T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

APARTMANLARIN DIŞ KABUĞUNA UYGULANAN ISI YALITIMININ BİNA ENERJİ PERFORMANSINA ETKİSİ (KONYA VE ERZİNCAN ÖRNEĞİ)

Arzu YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalını

Temmuz-2012
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Arzu YILMAZ

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

APARTMANLARIN DIŞ KABUĞUNA UYGULANAN ISI YALITIMININ BİNA ENERJİ PERFORMANSINA ETKİSİ (KONYA VE ERZİNCAN ÖRNEĞİ)

Arzu YILMAZ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nazım KOÇU

2012, 113 Sayfa

Jüri
Danışmanın Yrd. Doç. Dr. Nazım KOÇU
Yrd. Doç. Dr. S. Zerrin KORKMAZ
Doç. Dr. M. Hakan ARSLAN

Enerji hayatın her alanında karşımıza çıkan, savaşlara, iç çekişmelere yol açan bir olgudur. Enerji konusunda büyük oranda dışa bağımlı olduğumuz göz önünde bulundurulursa, enerjinin korunumu gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Türkiye'de harcanan enerjinin büyük bir kısmı konutları ısıtmak için kullanılmaktadır. Konutu ısıtmak kadar, ısıyı muhafaza edip alanda tutmakta çok önemlidir. Isıyı muhafaza etmenin en iyi ve ekonomik yolunun apartmanlarda ısı yalıtımı olduğu görülmektedir

Bu tez çalışmasında birinci bölüm, giriş bölümüdür. Bu bölümde apartmanların dış kabuğuna uygulanan ısı yalıtımı ve enerji hakkında bilgiler sunulmuştur. Bunun yanı sıra, çalışmanın amacı, önemi ve kapsamı anlatılmıştır. İkinci bölümde tez hakkında literatüre dayalı kitaplar, tezler, sempozyumlar, internet ortamında ve dergilerde yayınlanmış makaleler araştırılmıştır. Üçüncü bölümde materyal ve metot verilmiştir. Dördüncü bölümde, çalışmalarımız kapsamında pilot bölgelerden seçilen 10 örnek apartmanın proje bilgileri, yalıtım uygulamalarından çekilen fotoğraflar ve hesaplar verilmiştir. Araştırma sonuçları ve tartışma başlığı altında yapılan hesaplar doğrultusunda çıkan sonuçlar anlatılıp termal kamera görüntüleri yorumlanmıştır. Tartışma kısmında ise, literatürdeki diğer yayınlarla karşılaştırma yapılmıştır. Son bölüm olan sonuç ve öneriler kısmında ise Konya ve Erzincan kentinde incelenen 10 binanın ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız durumda harcayacakları enerji ve elde edilecek enerji tasarrufu hesaplanmış ve binalara ait yoğuşma grafikleri çizilmiştir. Binalarda ısı yalıtımı yapılmadığında duvar, toprağa oturan taban ve tavanda yoğuşma olduğu görülmüştür. Ayrıca ısı yalıtımı yapılırken işçiliğin önemli olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: enerji, enerji performansı, enerji tasarrufu, ısı yalıtımı, ısı yalıtım malzemesi

ABSTRACT

MS/Ph.D THESIS

THE EFFECT OF HEAT INSULATION WHİCH APPLY ON OUTER COVERİNG OF APARTMENT HOUSES, TO BUİLDING ENERGY PERFORMANCE (EXAMPLE OF KONYA AND ERZİNCAN)

Arzu YILMAZ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE OF ARCHITECTURE

Advisor: Assist. Prof. Dr. Nazım KOÇU

2012, 113 Pages

Jury
Assist. Prof. Dr. Nazım KOÇU
Assist. Prof. Dr. S.Zerrin KORKMAZ
Assoc. Prof. Dr. M. Hakan ARSLAN

Energy, encountered in every field of life is a phenomenon that led to internal disputes and wars. Considering that we are substantially dependent on foreign energy, conservation of energy are becoming increasingly important. A large part of the expended energy is used to heat homes in Turkey, house heating up, and keep the heat very important to keep the field. It is seen that, heat insulation of apartments is The best and most economical way to preserve heat

The first part of this thesis is an introduction. In this section information about heat insulation, applied to the outer shell of apartment buildings and energy are presented. In addition, the importance, the thesis, the symposiums and the article published in magazines and on the internet are examined. In third section, material and methods are given. In fourth section, it is given the poject information of 10 apartment selected from pilot region, photos from insulation application and accounts. Condensation of the graphs are plotted in buildings. The results, according to calculation made under the heat of research result and discussion and energy efficiency are shown in the tables, the images of termal camera are interpreted and condensation graphics of buildings are plotted. In discussion selection the study have been compared with the other oublication in the literature. In the last section, the conclusion and recommendations, it is given by agent that the amount of energy spent of examined 10 building in the city of Konya and Erzincan in case heat insulation and without heat insulation.

Keywords: Energy, performance - energy, saving-energy, heat insulation, material of heat insulation.

ÖNSÖZ

Bu çalışma süresince beni özenle yönlendiren, bilgi ve tecrübelerinden istifade ettiğim danışmanım Yrd. Doç. Dr. Nazım KOÇU' ya, değerli vaktini bana ayırıp her zaman destek olan hocam Yrd. Doç. Dr. Serra Zerrin KORMAZ 'a,tezime katkılarından dolayı Doç. Dr. Musa Hakan ASLAN'a, termal kamerayı temin etmemde ve görüntü almamda yardımcı olan değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Mehmet KAYA ve Öğr. Gör. İlker FIRAT' a, apartman projelerini temin etmemde yardımcı olan Erzincan Belediyesi İmar İşleri çalışanı, Bülent ÖZDEMİR'e, Demirkent Belediyesi Fen İşleri Memuru, Hakan POLAT'a, maddi-manevi yardımlarını esirgemeyen tüm arkadaşlarıma, beni yetiştiren ve her zaman yanımda olan değerli aileme teşekkürlerimi sunarım.

Arzu YILMAZ
KONYA-2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET **1**

ABSTRACT **2**

ÖNSÖZ **3**

İÇİNDEKİLER **4**

SİMGELER VE KISALTMALAR **6**

1. GİRİŞ **7**

1.1. Tezin Amacı 8
1.2. Tezin Önemi 9
1.3. Tezin Kapsamı 11

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **12**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **19**

3.1. Materyal 19
3.2. Yöntem 20

4. APARTMANLARIN DIŞ KABUĞUNA UYGULANAN ISI YALITIMININ BİNA ENERJİ PERFORMANSINA ETKİSİ **21**

4.1. Apartmanların Dış Kabuğuna Uygulanan Isı Yalıtımı 21
4.1.1. Isı yalıtım malzemeleri 21
4.1.2. Isı yalıtımında kullanılan yardımcı malzemeler 28
4.1.3. Isı yalıtımı uygulaması 32
4.2. Binalarda Enerji Kimlik Belgesi ve Düzenlenmesi 41

5. ISI YALITIMININ ENERJİ PERFORMANSINA ETKİSİNİN ÖRNEK BİNALAR ÜZERİNDE ARAŞTIRILMASI **45**

5.1. Örnek 1'in İncelenmesi 45
5.2. Örnek 2'nin İncelenmesi 50
5.3. Örnek 3'ün İncelenmesi 52
5.4. Örnek 4'ün İncelenmesi 55
5.5. Örnek 5'in İncelenmesi 57
5.6. Örnek 6'nın İncelenmesi 59
5.7. Örnek 7'nin İncelenmesi 61
5.8. Örnek 8'in İncelenmesi 64
5.9. Örnek 9'un İncelenmesi 66
5.10. Örnek 10'un İncelenmesi 68

6. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **70**

6.1. Isı Yalıtımının Enerji Kazancına Etkisi ve Sonuçlarının Değerlendirilmesi 70
6.2. Isı Yalıtımı Sonucunda Elde Edilen Verim 71
6.3. Isı Yalıtımı Yapılması Halinde Yoğuşma Durumu 72

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 77

7.1 Sonuçlar 77
7.2 Öneriler 79

KAYNAKLAR 82

EKLER 85

ÖZGEÇMİŞ 109

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

K	Kelvin
Q	Maximum yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (KWh)
Q’	TS 825’ de belirlenen maximum yıllık ısıtma enerjisi (KWh/m^2)
Q_{ay}	Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı (KWh)
$Q_{yıl}$	Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (KWh)
A_{top}	Binanın ısı kaybeden yüzeylerinin toplam alanı (m^2)
$V_{brüt}$	Binanın ısıtılan brüt hacmi (m^3)
A_n	Binanın kullanım alanı (An =0.32 x $V_{brüt}$ formülü ile hesaplanır) (m^2)
A_D	Dış Duvar Alanı (m^2)
Ap	Pencere alanı (m^2)
A_T	Tavan alanı (m^2)
d	Yapı bileşeninin kalınlığı (m)
H	Binanın özgül ısı kaybı (W/K)
H_T	İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (W/K)
U_p	Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı
U_d	Döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı
U_D	Duvarın ısı geçirgenlik katsayısı
Ut	Tavanın ısı geçirgenlik katsayısı
λ	Isı iletim katsayısı
n_h	Hava değişim oranı

Kısaltmalar

TS 825	Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı
kWh	Kilowattsaat
DIN	Alman Standartları
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
EKB	Enerji Kimlik Belgesi
BEP	Bina Enerji Performansı
HCFC	Hidrokloraflorür

1. GİRİŞ

Enerjinin ekonomik ve sosyal kalkınmanın önemli bileşenlerinden biri olduğu, yaşam standartlarının yükseltilmesinde hayati bir rol oynadığı bilinmektedir. Sürdürülebilir bir kalkınmanın sürekli ve kaliteli bir enerji arzıyla mümkün olacağı da çok bilinen diğer bir husustur (Benhke R, ve Ole B, 2003).

Dünya nüfusunun artması, teknolojideki gelişmelere paralel olarak artan enerji ihtiyacının karşılanması, çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan sürdürülebilirliği sağlama isteği, Kyoto Protokolu gereğince CO_2 ve diğer sera gazı emisyonlarının azaltılması zorunluluğu, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi artırmıştır. Alternatif enerji kaynaklarının araştırılmasının yanı sıra enerjinin daha verimli kullanılması da önemli bir konu haline gelmiştir (Erdabak, 2010).

Dünya enerji tüketiminin 2010-2030 yılları arasında % 50'den fazla artacağı, bu artışın sanayileşmiş ülkelerde % 25 civarında olurken, özellikle Asya, Orta ve Güney Amerika olmak üzere gelişmekte olan ülkelerde iki kat olarak gerçekleşeceği öngörülmektedir (TMMOB Enerji Raporu, 2006).

Gelişmiş ülkeler de, 1974 yılındaki petrol krizine kadar, enerji ile ilgili önemli bir problem yaşanmamıştır. Ürettikleri enerji kaygısızca tüketilmiştir. 1974'e kadar enerji verimliliği ve tasarruf kavramları gündemlerine girmemiştir. Petrol krizinden sonra ise, bu ve bundan sonra oluşabilecek benzer krizlerin etkilerinden korunabilmek için, stratejiler geliştirmişlerdir. Stratejilerin temel amacı, üretilen enerjinin doğru ve ekonomik kullanımını sağlayarak, sosyal ve ekonomik büyüme hedeflerine engel oluşturmayacak şekilde enerji tüketiminin azaltılmasıdır (Erdabak, 2010).

