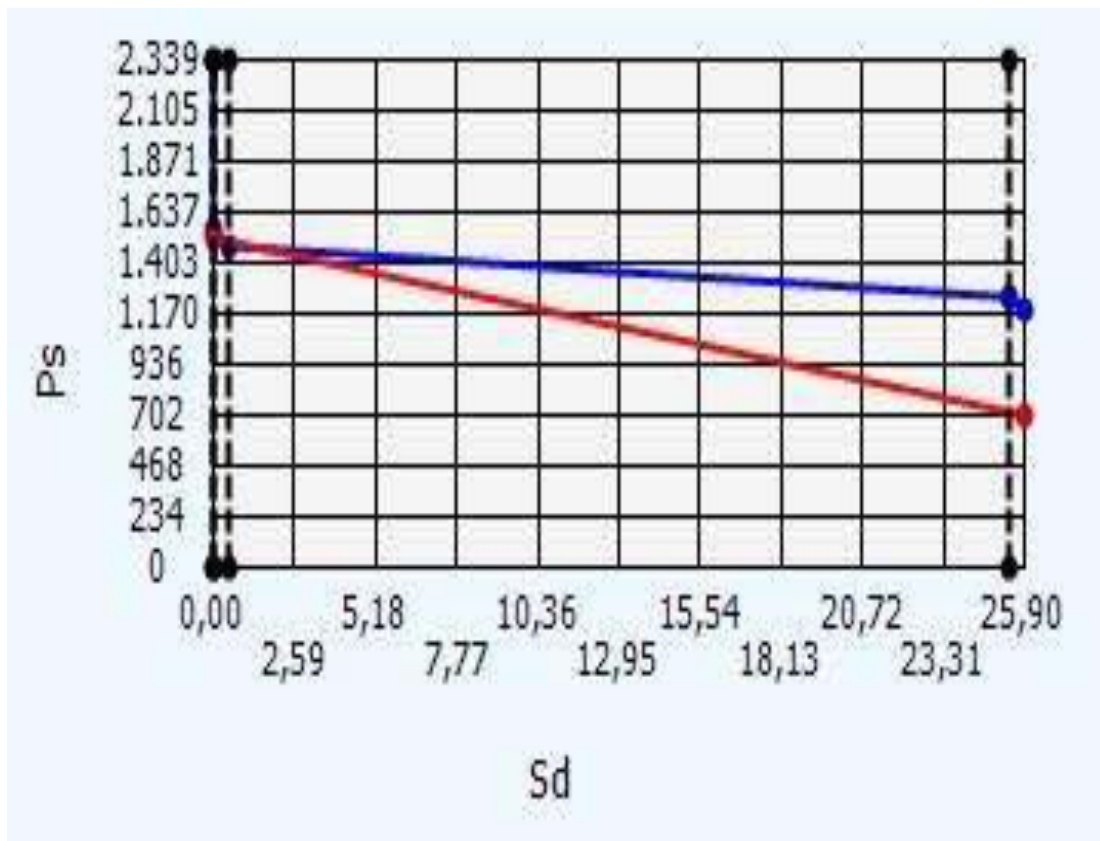


Ocak

### Duvar( Dış Hava Teması ) DH – 1

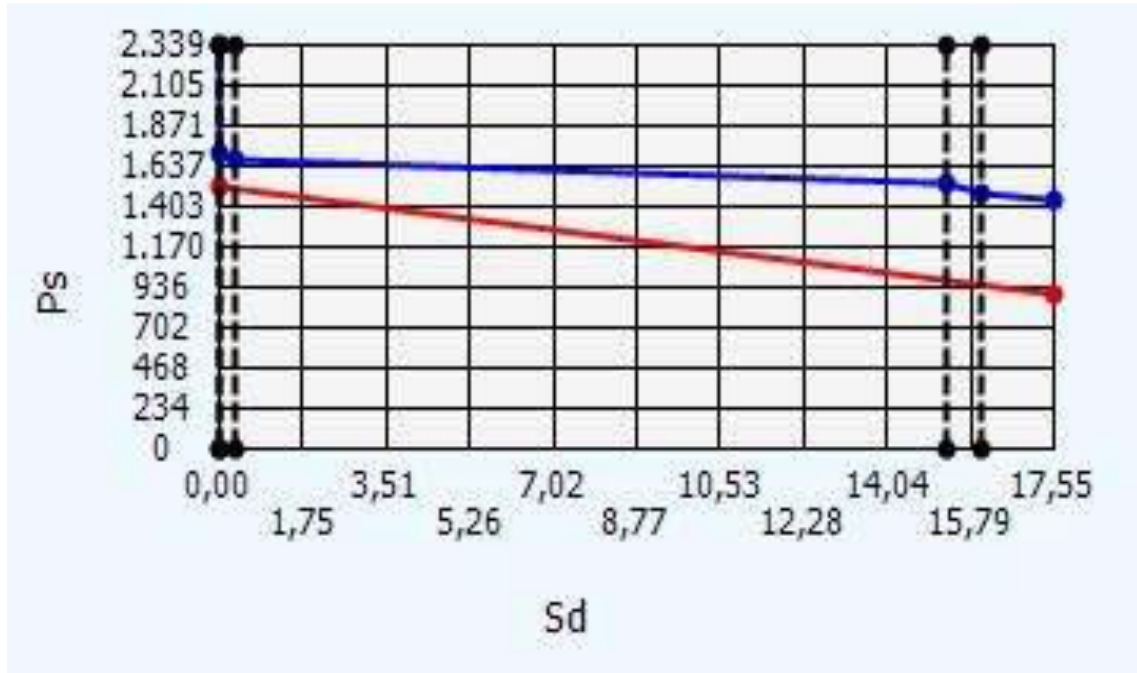


Aralık

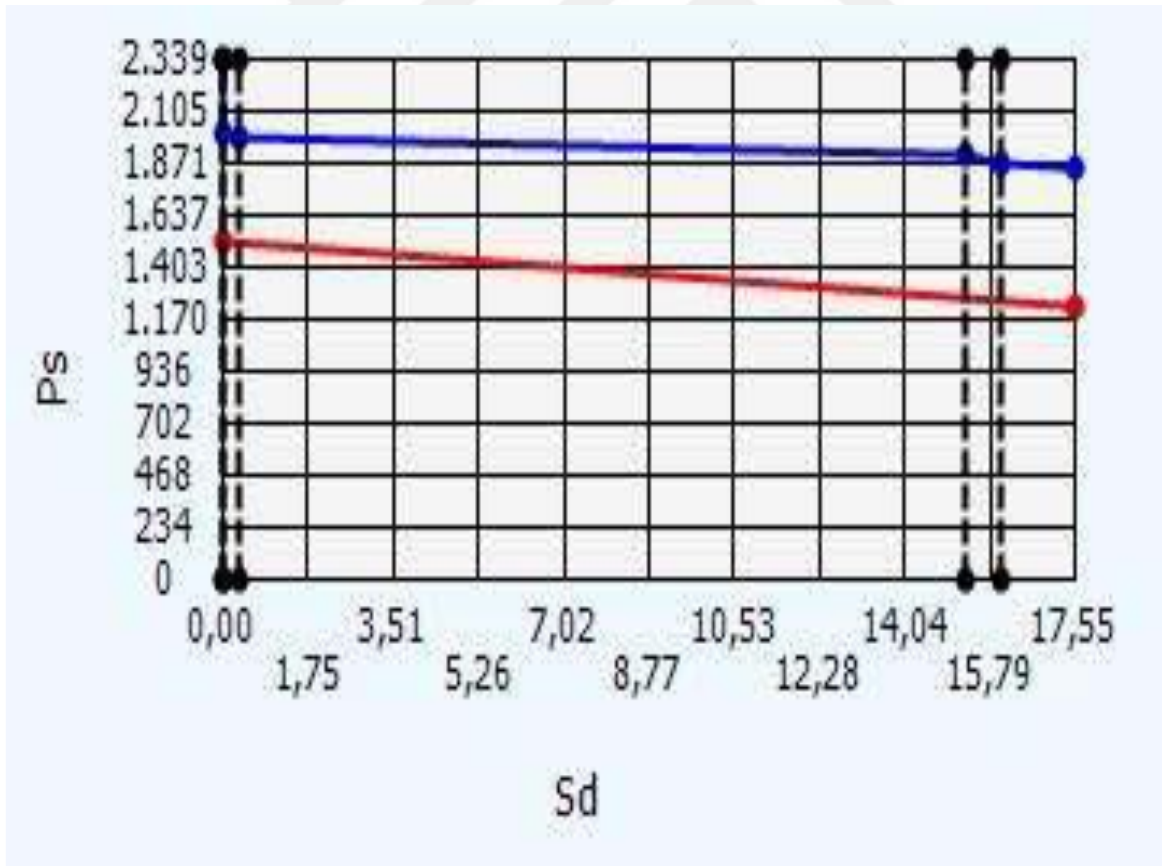


Ocak

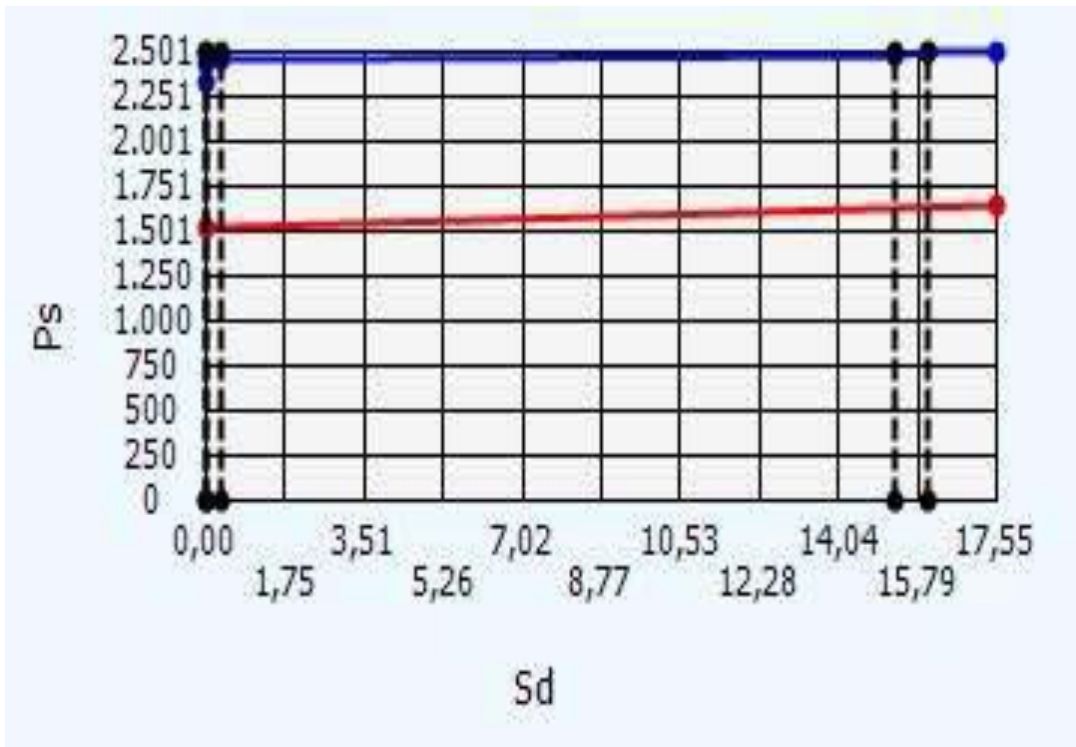