Gelişme sürecinde olan diğer ülkelerdeki gibi Türkiye'de de, her geçen gün enerji ihtiyacı artmakta, ancak Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın verileri incelendiğinde, enerji üretimimizin bu ihtiyaca cevap veremediği ve aradaki farkın enerji ithalatı yapılarak karşılandığı görülmektedir (Şen, 2004). Ayrıca enerji tüketimini azaltmak, en az enerji ile en fazla verimi alabilmek, enerji üretimi ve tüketimi sonucu oluşacak hava kirliliğini asgariye indirmek için bir dizi çalışmalar yapılmaktadır. Bu kapsamda Türkiye'de de TS 825 (Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standart)'ı çıkarılmıştır. Bu standartlar, bina ve bina bileşenlerinin yapım ve uygulama esaslarını içeren birtakım kurallar ve standartlar içermektedir. Enerji konusunda büyük oranda dışa bağımlı olmamız ve diğer dünya ülkelerinde yaşanan savaşlardan dolayı enerjinin giderek daha pahalı hale gelmesi, teknolojinin sürekli değişmesi sonucunda ısı yalıtım malzemelerinin de gelişmesine neden olmuştur.

Binalarda ısı kayıpları, her ne kadar binanın mimari projesine ve durumuna göre değişse de genel olarak; çok katlı bir konut için toplam ısının % 40'ı dış duvarlardan, % 30'u pencerelerden, % 7'si çatılardan, % 6'sı bodrum döşemesinden ve % 17'si hava kaçaklarından oluşur. Tek katlı bir konutta ısı kayıpları dış duvarlardan % 25, çatıdan % 22, pencerelerden % 20, bodrumdan % 20 ve hava kaçaklarından % 13 olarak belirlenmiştir (Koçu ve Dereli, 2010).

Binaların atmosfer koşullarına en çok maruz kaldığı bölümlerden biri de dış duvarlardır. Dış duvarlara TS 825'de belirtilen kural ve standartlara uygun olarak ısı yalıtımı yapmak, hem enerji verimliliğini artıracak, hem dış ortam ve iç ortam arasındaki dengeyi sağlayacak, hem de binanın yaşam ömrünü uzatacaktır.

Türkiye, 2009 yılında yaklaşık 45 milyar dolar enerji faturası ödemiştir. Türkiye'de tüketilen enerjinin yüzde 30'unun binalarda harcandığı ve binalarda tüketilen enerjinin de büyük kısmının ısıtma ve soğutma amaçlı olduğu göz önüne alınırsa, binalarda uygulanacak ısı yalıtımlarının büyük enerji tasarrufu sağlama potansiyeli vardır. Isı yalıtımlı bir konutta ortalama % 50 ile % 60 arasında enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Yüzde 90'ı yalıtımsız olan ülkemizdeki binalar eğer yalıtımlı olsaydı, enerji faturası her yıl için yaklaşık 7.5 milyar dolar azalacaktı (Bilal, 2010).

Bu rakamlar göz önüne alındığında, her yıl ciddi meblağları havayı ısıtmak için kullandığımızı söyleyebiliriz.

1.1. Tezin Amacı

Ülkemizde, yaşamımızın her alanında vazgeçilmez bir olgu olan enerjinin tüketimi, sanayi ve konut sektörlerinin yanı sıra, nüfus ile de doğru orantılı bir şekilde artmaktadır. Fosil yakıtların da giderek tükendiği günümüzde enerji daha etkin bir rol oynamaktadır.

Geçtiğimiz yıllarda Türkiye'nin enerji tüketim profiline bakıldığında, binalarda fazla miktarda enerji tüketimi olduğu görülmektedir. Son yıllarda yaklaşık 8 milyon bina ve 18 milyon konut bulunan ülkemizde, konutlara düşen yüzdelik dilimi dikkate alırsak çok büyük bir enerji tüketimi olduğu görülmektedir. Binalarda neredeyse hiç yalıtım olmadığı için konutlarda kullanılan enerjinin büyük çoğunluğu ısıtma-soğutma amaçlı tüketildiği ve enerji konusunda dışa bağımlı bir ülke olduğumuz da düşünülürse, konutlarda en etkin enerji tasarrufunun; kolay uygulanabilir enerji verimlilik teknolojisi olan ısı yalıtımının uygulanabilmesiyle sağlanacağı görülebilir.

Yaklaşık 8 milyon binaya sahip ülkemizde, bu binaların büyük bir kısmı apartman şeklindedir. Apartmanlar birçok yaşam alanını, birkaç kat içerisinde birleştirdiği için, apartmanlara ısı yalıtımı yapmak hem enerji tasarrufu sağlayacak hem de apartmanlarda yaşayan insanların konutlarını daha yaşanır hale getirecektir.

Bu tez çalışması, pilot bölge olarak seçilen, 3. İklim bölgesinde bulunan Konya ve 4. İklim bölgesinde bulunan Erzincan il merkezlerindeki mevcut ve yapım aşamasındaki apartmanları kapsamaktadır (EK-1). Çalışmada, projelerin belediyelerden temin edilmesi, TS 825'de belirtilen kurallara göre yapı elemanlarından iletim, taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplarının yapılması, uygulamadan çekilen fotoğraflar ve elde edilen verilerin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca pilot bölge olarak seçilen il merkezlerinde bulunan apartmanların dış duvarlarında, farklı yapı malzemeleri olan bina örnekleri seçilerek, bina dış kabuğuna mantolama usulüyle ısı yalıtımı yapıldığında ne kadar enerji tasarrufu sağlayacağı, yapılmadığı durumda ise kaybedilen enerji miktarı hesaplanarak kıyaslanacaktır. Sonuç bölümünde ise apartmanlara ısı yalıtımı uygulanması halinde, ne kadar enerji tasarrufu yapılacağı rakamlarla ortaya konacak, termal kamera ile çekilen fotoğraflarda ısı köprülerinin olduğu bölümlerde ısı yalıtımı yapılması durumunda bina konforunun artması için sağlayacağı faydalar sıralanacak ve önerilerde bulunulacaktır.

1.2. Tezin Önemi

Dünyadaki enerji kaynaklarının önemli bir bölümü binalardaki ısıl konforu sağlamak amacıyla yapıların ısıtılması ve soğutulması için harcanmaktadır. Bu enerji kaynaklarının fazla kullanılması maliyeti artırarak devlet, aile bütçesine olumsuz etki yapmakta ve doğal kaynakların hızla tükenmesine neden olmaktadır. Ayrıca ısınma amaçlı kullanılan fosil yakıtların yanması sonucu oluşan sera gazı hava kirliliğine neden olmakta ve insan sağlığına büyük ölçüde zarar vermektedir.

Hızlı nüfus artışı, gelişen teknoloji, kentleşme ve sanayileşme gibi nedenlerden dolayı kırsal kesimlerden kentlere hızlı bir nüfus akışı olmaktadır. Artan nüfusa paralel olarak da müstakil konutlardan apartmanlara geçilmektedir. Apartmanlar yüzey alanı olarak müstakil konutlara göre daha geniştir. Bu genişlikten dolayı apartmanların dış kabuklarında ısı kaybı ve ısı köprüleri artmakta, bu da binanın enerji performansını olumsuz yönde etkilemektedir.

Tez çalışmasında, apartman konutlardaki enerji israfı, ısı yalıtımı yapılmadığı takdirde dış kabukta oluşacak ısı köprüleri, ısı köprülerinden kaynaklanan ısı kayıpları,

yapı içi konfor şartlarını etkileyen unsurlar, çevreye salınacak sera gazı miktarının artması, dış duvarlarda yoğuşmanın olması gibi sorunlar ortaya konulmuştur. Pilot bölge olarak seçilen kentlerden Türkiye'nin en soğuk iklim bölgesinden 3. Derece gün illerinde bulunan Konya ve 4. Derece gün illerinde bulunan Erzincan ilinden örnekler seçilerek konunun sınırları belirlenmiştir (EK-2). Seçilen bu illerdeki apartman konutların dış duvar detayları, detaylarda karşılaşılan sorunlar, ısı yalıtım uygulamasında kullanılan malzemeler incelenmiştir. Isı yalıtım malzemelerinin fiziksel ve teknik özellikleri, çevreye olan etkileri, uygulamada yapılan yanlışlıklar araştırılmıştır. Uygulamalar yerinde takip edilip, ısı yalıtım uygulaması aşamaları fotoğraflanmıştır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı koordinasyonunda birçok bakanlık belediye ve kurumun ortaklığıyla hazırlanan Enerji Verimliliği Strateji Belgesi, Türkiye'nin enerji verimliliği yol haritasını belirlemiştir. Buna göre binaların enerji taleplerini ve karbon emisyonlarını azaltmayı ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanan sürdürülebilir, çevre dostu binaları yaygınlaştırmayı hedefleyen Enerji Verimliliği Strateji Belgesi'nde en önemli düzenlemeler ise ısı yalıtımı alanındadır. Mevcut binalar için Enerji Kimlik Belgesi 2017 yılından itibaren zorunlu hale getirilmiştir. Enerji Kimlik Belgesi olmayan ve enerji tüketimi standart dışı olan yalıtımsız binalar kamu kurum ve kuruluşları tarafından kiralanmayacaktır. Enerji Verimliliği Strateji Belgesi kapsamında binaların çevre ve iklim şartlarına göre azami karbondioksit emisyon değerleri ölçülecektir. Bu sınır değerleri aşan yalıtımsız binalara ruhsat verilmeyecektir. Ruhsatlı binaların vergisi ise yalıtım ve enerji verimliliğine göre belirlenecektir.

Tezdeki bilgiler uygulamaya konulduğunda, ısı yalıtımı yapılan bölgede çevreye salınan sera gazı miktarının azalması, konut içi konfor şartlarının daha yaşanır hale gelmesi, enerji kullanımı az olacağı için bütçeye yarar sağlaması gibi pozitif etkileri olacaktır. Türkiye'nin en soğuk iklim bölgelerinde bulunan (TS 825'e göre) Erzincan ve Konya illerinde bulunan "Apartmanların Dış Kabuğuna Uygulanan Isı Yalıtımının Bina Enerji Performansına Etkisi" konusunun araştırılması ile enerji konusunda büyük oranda tasarruf sağlanacağı tespit edilmiştir. Binalarda ısı yalıtımı yapılması halinde yapı dış kabuğunu atmosferik şartlara karşı koruyarak, farklı iklim koşullarında oluşabilecek genleşme ve büzülme gibi fiziksel değişimleri önleyecektir. Duvar iç gerilmeleri, çatlaklar ve yapı hasarlarını önlemesiyle daha güvenli ve uzun ömürlü binalar elde edilecektir. Isı yalıtımının aile bütçesine katkıda bulunmasıyla ülke ekonomisine de olumlu etkileri olacaktır. Isı yalıtım uygulama aşamalarının, uygulama

yöntemlerinin, duvar detayları çizilerek incelenmesi; tekniğe, detaylara göre malzeme seçimi ise teknolojiye katkı sağlayacaktır. Çizilen bu detaylar mimar ve mühendislere proje çizimlerinde yardımcı olacaktır. Yapı konforunun artırılması, yalıtımla elde edilecek maddi tasarruf ve sera gazı etkisinin azalması sosyal, ekonomik ve çevresel yönden yarar sağlayacaktır. Tez sonunda elde edilen veriler de bilimsel ortama aktarılarak bilime katkı sağlayacaktır.

1.3. Tezin Kapsamı

Bu tez çalışması, pilot bölge olarak seçilen, ülkemizin soğuk ve en soğuk bölgesi olan 3. İklim bölgesinde bulunan Konya ve 4. İklim bölgesinde bulunan Erzincan il merkezlerindeki mevcut ve yapım aşamasındaki apartmanları kapsamaktadır. Tezde, Konya ilinden 2 adedi yapım aşamasında, 1 adedi de mevcut olmak üzere toplam 3 örnek, Erzincan İlinden ise 2 adedi yapım aşamasında 5 adedi mevcut olmak üzere toplam 7 apartman örneği üzerinde araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmalarda ısı yalıtımı ile ilgili resimler aktarılmıştır.

Tezde birinci bölüm giriş bölümüdür. Bu bölümde apartmanların dış kabuğuna uygulanan ısı yalıtımı ve enerji hakkında bilgiler sunulmuştur. Bunun yanı sıra, çalışmanın amacı, önemi ve kapsamı anlatılmıştır.

İkinci bölümde tez hakkında literatüre dayalı kitaplar, tezler, sempozyumlar, internet ortamında ve dergilerde yayınlanmış makaleler araştırılmıştır.

Üçüncü bölümde materyal ve metot verilmiştir.

Dördüncü bölümde, çalışmalarımız kapsamında pilot bölgelerden seçilen 10 örnek apartmanın proje bilgileri, yalıtım uygulamalarından çekilen fotoğraflar ve hesaplar verilmiştir.

Araştırma sonuçları ve tartışma başlığı altında yapılan hesaplar doğrultusunda çıkan sonuçlar anlatılıp termal kamera görüntüleri yorumlanmıştır. Tartışma kısmında ise, literatürdeki diğer yayınlarla karşılaştırma yapılmıştır.

Son bölüm olan sonuç ve öneriler kısmında ise Konya ve Erzincan kentinde incelenen 10 binanın ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız durumda harcayacakları enerji ve elde edilecek enerji tasarrufu hesaplanmış ve binalara ait yoğuşma grafikleri çizilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Ülker (2009), "Isı Yalıtım Malzemelerinin Özelliklerinin Uygulamaya Etkileri" adlı yüksek lisans tezinde, ısı yalıtım malzemelerinin özelliklerinin uygulamaya etkilerini yapı fiziği ve ekolojik etkiler açısından incelemiştir. Ayrıca Türkiye'de sık kullanılan malzemelerle oluşturulan duvar kompozisyonlarını TS 825' de belirtilen derece-gün gölgelerine göre değerlendirmiştir. Sonuçta aynı buhar difüzyon direncine sahip bir yalıtım malzemesinin 4 farklı iklim bölgesinde gösterdiği performansın aynı olmadığı, diğer malzemelerle bir araya gelişindeki uyumun ortam koşullarına bağlı olarak değişeceği ve aynı şekilde değerlendirilemeyeceğini vurgulamıştır.

İşbilir (2009), "Binalarda Isı Yalıtımı Uygulamaları ve Sorunlarının Araştırılması" adlı yüksek lisans tezinde, 1. İklim bölgesinde yer alan İzmir'deki bazı özel sektör ve kamu kurum yapılarına ait örnek binalarda ısı yalıtım malzemelerini, malzemelerin özelliklerini, uygulandığı yerleri ve uygulamada karşılaşılan sorunları incelemiştir. Ayrıca ısı yalıtım malzemeleri olarak XPS ve EPS kullanılan yalıtımlı binalar ve yalıtımsız binaları enerji tasarrufu açısından karşılaştırmıştır. Sonuç olarak ısı yalıtımlı binanın, yalıtımsız binaya oranla 2.5 kat daha fazla enerji tasarrufu sağladığı bulmuştur.

Arslan ve Köse (2006), "Thermoeconomic Optimization Of Insulation Thickness Considering Condensed Vapor In Buildings" adlı makalelerinde, binalardaki dış duvar yalıtım malzemesi kalınlığı optimizasyon çalışmalarını, soğuk iklim yapısına sahip Kütahya için yapmışlardır. Çalışmalarında, 18^{o}C, 20^{o}C ve 22^{o}C iç ortam sıcaklıklarına karşılık optimum yalıtım kalınlıklarını sırasıyla 0.06, 0.065 ve 0.075 m olarak, enerji tasarruf oranlarını da bu sıcaklıklara karşılık olarak sırasıyla %74.9, %76.3 ve %78.8 olarak tespit etmişlerdir.

Paralı (2009), "Bina Duvarlarında Uygulanan Isı Yalıtım Sistemlerinin İncelenmesi" adlı yüksek lisans tezinde, binalarda uygulanan ısı yalıtım malzemelerini, duvarda uygulanış şeklini ve örnek bir proje üzerinde, EPS, XPS ve gaz betonla duvarlarda ısı yalıtımı yapıldığında maliyetinin ne kadar olacağını incelemiş ve sistemler arasında karşılaştırma yapmıştır. Maliyet yapıldığında 2009 malzeme fiyatlarını dikkate almıştır. Havaya açık betonarme ve dolgu duvarlarda 6 cm EPS levha kullanmış, toprağa temas eden duvarlarda ise 3 cm EPS kullanarak yalıtım yapmıştır. Bu sistem işçilik ve iskele de dahil toplamda 15.700 TL' ye mal olmuştur. XPS levha uygulamasında havaya açık duvarlarda 5,5 cm, toprak temaslı duvarlarda 3cm kullanmış ve maliyetini 17.850 TL bulmuştur. Gaz betonla duvarlarda havaya açık

betonarme duvarda 6 cm EPS levha ve havaya açık dolgu duvar kısımlarında 23 cm gaz beton, toprağa temas eden duvarlarda ise 3 cm XPS kullanmıştır. Bunun maliyeti ise 22.155TL olmuştur. Sonuç olarak EPS ile yapılan yalıtımın daha ekonomik olduğunu ve uygulamanın 3 yıl içinde kendini amorti edeceğini saptamıştır.

Gölcü ve ark. (2006), "Optimization Of Insulation Thickness For External Walls Using Different Energy-Sources" isimli makalesinde Denizli ilinin iklim koşullarını dikkate alarak, ilde bulunan binaların dış duvarlarında optimum yalıtım kalınlığını belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında, yalıtım malzemesi olarak taş yünü ve EPS'yi, enerji kaynağı olarak da LPG, elektrik, doğalgaz, kömür, fueloil kullanmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre; yakıt türü olarak kömür, yalıtım malzemesi olarak da EPS maliyet bakımından en uygun seçenekler olduğunu ortaya koymuşlardır.

Çomaklı ve Yüksel (2003), "Optimum Insulation Thickness Of External Walls For Energy Saving" adlı makalesinde, Türkiye'nin soğuk iklim özelliğine sahip olan Erzurum, Erzincan ve Kars şehirlerinde binalarda EPS kullanarak dış duvar yalıtımı için optimum yalıtım kalınlığını belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, Erzurum için optimum yalıtım kalınlığı 10 cm bulunmuş ve bu yalıtım kalınlığındaki dış duvarlar yalıtımsız duvara göre yaklaşık %80 oranında tasarruf sağlayacağı vurgulanmıştır. Çalışmada ayrıca bu iller için yalıtım ile elde edilen enerji tasarruf miktarlarını ve geri ödeme sürelerini belirlemişlerdir.

Akyol (2006), "Binaların Isı Yalıtımında Enerji Ve Ekserji Analizi" adlı yüksek lisans tezinde, Atatürk Üniversitesi kampüsünde bulunan aynı tipteki 29 ve 30 nolu iki lojmanı 165 gün inceleyip enerji ve ekserji analizlerini yapmıştır. İlk etapta iki lojmanın da dış duvarında ısı yalıtımı uygulaması bulunmamakta ve bu konutlar yılda yaklaşık 330 kWh/m^2 ısıtma enerjisine ihtiyaç duyduğunu gözlemlemiştir. 29 nolu lojmanı referans bırakarak 30 nolu lojmanda, binada enerji teşvik projesi kapsamında ısı rehabilitasyon çalışmaları yapmıştır. Sonuçta; 30 nolu lojman binasının, 29 nolu lojman binasına göre %51.3 daha az ısı enerjisi tükettiğini, ısı kayıplarının %81 oranında azaldığını, çalışma yaptığı 165 günlük sürede 30 nolu bloğun tüketmiş olduğu enerjiyi 29 nolu lojmanın 57 günde tükettiğini gözlemlemiştir.

Çamur (2010), "Isı Yalıtım Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yöntemiyle Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi" adlı yüksek lisans tezinde, enerji korunumunda önemli bir yere sahip olan ve binalarda yaygın olarak kullanılan ısı yalıtım malzemelerinden ekspande polistren (EPS) ile taş yününün üretiminden

kullanılmasına kadar geçen süreçte hangisinin daha çevre dostu olduğunu incelemiştir. Taş yününün çevreye daha az zarar vereceği sonucuna varmıştır.

Bolattürk (2006), "Determination Of Optimum Insulation Thickness For Building Walls With Respect To Various Fuels And Climate Zones In Turkey" isimli makalesinde, Türkiye'nin farklı iklim koşullarına sahip farklı bölgelerinde, beş farklı yakıt türü için (kömür, doğalgaz, LPG, fueloil ve elektrik) yaptığı diğer bir çalışmasında dış duvar yalıtım malzemesi olarak EPS kullanmış ve kentin içerisinde bulunduğu bölgenin iklim koşullarına ve kullanılan yakıtın cinsine göre optimum yalıtım kalınlığının 2 ile 17 cm arasında, enerji tasarrufunun %22 ile %79 arasında, bu yalıtım sisteminin geri ödeme süresinin ise 1.3 ile 4.5 yıl arasında değiştiğini belirlemiştir.

Koçu ve Korkmaz (2005), " Konya Çevresindeki Yapılarda Isı Yalıtım Uygulamalarının TS 825'e Göre Değerlendirilmesi ve Çevre Kirliliğine Etkisi" adlı makalesinde ısı yalıtım uygulamalarının TS 825' e değerlendirilmesini, Konya çevresindeki yapılarda eksik ve hatalı ısı yalıtımının çevre kirliliğine etkisini incelemiştir. Sonuçta da yapılarda ısı yalıtım uygulamasında TS 825' e uyulmadığını ve bunun neticesinde ısıtma için gereğinden fazla fosil yakıt tüketiminin arttığını tespit etmiştir.

Bayer (2006), "Binalarda Uygulanan Isı Yalıtım Sistemleri ve Örnek Bir Projede Isı yalıtım Maliyet Analizi" isimli yüksek lisans tezinde, örnek bir bina projesinde TS 825 Isı Yalıtım Kuralları' na uygun alternatif ısı yalıtım malzemeleri kullanılarak dıştan ısı yalıtım sistemleri oluşturmuştur. İlk etapta TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları' na göre mevcut binanın ısı yalıtımsız durumdaki yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ve binanın özgül ısı kaybı hesaplamıştır. Yaptığı çalışmalar doğrultusunda, dış duvarlarda dıştan ısı yalıtım sistemi uygun görmüş ve ısı yalıtım malzemesi olarak EPS, XPS ve taş yünü yalıtım malzemeleri seçmiştir. Ayrıca dolgu duvarlarda gazbeton uygulayarak kolon ve kirişleri dıştan EPS ile yalıtım çözümleri sunmuş, bu çözümlerin maliyetleri ve avantajları incelemiştir.

Yılmaz (2006), Betonarme Karkas Yapılarda Kolon ve Kirişlerdeki Isı Kayıplarının Önlenmesi" isimli yüksek lisans tezinde, örnek bir bina projesi üzerinde dış duvarlarda ve kolon-kiriş (donatılı beton) bölgelerinde oluşan ısı kayıpları hesaplamıştır. Yapılan hesaplamalar sonunda bir odanın iki dış duvar ve kolon-kiriş yüzeylerindeki ısı kayıpları incelemiş ve donatılı betonlardaki ısı kayıplarının duvarlarda oluşan ısı kayıplarından daha fazla olduğunu görmüştür. İki duvardaki toplam duvar metrajı 10,98 m^2 iken donatılı beton yüzeylerinin metrajı ise 8,08 m^2

bulmuştur. Hesaplar yüzeylerin yalıtımlı ve yalıtımsız olmasına göre ayrı ayrı yapmıştır. Yalıtımsız duvar yüzeylerdeki ısı kayıplarını 393,96 Watt (W) iken yalımlı duvar yüzeylerdeki ısı kayıplarını ise 131,32 W olarak bulmuştur. Bunun yanında yalıtımsız donatılı beton yüzeylerdeki ısı kayıplarının değerini 598,40 W iken yalıtımlı betonun ısı kaybının değerini ise 115,22 W bulmuştur. Bu alınan sonuçlardan yalıtımsız olmak üzere donatılı beton yüzeylerindeki ısı kaybı, kendi özelliğine en yakın malzeme olan duvara göre metrekare başına 2 kattan daha fazla olduğunu, yalıtımlı yüzeylerde ise ısı kaybının büyük oranda azaldığı görmüştür. Bu nedenle yalıtımsız duvarların yalıtımlılara göre ısı kaybı oranı 3 iken, yalıtımsız donatılı betonlarda ısı kaybı yalıtımlılara göre 5 daha fazla olduğu bulmuştur.