## Tavan( Uzeri Catlı ) CC - 1



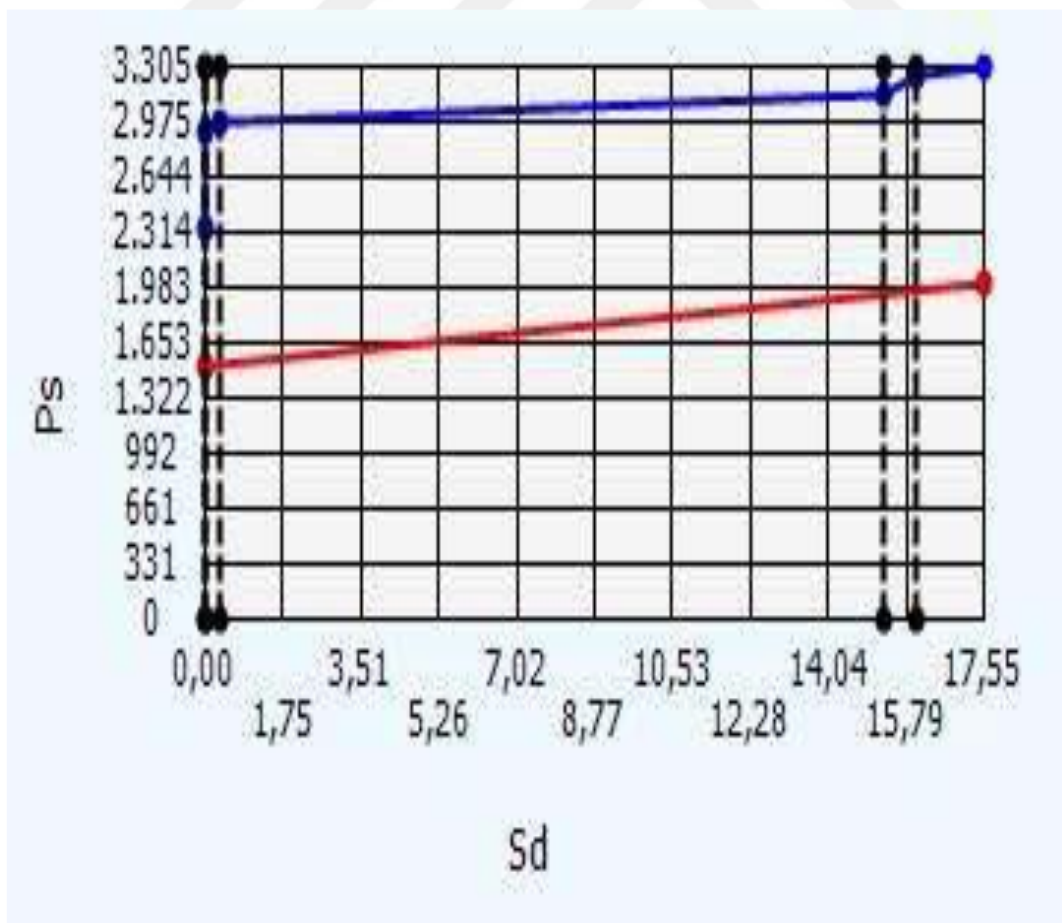
Mart



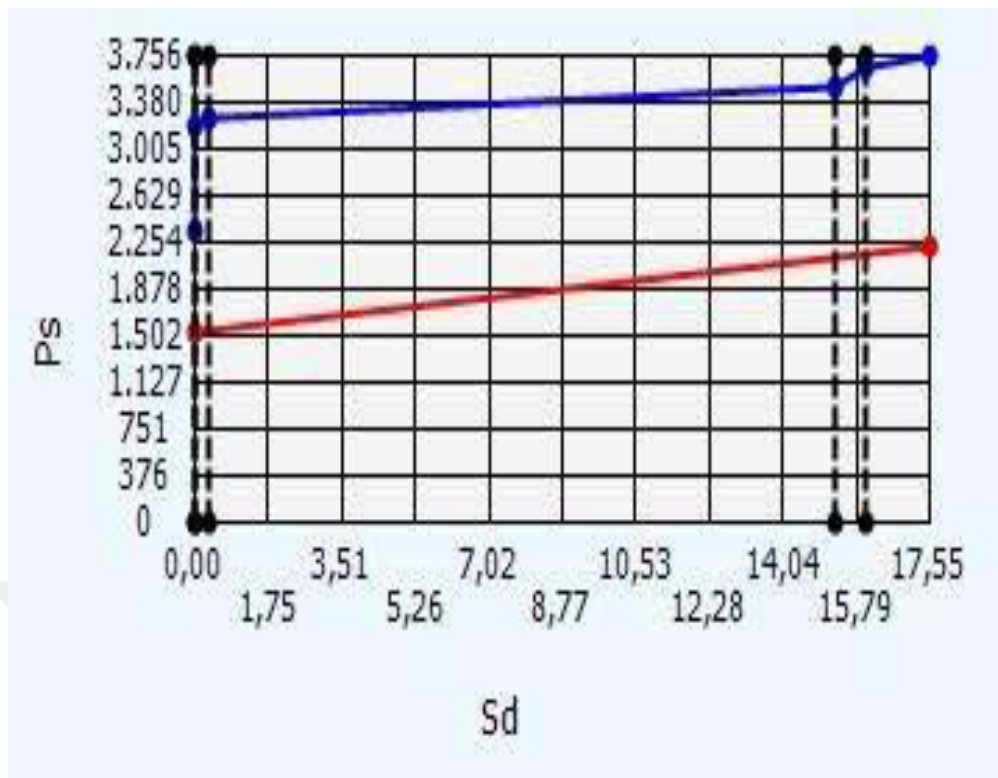
Nisan



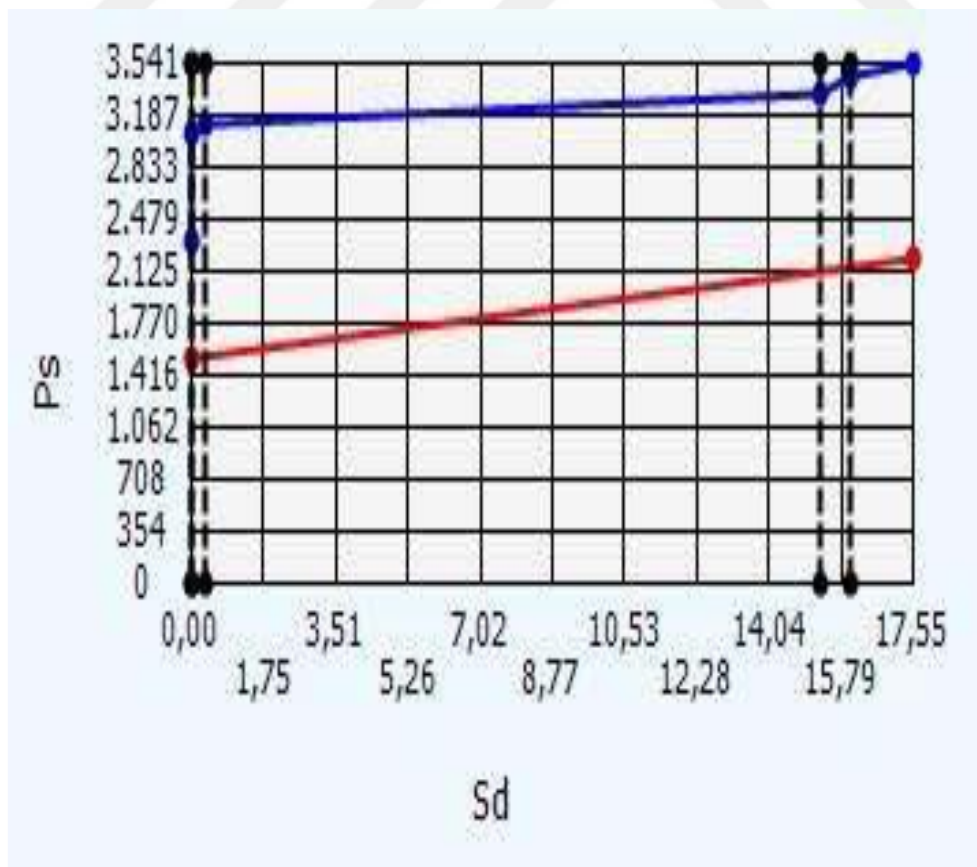
Mayıs



Haziran



Temmuz



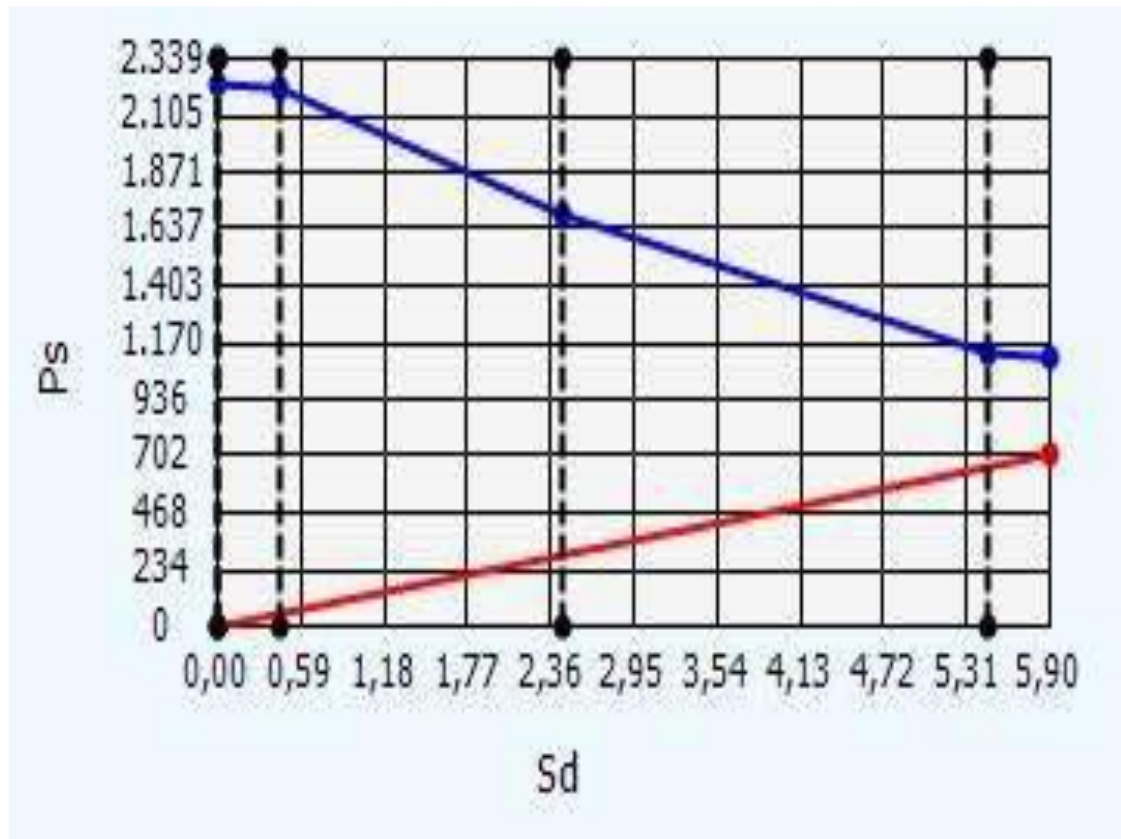