Candan (2007), "Isı Yalıtım Sistemleri ve Özelliklerinin Karşılaştırılması" isimli yüksek lisans tezinde örnek bir binanın enerji ihtiyacını ve özgül ısı kayıplarını hesaplamıştır. Daha sonra EPS ve XPS kullanarak binaya içten, ortadan ve dıştan olmak üzere 3 farklı şekilde ısı yalıtım uygulaması yapmıştır. Yaptığı hesaplamalar sonucu elde edilen yıllık ısıtma enerjisi ve binanın özgül ısı kaybı hesabı değerlerini karşılaştırmıştır. Sonuçta da dış duvarlarda dıştan yapılan ısı yalıtımı ile ısı enerjisi tüketiminin ortalama %40, binanın özgül ısı kaybında ise yaklaşık %57 azalma sağladığını saptamıştır.

Aytaç ve Aksoy (2006), "Enerji Tasarrufu İçin Dış Duvarlarda Optimum Yalıtım Kalınlığı ve Isıtma Maliyeti İlişkisi" isimli makalelerinde, Elazığ ili için, 5 farklı yakıt türü (kömür, doğalgaz, fuel oil, LPG, elektrik) ve genleştirilmiş polistren, taş yünü için optimum yalıtım kalınlıklarını hesaplamıştır. Bu hesaplamaları dıştan ve sandviç duvar modelleri üzerinde yapmıştır. Sonuçta, en iyi yakıt olarak kömür yalıtım malzemesi olarak da genleştirilmiş polistren olduğunu tespit etmiştir. Dıştan yalıtımlı bir binada, 4,6 yıl geri dönüşüm süresi ve yılda 16,359 $\$/m^2$ tasarruf elde edilmiştir. Sandviç duvarda ise bu değerler, 4,2 yıl ve 20,188 $\$/m^2$ olmuştur.

Özel ve Pıhtılı (2007), "Duvar Yönünün Yalıtım Kalınlığına Etkisi" isimli makalesinde, uygulamada çok kullanılan dıştan yalıtımlı duvarlarda, duvar yönünün yalıtım kalınlıklarına etkisi, ısı kazanç ve kayıpları açısından sayısal olarak araştırmıştır. Yaptığı çalışmada, farklı iklim şartlarına sahip olan Elazığ, İzmir ve Kars illerinin meteorolojik değerlerini kullanarak üç farklı yalıtım malzemesi için yapmıştır. Sonuç olarak, doğu ve batı yönündeki duvarlara uygulanan yalıtımın güneye bakan duvarların yalıtımına göre daha kalın olması gerektiği saptamıştır.

Ünalan ve ark. (2006), "Yapı Kabuğunda Isı Kayıplarının Azaltılması ve Bir İyileştirme Projesi Örneği" isimli makalesinde, Eskişehir Anadolu Üniversitesi

Lojmanlarını ele alarak, lojmanların dış duvarlarında meydana gelen ısı kayıpları analiz etmiş ve ısı kayıplarının azaltılmasına yönelik bir iyileştirme projesi hazırlamışlardır. İyileştirme için üç farklı ısı yalıtım malzemesi EPS ve XPS ile taş yünü seçmiş ve söz konusu bu malzemelere göre de, üç farklı öneri geliştirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, önerilen iyileştirme projesinde alternatif olarak önerilen ısı yalıtım malzemelerinin ısı iletkenlik hesap değeri aynı kabul edilerek (0,035 W/mK) yalıtım kalınlığı 5cm olduğunda, III. bölgede bulunan lojman bloğunun dış duvarlarının 0,50 W/m^2K'lik ısı geçirgenlik katsayısı ile TS 825'e uygunluk gösterdiğini gözlemlemişlerdir.

Özel (2008), "Bina Dış Duvarlarının Optimum Yalıtım Kalınlıkları İçin Dinamik Yaklaşım ve Maliyet Analizi" isimli makalesinde, Elazığ ili için optimum yalıtım kalınlığı, enerji tasarrufu ve geri ödeme süresi üç farklı yakıt türü için dinamik yaklaşım ile hesaplamıştır. Sonuçta da doğal gaz, ithal kömür ve fuel-oil için optimum yalıtım kalınlıklarını sırasıyla 0.04, 0.045 ve 0.075 m olarak bulmuştur. Yıllık tasarruflarını sırasıyla 21.98, 24.91 ve 71.15 TL/m^2 olarak hesaplamıştır. Yakıt maliyetinin artması hem optimum yalıtım kalınlığının hem de yıllık tasarrufun artmasına neden olduğunu bulmuştur. Ayrıca, en fazla yıllık tasarruf fuel-oil yakıtının kullanılması halinde elde edilirken, yalıtım kalınlığı açısından en uygun sonucun doğal gaz yakıtının kullanılması halinde elde edildiği saptamıştır.

Şişman (2005), "Binalarda Isı Yalıtımındaki Eksikliklerin Enerji Tasarrufuna Olan Etkilerinin Uygulamalı Olarak Araştırılması" isimli yüksek lisans tezinde, üç farklı yalıtım malzemesi ile Türkiye'nin tüm illeri için en uygun izolasyon kalınlığını, tasarrufun mali karşılığını, yalıtım-yatırım tutarını ve geri ödeme sürelerini hesaplamıştır.

Erdabak (2010), "Binalarda Isı Yalıtımındaki Eksikliklerin Enerji Tasarrufuna Olan Etkilerinin Uygulamalı Olarak Araştırılması" isimli yüksek lisans tezinde iç ortam ve dış ortam sıcaklıklarını sırasıyla 20 ^oC, -20 ^oC olarak ele almıştır. Önce yalıtımsız duvarda daha sonra duvara içten, dıştan ve sandviç olmak üzere, 3,5 ve 7 cm üç farklı yalıtım yapılmıştır. Sonuçta, yalıtımsız duvarda 253,5 K ile en düşük dış yüzey sıcaklığına, 291,45 K ile de en yüksek iç yüzey sıcaklık değerine, 7 cm'lik sandviç duvar yalıtımıyla erişildiğini tespit etmiştir.

Tolun (2010), "Farklı Derece-Gün Bölgeleri İçin Yalıtım Probleminin İncelenmesi" isimli yüksek lisans tezinde, Türkiye'deki dört derece-gün bölgelerinden seçilen birer şehri dikkate almış ve bina dış duvarlarına dıştan yalıtım yapıldığı ve üç farklı yalıtım malzemesi kullandığını düşünmüştür. Bina dış duvarlarına yapılan

optimum yalıtım kalınlığının derece-gün sayısı, duvar tipi, kullanılan yalıtım malzemesine göre değiştiğini hesaplamıştır. Binanın bulunduğu derece-gün bölgesi, yakıt tipi ve yalıtım malzemesine en uygun optimum yalıtım kalınlığının hesaplanmasının, enerjinin korunması ve geri ödeme sürelerinin düşürülmesi için önemli olduğu sonucuna varmıştır.

Aydın ve ark. (2011). " Konutlarda Kullanılan Farklı Duvar Çeşitlerinin Isı Yalıtım Performanslarının İncelenmesi" isimli makalesinde, ülkemizde en çok tercih edilen duvar çeşitlerinin ısı yalıtım performansı deneysel olarak belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla gerçek yapı özellikleri taşıyan 1/3 oranında küçültülmüş betonarme karkas bir yapı imal edilerek, kolon açıklıkları yatay delikli tuğla, düşey delikli tuğla, bims, gaz beton, harman tuğla ve sandviç duvar uygulamalarıyla tamamlamışlardır. Kurulan model yapı içerisine bir ısı kaynağı yerleştirilerek termostatlar yardımıyla içerdeki ısının sabitlenmesi sağlamış, yapının ısı dengesinin sağlamak amacıyla ısı kaynağını 30 gün boyunca çalıştırmış ve daha sonra her duvar yüzeyinden termal kamera ile görüntüler almışlardır. Sonuçta, hem deneysel çalışmalar hem de hesap yöntemiyle elde edilen verilerin kullanılan malzemelerin Isı iletkenlik hesap değeri(λh)nin paralel olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca deneysel çalışmalar ve hesap sonucunda elde edilen duvarın ısı geçirgenlik katsayısı ($U_{D)}$ değerleri TS 825' de tavsiye edilen maksimum değerden daha yüksek olduğu görmüşlerdir. Bu nedenle yapının bulunduğu bölge, kullanılan duvar çeşidi ve kalınlıkları göz önüne alındığında tüm duvarlarda ısı yalıtımı yapılmasının gerekliliğini ortaya koymuşlardır.

Aksoy ve İnallı (2003), "Bina Kabuğundaki Yalıtım Uygulamalarının Isıtma Enerjisine Etkisinin Sayısal Analizi" isimli makalelerinde, bina kabuğu (dış duvar) içten, dıştan ve çift duvar arası (sandviç) ısı yalıtımlı, biçim faktörü 1/1 olan binanın yönlendiriliş konumundaki üç alternatifinin, yıllık ısıtma enerjisi miktarları hesaplamışlardır. Hesaplamalarında, Elazığ ile 1999 yılı iklimsel verilerini kullanmıştır. Çalışmalarının sonucuna göre, en az ısıtma enerjisi tüketimi, içten yalıtımlı binada gerçekleştiğini saptamışlardır.

Aydın (2010), "Yapı Düşey Dış Kabuğu Isı Yalıtım Uygulamaları İle Enerji Verimliliği Arasındaki İlişkinin İncelenmesi" isimli doktora tezinde, 2. derece gün bölgesinde bulunan Trabzon ilinde yaptığı çalışmada, Türkiye genelinde ısı yalıtımının kullanımına ve doğru duvar konstrüksiyonu seçimlerine ilişkin öneriler oluşturularak nitelikli konut inşaatında yardımcı bir kaynak oluşturulması ve yapı sektörüne kaynak olabilecek öneriler sunmuştur.

Değirmenci (2010), “Türkiye’de Uygulanan Yalıtım Tekniklerinin Araştırılmasında Termal Kameranın Etkin Biçimde Kullanılması” isimli yüksek lisans tezinde, termal kamera çekimleri ile bina ya da diğer sektörlerin yalıtımlı ve yalıtımsız durumları arasındaki farkları incelenmiştir. Marmara Bölgesi sınırları içerisinde bulunan Yahya Kaptan Blokları ve Yalova Termal Bölgesi’nde yaptığı incelemeler sonucu termal kamera ile elde edilen bulgular her iki bölgede de sorunlar ve bu sorunlara ilişki çözüm önerilerini ortaya koymuştur. Sonuç olarak; yeni ve mevcut yapılarda ısı yalıtım uygulamaları yapılarak, enerji kaynaklarının verimli şekilde kullanılmasıyla enerji tasarrufunun yanında, konutlarda sağlık ve konfor şartlarının sağlanmasını, sağlam ve daha uzun ömürlü yapılara sahip olunmasını, hava kirliliğinin azalması ile çevrenin korunmasında büyük katkılar sağlamış olunacağını saptamıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu tez çalışmasında materyal olarak, mevcut ve uygulama aşamasında olan mimari yapılardan 7 adet Erzincan'dan, 3 adet Konya'dan olmak üzere toplam 10 adet apartman, TS 825'e göre apartmanların dış kabuğuna uygulanan ısı yalıtımı malzemeleri ve enerji performansı hesabı için bilgisayar programı, illerin meteorolojik verileri ve termal kamera kullanılmıştır. Mevcut ve yapım aşamasındaki apartmanların ısı kaybeden yüzeyleri olarak duvarlarında, döşemelerinde ve tavanlarında yapı elemanlarından iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kayıpları hesaplanmıştır. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı bulunmuştur. Duvarlardaki yapı elemanlarından yatay delikli tuğla, bims blok, ısı yalıtım malzemelerinden ise Expande Polistren Köpük (EPS), Extrude Polistren Köpük (XPS) örneklerinin olduğu apartmanlar seçilmiştir. Dış duvarlardaki duvar-döşeme, kolon-kiriş, doğrama-duvar vb. birleşim detaylarında oluşan ısı köprülerinin tespiti için termal kamera kullanılmıştır.

Erzincan İlinin Meteorolojik Verileri

Erzincan Doğu Anadolu Bölgesinin Kuzey Batı bölümünün yukarı Fırat havzasında, 39^0 02`- $40^0$ 05` kuzey enlemleri ile 38^0 16`- 40^0 45' Doğu boylamları arasında yer almaktadır. Erzincan, karasal iklim özelliğine sahiptir. Ancak, yüzey şekilleri, ovaları ve dağlarla çevrili olması yer yer değişik karakterli iklimlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Anonim, 8).

Erzincan'ın en soğuk ayı olan Ocak'ın ortalama sıcaklığı -3.0 ^oC, en sıcak ayı olan Ağustos' un ortalama sıcaklığı ise 23,8 ^oC olduğu görülmektedir (EK-3). Maksimum güneşlenme süresi Temmuz ayında 10.48 saat-dakika olurken, maksimum sıcaklık yine Temmuz ayında 40.6 ^0C, en düşük sıcaklık ise Ocak ayında -26.7 ^0C' dir. Sıcaklık farkı 67,3 ^0C' dir. En yağışlı mevsim ilkbahar olup, yağışın yüzde 39`u bu mevsimde, yüzde 26`sı sonbahar, yüzde 22`si kış, ve yüzde 13`ü de yaz mevsiminde olduğu kaydedilmektedir. Yıllık nem ortalaması ise % 62`dir (Anonim, 9).

Erzincan, çevre illere göre daha uzun ve sıcak yaz mevsimi yaşamaktadır. Kış mevsiminde doğudan gelen Sibirya kaynaklı hava kütlelerinin tesirinde kaldığı için sert kış günleri yaşanmaktadır (Anonim, 8).

Konya İlinin Meteorolojik Verileri

Konya ili 36º 22' ve 39º 08' kuzey enlemleri ile 31 14' ve 34 27' doğu boylamları arasında yer alır. Konya büyük bir bozkırı andırır. İç Anadolu bölgesinin

güney kısmında yer alan Konya'da kışlar sert, soğuk ve kar yağışlı, yazlar sıcak ve kurak geçer. Konya'da yaşanan en düşük sıcaklık 06.02.1972 tarihinde -26.5 ^{0}C, En yüksek sıcaklık 30.07.2000 tarihinde 40.6 ^{0}C, sıcaklık farkı 67,1 ^{0}C' dir. En hızlı rüzgar 28.02.1989 tarihinde 122.4 km/sa' tir. Nem oranı %60 tır (EK-4) (Anonim 9).

3.2. Yöntem

Tez çalışmasında yöntem olarak, ilk etapta çalışmanın konusu ve kapsamı belirlendikten sonra genel bir araştırma ve literatür taraması yapılmıştır.

Mimari uygulama projesi ve sistem detayları, ısı yalıtım projesindeki malzemeler ve nokta detayları ile bütünlük sağlamalı, ısı yalıtımında sürekliliği sağlayacak şekilde, duvar, pencere, döşeme vb. bileşim detaylarını ihtiva etmelidir. 2008 yılından önce projeleri çizilmiş olan binaların bu kurallara uymadığı konusunda çalışmalara rastlanmıştır. Son olarak 2008 yılında yayınlanan "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" standardına uygun mimari projelerin ve detaylarının hazırlanması için araştırmaya ve incelemeye dayalı bir çalışma yapılması hedeflenmiştir.

Bu çerçevede geçmişten günümüze kadar revizyona uğrayarak gelen ısı yalıtım kuralları ve standartları, ısı yalıtım malzemeleri, bu malzemelerin bina dış kabuğuna uygulanması ve bina enerji performansı konusunda kitaplar, tezler, sempozyum bildirileri, makaleler ve web ortamındaki dökümanlar temin edilmiştir.

Literatür taramasından sonra, ısı yalıtım malzemesi üreten tesislere gidilmiştir. Malzemelerin teknik özellikleri, üretim şekilleri, üretilen malzemelerin hangi ebatlarda, hangi özelliklerde üretildikleri ve üretim safhaları gözlemlenmiştir.

Pilot bölge olarak seçilen, ülkemizin soğuk bölgesinden Konya ve en soğuk iklim bölgesinde bulunan Erzincan il merkezlerindeki mevcut ve yapım aşamasındaki apartmanlardan örnekler seçilerek tez sınırlandırılmıştır. Sonra belediyelerden incelenen binaların projeleri temin edilmiştir. Örnek projelerin yapıldığı şantiyelere gidilerek, ısı yalıtım uygulamaları şantiyelerde gözlemlenmiş, uygulama ve detay fotoğrafları çekilmiştir.

Bütün bu aşamalardan sonra bilgisayar programı kullanılarak yapı kabuğunda ısı yalıtımı yapılmadığında binanın yıllık enerji ihtiyacı, özgül ısı kaybı ve yapı kabuğu detaylarında yoğuşmanın olup olmadığı tespit edilmiştir. Isı yalıtımı yapıldıktan sonra termal kamera yardımıyla ısı kayıplarının olup olmadığı incelenmiştir. Bu hesaplar sonucunda binaların yıllık enerji ihtiyacı, özgül ısı kaybı ve yoğuşma grafikleri çizilerek karşılaşılan sorunlar açıklanmış ve çözüm önerileri ortaya konulmuştur.

4. APARTMANLARIN DIŞ KABUĞUNA UYGULANAN ISI YALITIMININ BİNA ENERJİ PERFORMANSINA ETKİSİ

Yapı kabuğu; doğal çevre ile sınırlandırılmış (yapay) çevre arasında bir filtre görevi üstlenen, iç ortamdaki kullanıcının gereksinme duyduğu konfor şartlarının sağlanarak korunmasında önemli fonksiyonlar üstlenen taşıyıcı elemandır (Gür ve Aygün, 2008). 1990-2008 yılları arasında Türkiye'nin toplam enerji tüketimi % 100, enerji üretimimiz ise sadece % 7 oranında artmıştır. Bu durum dışa bağımlılığımızı % 50'lerden % 75'lere çıkartmıştır. 1970–2007 yılları arasında nihai enerji tüketiminin yaklaşık %30'u konutlarda gerçekleşmiştir (Bilal, 2010). Bu bilgiler ışığında, 8,65 milyon binanın 18,4 milyon konutun bulunduğu ülkemizde ısı yalıtımı en iyi enerji tasarrufu sağlayan sistemdir (Anonim 1).

4.1. Apartmanların Dış Kabuğuna Uygulanan Isı Yalıtımı

Apartman üç veya dört adetten fazla, ikamete mahsus bir konut türüdür. Apartmanlar ikamete ayrılmış dairelerden oluşmaktadır. Daire, etrafı kapalı, tavanı örülmüş, doğrudan sokak, koridor veya genel bir yere açılan, kendisine mahsus müstakil kapısı olan, bir veya birden fazla odaya sahip ikamete mahsus meskenlerdir (Ulusoy, 2006).

Mevsim şartlarına göre binayı ısıtmak veya soğutmak için sağlanan soğuk ya da sıcak havanın dışarıya kaçmasını/girmesini önleyerek ısı ekonomisi ve ısıl konfor sağlamak amacıyla yapılan sistemlere ısı yalıtımı denir (Ekinci, 2005).

Tez çalışması kapsamında dış duvarlara mantolama usulüyle ısı yalıtımı uygulaması incelenmiştir.

Apartmanların dış kabuğuna; dıştan yalıtım, ortadan (sandviç)yalıtım, içten yalıtım, kolon-kiriş ve perde duvarların yalıtımı, toprak temaslı dış duvar ve subasman yalıtımı olmak üzere 5 şekilde ısı yalıtımı yapılır. Dış duvara uygulanan yalıtım mantolama sistemi ve havalandırmalı dış duvar yalıtımı olmaz üzere 2' ye ayrılır. Tez kapsamında mantolama usulü yalıtım incelenmiştir.

4.1.1. Isı yalıtım malzemeleri

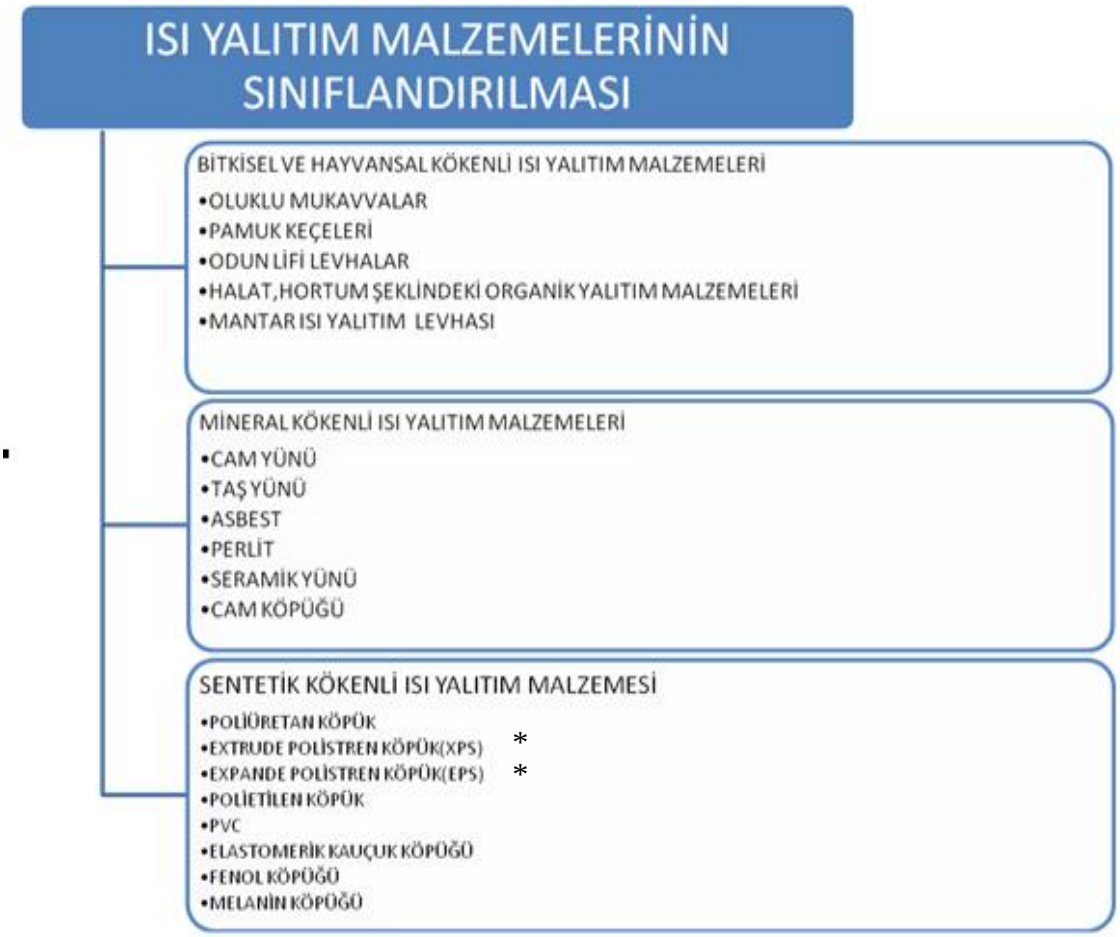
Isı yalıtım malzemesi, Türk standartları TS 825 ve Alman DIN normu 4108'e göre sentetik kökenli extrude polistren, poliüretan, fenol köpüğü, mineral kökenli cam köpüğü, taş yünü ve bitkisel-hayvansal kökenli pamuk keçeleri, oluklu mukavvalar gibi

ısı iletkenlik değeri (λ) 0.060 W/mK değerinin altında olan malzemelere denir (Ekinci, 2003).