Ağustos

## EK-2 : Yalıtımlı Olan Binaya Ait Yoğuşma Grafikleri

### Duvar( Dış Hava Teması ) DH - 1



Aralık



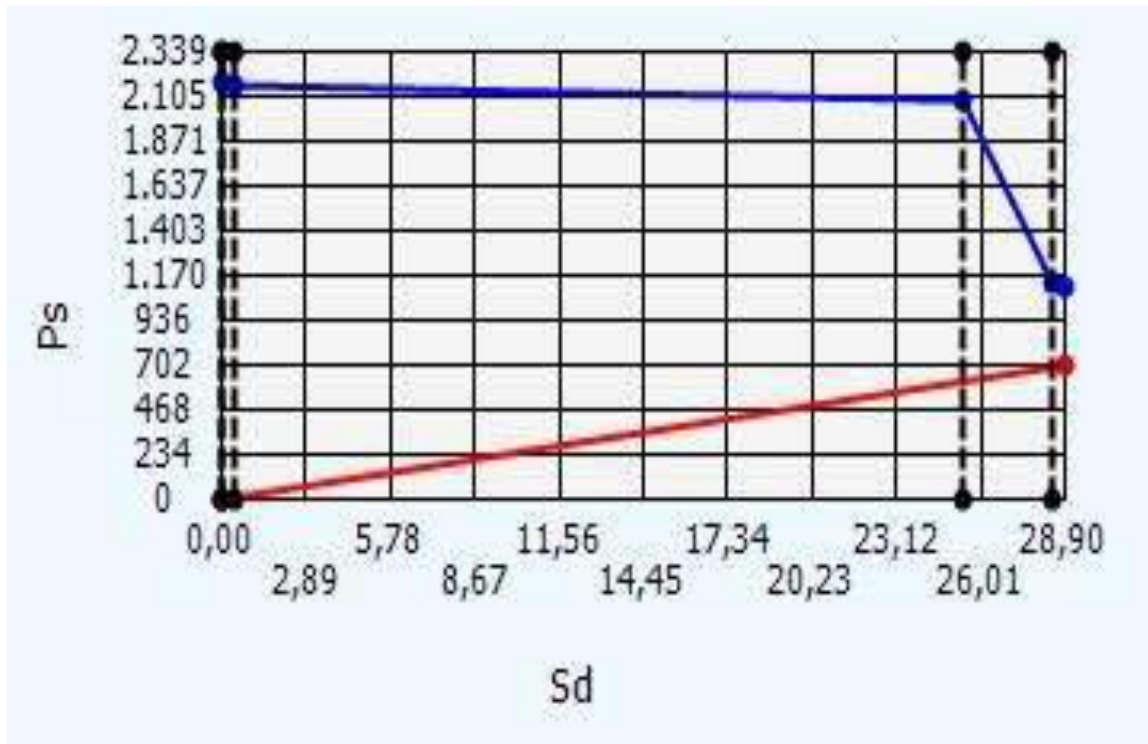
Ocak



### Duvar( Dış Hava Teması ) DH – 2

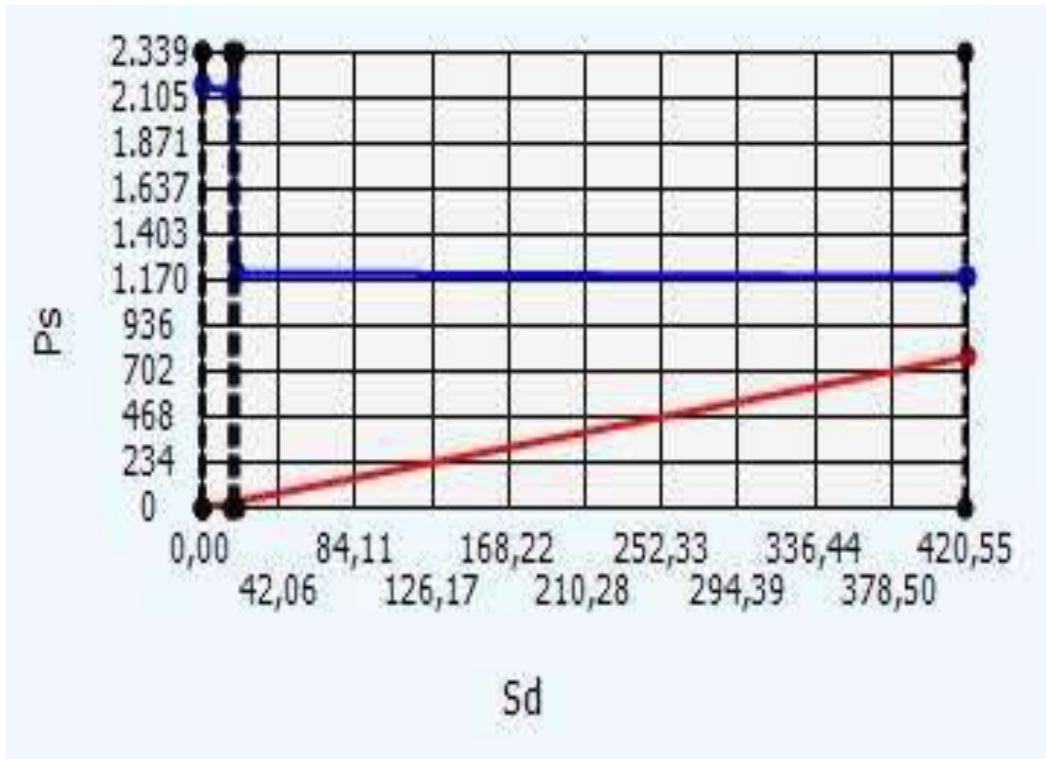


Aralık



Ocak

**Tavan( Uzeri Catılı ) CC – 1**



**Aralık**



**Ocak**

**ÖZGEÇMİŞ****RAMAZAN YAKALI****TEL :0542 295 07 07****Adres:** Kiremitli Mah. 863 Sok. No:5 Korkuteli/ANTALYA**Doğum Tarihi ve Yeri:** 25.09.1989 Korkuteli/ANTALYA**Yabancı Dil:** İngilizce**Eğitim Durumu:**

2015-2011 Gelişim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Mekatronik Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

2010-2013 Mustafa Kemal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi  
Makine Mühendisliği

2008-2010 Celal Bayar Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi  
Kimya Bölümü

Deneyimler:

2013 - . . . Ramazan Yakalı Mühendislik Hizmetleri (İş Yeri Sahibi)

2015 – 2016 Gelişim Üniversitesi (Öğretim Görevlisi)

**Kullandığı Programlar:**

Autocad ( İleri Seviyede)  
Solidworks (İleri Seviyede)  
Catia (İleri Seviyede)  
Netbeans (Orta Seviyede)  
Microsoft Ofis Programları (İleri Seviyede)