Yalıtımda kullanılan her malzemenin standartlara uygun olması, kullanılan detaya göre malzeme seçimi, bina sağlığı ve yalıtımın performansı açısından büyük önem taşımaktadır (Rubacı, 2006)

Isı yalıtım malzemeleri yapıldıkları ana malzemeye göre aşağıdaki guruplara ayrılır (Çizelge 4.1)

Çizelge 4.1. Isı yalıtım malzemelerinin sınıflandırılması (*Çalışmada örnek olarak seçilen malzemeler)



Piyasada çeşitli ısı yalıtım malzemeleri bulunmaktadır. Çalışma kapsamında örnek olarak seçilen apartmanlarda XPS ve EPS kullanılmıştır.

- Extrude polistren köpük (XPS)

Ekstrüde polistren levha (XPS- Haddelenmiş polistren köpük), polistren hammaddesinin ekstrüzyonla levha halinde çekilmesiyle üretilen bir ısı yalıtım malzemesidir (Candan, 2007).

Ekstrüde polistrenin avantajlarının kaynağı üretim teknolojisini oluşturan haddeleme (ekstrüzyon) işlemi ve bunun sonucunda ortaya çıkan kapalı gözenekli hücre yapısıdır (Güç, 2005). Şekil 4.1.'deki XPS levhaların kapalı hücre yapılarının şekilleri itibariyle su alma durumları azdır. Tüm yoğunluklar için su alma yüzdesi hacminin % 1'i kadardır. Bu nedenle teras çatı sistemleri için iyi bir yalıtım malzemesidir. Malzeme higroskopik veya kapiler değildir (Anonim 2).



Şekil 4.1. XPS levhalar

Malzemenin hammaddesi olan tanecikler halindeki polistren, üretim hattına girdikten sonra eritilir, başka katkı maddeleri eklenip ve köpük yapısının sağlanabilmesi için şişirme ajanı ilave edilir. Bu karışım belirli ısı ve basınç koşulları altında bir hat boyunca istenilen kalınlıkta çekilir. Hatta çıkan malzemenin boyunun ve yüzey yapısının (kenar binileri, kanallar, pürüzlendirme) ihtiyaçlar doğrultusunda düzenlenmesiyle son ürün elde edilmiş olur. Bu sürecin sonucunda bal peteği formunda hücre çeperlerinden oluşan, kapalı gözenekli hücre yapısına sahip ekstrüde polistren elde edilmiş olur (Güç, 2005). Çizelge 4.2.'de XPS' nin fiziksel ve mekanik değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.2. XPS'in fiziksel ve mekanik değerleri (Güç, 2005)

Isı iletim katsayısı yüzeyi pürüzlü	0.031 W/mK
Isı iletim katsayısı yüzeyi pürüzsüz	0.028 W/mK
Su buhar difüzyon direnç faktörü	80-250
Yoğunluğu	25-45 kg/m^3
Mekanik dayanımı	10-50 ton/m^2
Hacimce su emme	%0-0.5
Kullanım sıcaklıkları	-50^{0}C/ +80^{0}C
Yangın sınıfı	B1
25 kg/m^3 de mekanik dayanımı	0,15 N/mm^2
35 kg/m^3 için mekanik dayanımı	0,30 N/mm^2
38 kg/m^3 için mekanik dayanımı	0,50 N/mm^2

Polistren termoplastiktir, işlendikten sonra yeniden üretim hattına sokulabilir. Bu nedenle ekstrüde polistren tesisleri genellikle zayiatsız çalışırlar. Bir takım nedenlerle kullanılmayan, bini veya kanal açılmasında açığa çıkan malzemeler toplanır, gerekli işlemlerin ardından ilk tanecik formuna getirilir ve yeni imalatlarda kullanılır (Güç, 2005).

XPS üretiminde şişirici gaz olarak HCFC (Hidrokloraflorür) kullanılmaktadır. Üretimde açığa çıkan HCFC ozon tabakasına zarar vermektedir (Bayer, 2006). XPS' ler plastik esaslı olduğu için birçok kimyasal maddeye karşı duyarlıdır. Özellikle tiner gibi çözücü maddelerle ve bazı yapıştırıcılarla birlikte kullanılmamalıdır (Paralı, 2009).

XPS' ler cephe kaplaması olarak, giydirme cephede duvarların içten ve dıştan yalıtımları ile toprak altı dış duvar yalıtımlarında kullanılabilir. Polimer esaslı ince sıva ile kullanılır. Su ve rutubetten direk olarak etkilenmez. Hatta dış duvardaki rutubeti içeri taşımayarak duvar iç yüzeyinin kurumasını sağlar. İçten yapılan yalıtımlarda malzeme üzerine alçı sıva veya alçı pano kullanılabilir. Teras çatı ve normal döşeme yalıtımında da kullanılabilir (Paralı, 2009).

Isı Yalıtımında XPS Kullanımının Avantajları:

- Enerji tasarrufu sağlar. Çevre kirliliğini önler.
- XPS ürünleri diğer plastiklerle karıştırılmadan geri dönüşümde kullanılabilirler.
- Donma-çözülme döngüsünden etkilenmez.
- Su emmediği için uygulama sırasındaki isçilik hatalarından olumsuz etkilenmez.

- Kapalı gözenekli ve homojen hücre yapısına sahiptir.
- Yüksek ısı yalıtım performansı sayesinde bina kabuğunu sıcak tutarak ısısal konfor sağlar.
- Yüksek basma dayanımı sayesinde yürünebilen zeminlerde ve çatılarda pratik detay çözümlerine imkân verir.
- Her çeşit kesici aletle kesilebilir, ufalanmaz, fire vermez.
- Her türlü hava şartında uygulanabilir.
- Hafiftir ve kolay işlenebilir. Kolayca sökülebildiğinden uygulama sonrası kolaylık sağlar.
- Isı iletkenlik Katsayısı diğer ısı yalıtım malzemelerine göre düşüktür. Bu sebeple diğer yalıtım malzemelerinden daha az kalınlıkta uygulanabilir (Sipahioğlu, 2007).

- Ekspande Polistren Köpük (EPS)

Ekspande Polistren Sert Köpük (EPS-Genleştirilmiş Polistren Köpük), petrolden elde edilen köpük halindeki termoplastik, kapalı gözenekli bir ısı yalıtım malzemesidir (Anonim 2). Ülkemizde ilk olarak 1960'lı yılların başında soğuk hava depoları ile ticari buzdolabı üreticilerinin ihtiyacını karşılamak üzere üretilmeye başlanmış ve 1986'ya kadar kullanılmıştır. Türkiye'de 1986'dan sonra inşaat sektörüne girmiştir (Anonim 3).

Şekil 4.2.'de gösterilen EPS mükemmel ısı yalıtım özelliğini m^3 başına düşen 3-6 milyar olan küçük kapalı gözeneklere borçludur. Malzemenin % 98'i havadır. Bu nedenle hafif malzemelerdir. Yoğunlukları 10-30 kg/m^3 arasında değişir. Ancak istenirse yoğunluk 60 kg/m^3'lük değerlere çıkarılabilir. Yapı sektöründe genellikle 13-20 kg/m^3 yoğunluğa sahip olanları kullanılır. Yoğunluğun artmasıyla basınç dayanımı, buhar geçirimsizliği ve fiyatı da artar. EPS'lerin en önemli özelliği ısıl iletkenliklerinin düşük olmasıdır (Paralı, 2009, Anonim 3, 2009). EPS blok halinde ve kesilmek suretiyle levha haline getirilir veya levha şeklinde kalıp içinde genleştirilerek üretilebilir. 500×1000 mm ebatlarında veya istenilen ebatlarda da üretilebilir (Bayer, 2006). EPS yanıcı bir malzemedir. Ancak içine özel maddeler karıştırarak zor alev alıcı veya kendi kendilerine sönen tiplerini de elde etmek mümkündür (Akıncı, 2007).



Şekil 4.2. EPS' nin uygulama şekli

EPS Yalıtım Levhalarının Özellikleri;

- Yüksek ısı yalıtımı sağlar (λ_{hesap}=0,033–0,040 W/mK). Yoğunluğu arttıkça ısı iletkenliği azalır. EPS'nin ısı iletkenliği düşük olduğu gibi, sabittir; şişirici gaza ve zamana bağlı olarak değişmez.
- Basınca dayanıklıdır. Yoğunluk arttıkça basınç dayanımı artar. Kırılgan değildir. Isı yalıtım malzemesi olarak yüksek bir eğilme dayanımı vardır.
- Kapalı gözenekli olduğu için pratik olarak ıslanmaz, yalıtımı sürekli yapar. Kapiler su geçirimliliği yoktur ve higroskopik değildir.
- Buhar geçirimsizliği istenilen değerlerde ayarlanabilir. Yoğunluk arttıkça buhar geçirimsizliği de artar.
- Kalınlığı zamanla incelmez, sabit kalır.
- Çok hafiftir, kolay taşınır, kolay uygulanır.
- Ekonomik yalıtım malzemesidir. Aynı ısıl performansı daha düşük maliyetle sunar.
- Çevre dostu bir malzemedir. İçinde ozon tabakasına zarar verici CFC (Kloroflorokarbon)'lar ve türevleri (HCFC'ler) yoktur. İklim değişikliklerine sebep olmaz. Geri dönüşümlü (Recycle) bir malzeme olup, üretim sonrası çevreyi kirletecek atık oluşturmaz.
- Sonsuz ömürlüdür. Bina durdukça yalıtım görevine ilk günkü performansı ile devam eder.
- Özel üretilmiş EPS, düşük dinamik rijitliği ve esnekliği ile ses yalıtımında da başarılıdır (Anonim 3)

Çizelge 4.3.'de EPS'nin ısı iletim katsayısı, yoğunluğu, mekanik dayanımı, yangın sınıfı vb. teknik özellikleri gösterilmektedir.

Çizelge4.3. EPS'nin fiziksel ve mekanik özellikleri (Anonim 3)

Isı İletkenlik Katsayısı	0.035 W/mK
Su Buhar Difüzyon Direnç Faktörü	20-250
Yoğunluğu	10-40 kg/m^3
Mekanik Dayanımı	5-15 ton/m^2
Hacimce Su Emme Oranı	%1.1-2,5
Kullanım Sıcaklıkları	-180 ^{0}C/+100 ^{0}C
Yangın Sınıfı	B1 ve B2
Basınç Mukavemeti	0.01-0,4 N/mm^2
Bükülme Dayanımı	0,16-0,50 N/mm^2

EPS 'nin başlıca tercih edilme nedenleri şunlardır;

- Yüksek ısı yalıtımı sağlar (λ_{lab}=0,030, λ_{hesap}=0,058 W /mK).
- Ekonomik yalıtım malzemesidir.
- Basınca çok dayanıklıdır. Yoğunluk arttıkça basınç dayanımı artar.
- Kapalı gözenekli olduğu için pratik olarak ıslanmaz, ısı yalıtımı özelliğini korur.
- Kapiler ve higroskopik değildir.
- Sonsuz ömürlüdür. Bina durdukça yalıtım görevine devam eder.
- Çok hafiftir, kolay taşınır, kolay uygulanır.
- Buhar geçirimsizliği yüksektir. Yoğunluk arttıkça buhar geçirimsizliği de artar.
- Mikroorganizmalar için bir besin maddesi değildir. Küflenmez, çürümez, kokmaz (Paralı, 2009).

EPS'nin kullanım alanları

- Binalarda eğimli ve teras çatıların ve teras bahçelerin ısı yalıtımında
- Binalarda döşemelerin ısı yalıtımında
- Binalarda tavanların ısı yalıtımında
- Binalarda çıkmaların ısı yalıtımında
- Binalarda yüzer döşemelerde darbe sesi yalıtımında
- Binalarda hava sesi yalıtımında çok örtülü elemanların oluşturulmasında
- Soğuk hava depolarının ısı yalıtımında

- Kümeslerin ısı yalıtımında
- Boruların yalıtımında
- Boru, tank, depo yalıtımında (Anonim3, Anonim 8).

4.1.2. Isı yalıtımında kullanılan yardımcı malzemeler

Yapılarda ısı yalıtım malzemelerinin yanı sıra uygulama için yapıştırıcılar, dübeller, sıva donatı filesi, yalıtım levhası sıvası, köşe profili, su basman profili, son kat dekoratif kaplama gibi yardımcı malzemeler kullanılır.

- Yapıştırıcılar

Isı yalıtım levhalarının düşey veya yatay yüzeylere yapıştırılması amacı ile kullanılan organik polimer katkılı, mala ile uygulanan çimento (mineral) esaslı ısı yalıtım levhası harcıdır. Mineral esaslı yapıştırıcının uygun olmadığı durumlarda uygulama yüzeyleri üzerine sistem üreticisinin tavsiyesine bağlı olarak akrilik esaslı veya çimento-akrilik esaslı yapıştırıcı kullanılmalıdır (Şekil 4.3) (Yılmaz, 2006).



Şekil 4.3. Yapıştırıcı ve hazırlanışı

- Dübeller

Yalıtım levhalarını uygulama yüzeyine mekanik olarak tespit etmek için kullanılan, geri dönüşüme uğramamış plastikten mamul veya tercihen polyamit esaslı, geniş baslıklı, minimum 0,20 kN çekme dayanımına sahip mekanik tespit elemanıdır (Şekil 4.4). Isı yalıtım plakalarının gazbeton, beton, tuğla gibi yüzeylere montajında kullanılır. Böylece yalıtım yapılan cephedeki rüzgar ve türbülans etkilerini azaltır. Standart bir uygulamada kullanılacak dübel adedi; 6 dübel/m^2 olarak kabul edilse de

cephe yüksekliği ve çevre şartları metrekare başına kullanılacak dübel sayısını etkiler. İyi bir uygulama için dübellerin duvara en az 2 cm girmesi gereklidir.



Şekil 4.4. Dübeller.

Dübellerin tutunacağı arka yüzeyin (beton, gazbeton, vb malzemelere göre) gerekli tutunmayı sağlaması için, mutlaka sistem üreticisi firmaların görüşüne başvurulmalı, yüzeye göre plastik veya çelik çivili dübeller tercih edilmeli ve çelik çivilerin baslıkları ısı köprüsü oluşumunu önleyecek biçimde yalıtılmış olmalıdır (Akıncı, 2007).

- Sıva Donatı Filesi

Mesh aralığı boyutları 3.5x3.5, 4x4 veya 5x5 olan, alkali ortama dayanıklı, 145-160 gr/m^2 ağırlıkta cam elyaf esaslı tekstil malzemesidir. Sıva filesi; ısı yalıtım levhalarının üzerine kaplanan sıvada oluşacak çekme gerilmelerini karşılamak ve çatlamasını önlemek amacı ile kullanılır (Şekil 4.5). Yüksek darbe dayanımı gereken yüzeylerde en az 340 gr/m^2 ağırlığındaki donatı fileleri kullanımı tavsiye edilir (Karaca,2007).



Şekil 4.5. Sıva donatı filesi.

- Yalıtım Levhası Sıvası

Isı yalıtım levhaları üzerine uygulanan ve ilk kat uygulamadan sonra içine sıva donatı filesi yerleştirilerek bir kat sıva ile sıvanarak tamamlanan organik polimer katkılı sıva malzemesidir (Şekil 4.6). Sıva, sentetik katkılarla kalitesi artırılmış, ıslak halde uzun işlenebilme süresi olan, priz aldıktan sonra yağmur darbelerine, donma çözünme döngülerine dayanıklı, su ile karıştırılarak hazırlanan çimento bazlı olmalıdır. Çatlama riskinin yüksek olduğu yerlerde, üreticinin tavsiyesine göre, akrilik esaslı veya çimento-akrilik yapıştırıcı kullanılmalıdır (Akıncı, 2007).



Şekil 4.6. Isı yalıtım levhalarının dış katmanına uygulanan sıva harcı

- Köşe Profili

Bina köşeleri ve pencere kenarlarındaki dış köşeleri mekanik etkilerden korumak ve düzgün köşeler elde etmek için plastik veya alüminyumdan imal edilmiş, cam elyaflı donatı filesi takviyeli veya takviyesiz, alkali ortama dayanıklı köşe profilleridir (Şekil 4.7). Balkon, çıkma gibi bölümlerde yağmur vb. su akıntılarının yapı yüzeyine zarar vermeden uzaklaştırılmasında kullanılır (Yılmaz, 2006).



Şekil 4.7. Köşe profili

- Su Basman Profili

Şekil 4.8’ de gösterilen su basman profili, ısı yalıtım levhaların başladığı seviyede sistemi yağmur ve rüzgâr gibi mekanik ve dış etkilerden korumak, sıva uygulamasında mastar görevi görmek amacıyla kullanılan ve başlangıç seviyesinde mekanik olarak tespit edilen alüminyum veya galvanize sacdan yapılmış referans profildir (Anonim 4).



Şekil 4.8. Subasman profili (Anonim 10)

- Son Kat Dekoratif Kaplama

Yalıtım levhası sıvasının üzerine dekoratif ve dış etkilere karşı sistemi koruma amaçlı uygulanan TSE veya TSEK belgeli çimento, akrilik veya silikon esaslı cephe kaplama malzemeleridir. Dekoratif kaplamaların renklendirme veya yenileme amacı ile boyanması durumunda TS 5808’e uygun, solvent içermeyen dış cephe boyası kullanılmalıdır (Karaca, 2007). Şekil 4.9’ da son kat dekoratif kaplama uygulaması görülmektedir.



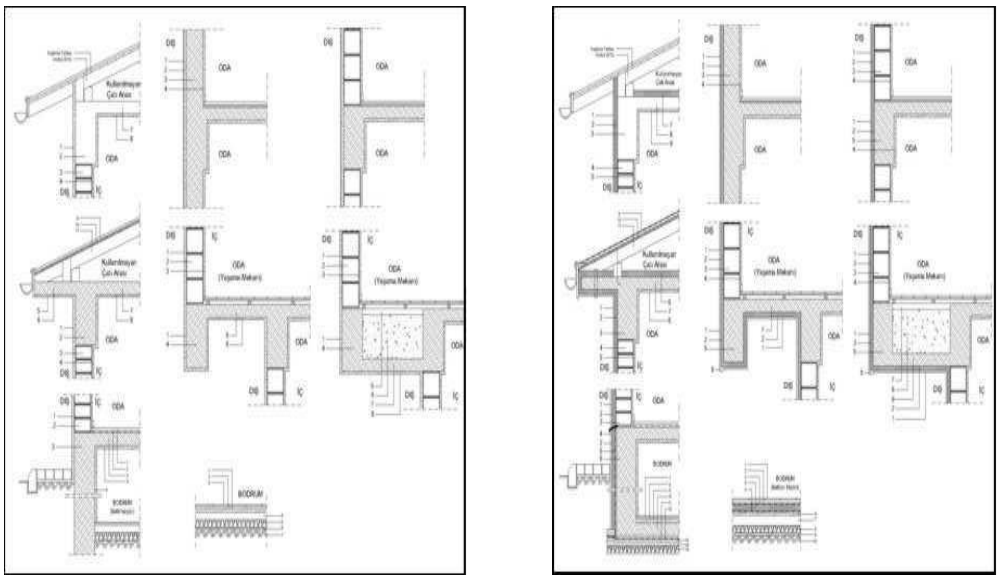
Şekil 4.9. Son kat dekoratif kaplama uygulaması

4.1.3. Isı yalıtımı uygulaması

Dış duvarlar; dıştan yalıtım, ortadan yalıtım, içten yalıtım, kolon kiriş ve perde duvarların yalıtımı, toprak temaslı dış duvar ve subasman yalıtımı olmak üzere 6 farklı şekilde yalıtılır. Ayrıca dıştan yalıtımda mantolama sistemi ve havalandırmalı dış duvar yalıtımı olmak üzere 2 şekilde yalıtılır. Tez kapsamında uygulama alanı fazla olan mantolama incelenmektedir.

Mantolama, ısı yalıtımı sağlamak amacıyla üretilen levha formundaki yalıtım malzemelerinin, yapıların; dış duvar, kolon, kiriş bölümlerinde uygulanması işlerinin bütünüdür (Anonim 5).

Şekil 4.10'da dıştan ısı yalıtımlı ve yalıtımsız apartmanların balkon duvar birleşimi, düşük döşemeli balkon duvar bileşimi ve çıkma duvar bileşim detayları verilmiştir.



Şekil 4.10. Dıştan yalıtımlı ve yalıtımsız duvar (Koçu, Dereli, 2010)

Isı yalıtım levhalarının montajına başlamadan önce bina veya cephenin yüzeyine yatay ve dikey olarak ip çekilerek hizalanmalıdır. Sistemin ısı yalıtımı yapılmayacak bölümlerle kesiştiği noktalarda mutlaka uygun profiller kullanarak ya da sıva ile kapatarak ısı yalıtım kalitesini korumak gerekir (Akıncı, 2007).

Isı yalıtımı yapılacak yüzeyler işleme hazırlandıktan sonra mantolama işlemine geçilir. Mantolama işlemi subasman profillerinin çakılması, yüzeye ısı yalıtım levhalarını yapıştırılmasını sağlayan yapıştırma harcının hazırlanması, ısı yalıtım levhalarının yüzeye uygulanması (yapıştırılması), dübelleme işlemi, ön sıva katmanın

uygulanması, yalıtım filesinin uygulanması, sıva katmanın uygulanması, son kat kaplamanın uygulanması ve diğer dekoratif kaplamalar gibi işlemleri içerir (Şekil 4.11). Ancak bu işlem basamakları yalıtım yapılacak yüzey ve yalıtım malzemesine bağlı olarak değişebilir (Karaca, 2007).



Şekil 4.11. Levha halindeki ısı yalıtım malzemelerinin duvara uygulanışı (Akıncı, 2007)

Levha halindeki ısı yalıtım malzemelerin yüzeye uygulanmasında önce başlangıç profili yüzeye yerleştirilir. Profiller, ipinde ve terazisinde olmasında dikkat edilerek duvarlara özel dübelleri ile 50 cm aralıklarla tespit edilir. Ayrıca duvar ile başlangıç profili arasındaki girinti ve çıkıntıları gidermek amacıyla farklı kalınlıktaki plastik takozlar kullanılabilir. Bodrum katı kullanılacak binalarda toprak altı seviyeden gelen ısı ve su yalıtım sistemi damlalıksız başlangıç profili ile birleştirilir (Şekil 4.12) (Altınışık, 2006, Akıncı, 2007, Karaca, 2007).



Şekil 4.12. Başlangıç profilinin duvara uygulanması (Karaca, 2007)

Eğer bodrum katı yok ise veya kullanılmayacaksa başlangıç profili su basman seviyesinin 20 cm altına kadar tespit edilir. Yatayda ve düşeyde profilin düzgün tespit edilmesi, tüm sistemin sağlıklı uygulanması için büyük önem taşır. Başlangıç profilin ölçüsü, tercih edilen yalıtım levhasının kalınlığına ve uygulanacak sisteme göre belirlenir. Duvar ile başlangıç profili arasındaki girinti ve çıkıntıları gidermek amacıyla farklı kalınlıktaki gönye elemanları kullanılabilir. Köşe bağlantılarında ise, başlangıç profillerinin köşeye uygun olarak açılı kesilmesi ile oluşturulur (Anonim 3).

Yalıtım levhalarının üzerine eklenecek levhalara başlangıç referans noktası olacak olan başlangıç profillerinin duvara uygulanmasından sonra levhalar yapıştırma harcı ile duvara yapıştırılır. Yapıştırma harcı hazırlanırken ortalama 6 lt kadar su ile 25 kg 'lik çimento esaslı yapıştırma harcı, düşük devirli bir mikser veya mala ile topak kalmayacak şekilde karıştırılmalıdır (Şekil 4.13). Hazırlanan yapıştırıcı hazırlandıktan ve 10 dakika dinlendirildikten sonra levhalara uygulanmalıdır.



Şekil 4.13. Yalıtım harcının hazırlanması

Yalıtım levhalarını yapıştırılacak yüzeylerinin kenarları boyunca bir çerçeve oluşturacak şekilde yapıştırıcı sürülür. Orta kısımlara da noktasal olarak yapıştırıcı sürülür. Noktasal yapıştırıcı, dübel uygulanacak yüzeye denk gelecek şekilde ve minimum 5 kg/m^2 olacak şekilde uygulanmalıdır (Şekil 4.14). Yalıtım levhalarının birleşim derzlerine yapıştırıcı bulaştırarak ısı köprüleri ve düzensizlikler oluşturulmamalıdır. Levha yüzeyinin en az %40'ı 1-2 cm kalınlığında yapıştırıcı ile kaplanmış olmalıdır (Anonim 2).

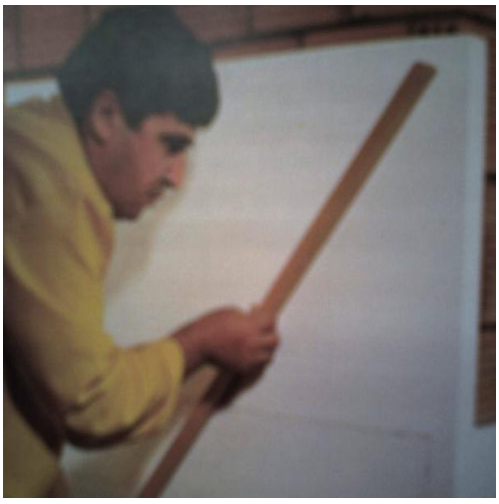


Şekil 3.14. Yapıştırıcı harcın yalıtım levhasına noktasal olarak uygulanması

Eğer uygulama yüzeyi çok düzgün ise yalıtım levhalarının yapıştırılacak yüzünü tamamen kaplayacak şekilde yapıştırıcı sürülür. Daha sonra bu yüzey 8 mm kalınlığındaki dişli mala ile taranır. Yalıtım levhalarının yan kenarlarına yapıştırıcı bulaştırılmamalıdır.

Yapıştırıcı sürülmesinden sonra, ısı yalıtım levhaları su basman profiline oturtularak, hafifçe kaldırılıp duvara yapıştırılır. Levhaların duvara bastırılıp sıkıştırılması esnasında yanlardan taşan harç bir sonraki levha yerleştirilmeden önce mutlaka temizlenmeli ve levha aralarında ısı köprüsüne neden olabilecek derz oluşturulmamalıdır (Yılmaz, 2006).

Levhaların birleşim yerlerinde yüzeyin düzgün olması için törpüleme işlemi gerekebilir. Levhaların yüzeye yapıştırılmasından sonra tam bir yapışma sağlayabilmek için yalıtım levhalarına geniş yüzeyli bir mastar ile vurulmalıdır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Yapışmayı sağlamak için levha yüzeylerine mastar uygulanmaktadır (Akıncı,2007)

Isı yalıtım levhaları duvara yapıştırıldıktan sonra dübelleme işlemine geçilir. Ancak dübelleme işlemine geçebilmek için levhaların yüzeyine uygulanan yapıştırma harcının tam kurumuş olmasına dikkat edilmelidir. Bu nedenle dübelleme işlemine, yapıştırma işleminden 24 saat sonra başlanmalıdır (Bayer, 2006). Dübellemenin asıl amacı duvar yüzeyindeki yalıtım levhasının rüzgâr nedeniyle düşmesini önlemektir. Dübellerin tespiti için duvar ve levha matkap ile delinir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Duvar ve ısı yalıtım levhası matkap ile delinmektedir

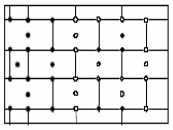
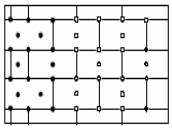
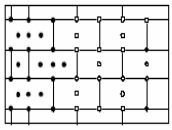
Dübeller levhalara yerleştirilir ve çivileri çakılır. Düzgün bir dış cephe yüzeyi elde edebilmek için, dübel kafaları yalıtım levhaları yüzeyi ile aynı seviyede olacak şekilde monte edilmelidir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Dübelleme işlemi yapılmaktadır

Kullanılacak dübel ve açılacak deliğin derinlik seçimi, duvarın özelliklerine uygun olarak yapılmalıdır. Dübel yüzeyde en az 3 cm bir tutunma yüzeyine sabitlenmeli, gazbeton duvarlara en az 6 cm, tuğla duvarlara en az 5 cm, beton duvarlara en az 4 cm girmelidir. Delik boyu dübel boyundan en az 1 cm büyük olacak şekilde açılmalıdır. Çizelge 4.4' de görüldüğü gibi; uygulama yüksekliği arttıkça dübel sayısı da artmaktadır.

Çizelge 4.4. Bina yüksekliğine göre dübel uygulama düzenleri (Karaca, 2007)

	Uygulama Yüksekliği H (m)					
	0 < H ≤ 8		8 < H ≤ 20		20 < H ≤ Kullanım sınırı	
	Kenar	Yüzey	Kenar	Yüzey	Kenar	Yüzey
Dübel / m^2	6	6	8	6	10	6
Dübel şeması						

Genellikle uygulamalarda 6 dübel/m^2olarak kabul edilir. Ancak bina yüksekliği ve bina çevresindeki çevre koşulları dübel sayısını belirler (Akıncı, 2007).

Dış cephe ısı yalıtım uygulamalarında, pencere, kapı ve duvar yüzeylerinin oluşturduğu köşelerde düzgün bir kenar oluşturabilmek için köse profilleri kullanılmalıdır (Şekil 4.18). Ayrıca köşeler çatlama riski en yüksek olan ve aynı mekanik zorlamalara en fazla maruz kalan bölgelerdir. Bu nedenle bu bölgeleri korumak amacıyla profil kullanılmalıdır (Karaca, 2007).



Şekil 4.18. Köşe profillerinin uygulanması

Bu amaçla; alüminyum ve kendinden fileli PVC köşe profilleri kullanılmaktadır. Kendinden fileli profilleri kullanmak işçilik ve zaman kazandırdığı kadar yanlış uygulama riskini de en aza indirmektedir. Köşe profilleri; sıva katmanının oluşturulmasından önce köşeye yerleştirilerek, üzeri sıva ile kapatılır. Köşe profillerinden başlamak üzere donatı sıvası tüm yüzeye mala ile uygulanmaya başlanır. Kenar ve köşelerin oluşturulmasında, köşe profillerinin daha iyi yapışması için bir miktar sıva ile birlikte tatbik edilmelidir. Alüminyum köşe profilleri, köşeye yüzey sıvası ile yerleştirilir ve üzerine donatı filesi köşelerden en az 20 cm dönecek şekilde uygulanır. Tüm yüzeye uygulanan donatı filesi, bu uygulamanın üzerine en az 10 cm bindirilmelidir (Akıncı, 2007).

Binalarda dilatasyon bölgelerinin oluşturulması da dikkat edilmesi gereken bir konudur. Çünkü dilatasyon derzleri hem çatlama açısından hem de ısı iletkenliği açısından riskli bölgeler olarak adlandırılabilir. Yapıda açılması gereken dilatasyonun, dış cephe ısı yalıtım sistemi üzerinde de devam etmesi gerekir. Bunun için özel dilatasyon profilleri kullanılmalıdır. Ayrıca yalıtım levhasının kapı veya pencere doğramaları ile birleşim noktaları açık kalmayacak şekilde su sızdırmazlık bandı veya poliüretan esaslı dolgu mastiği ile kapatılmalıdır. Dilatasyon kesinlikle sıva, yapıştırıcı gibi malzemelerle kapatılmamalıdır, bu bölümlerde özel düz ve köşe detaylar için geliştirilmiş dilatasyon profilleri kullanılmalıdır. Profiller en az 10 cm üst üste bindirilerek uzatılabilir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Dilatasyon profillerinin uygulanması (Akıncı, 2007)

Damlalık profilleri, ısı yalıtımının kapı ve pencere lentonları, balkon ve cumba altlarındaki gibi riskli bölgelerde sudan korunması, aynı zamanda bu bölgelerde düzgün

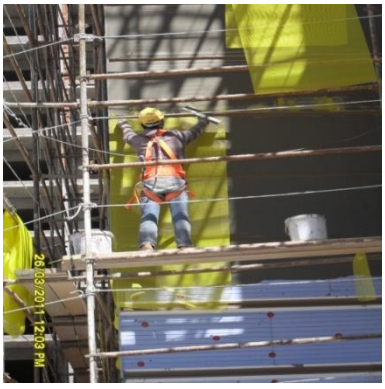
bitişler sağlanabilmesi için kullanılan ekipmanlardır. Profiller köşeye yüzey sıvası yardımıyla monte edilir ve üzerine donatı filesi yerleştirilir (Yılmaz, 2006).

Duvarda yalıtım işleminde levhalar yüzeye uygulandıktan, dübeller sabitlendikten ve gerekli köşe profilleri yapıldıktan sonra yalıtım levhası sıvası uygulamasına geçilir. Sıva harcı hazırlandıktan sonra Şekil 4.20' de görüldüğü gibi levhaların üzerine iki kat sıva yapılır. Levhaların yüzeyine ilk kat sıva mala ile uygulanır (Yılmaz, 2006).



Şekil 4.20. Isı yalıtım levhasının yüzeyine ilk kat sıva uygulaması

Birinci kat sıva sürüldükten sonra henüz kurumadan, üzerine sıva filesi çelik mala ile hafifçe bastırılarak tutturulur (Şekil 4.21). Sıva filesinin yüzeyi boyunca ilk kat sıvanın içine hafifçe gömülmesi gereklidir. Sıva filesi, 3-4 mm'lik toplam sıva kalınlığının 2/3'ü filenin altında, 1/3'ü file üstünde kalacak şekilde uygulanır. Filenin yalıtım levhası ile temas etmemesine dikkat edilmelidir.



Şekil 4.21. Donatı filesinin ilk sıva katmanı üzerine uygulanması

Sıva filesi tabakalarının ek yerleri, birbirlerine yatayda ve düşeyde 10 cm bindirilmelidir. Alt kat sıvanın kuruması beklenmeden, ikinci kat sıva uygulaması

yapılarak düzgün bir yüzey elde edilir (Şekil 4.22). İkinci kat sıva uygulaması, geniş yüzeylerde ara vermeden sürdürülmelidir. Bu nedenle, son kat uygulanırken yeterli iş gücünün bulundurulmasına dikkat edilmelidir.



Şekil 4.22. İkinci kat sıva uygulaması

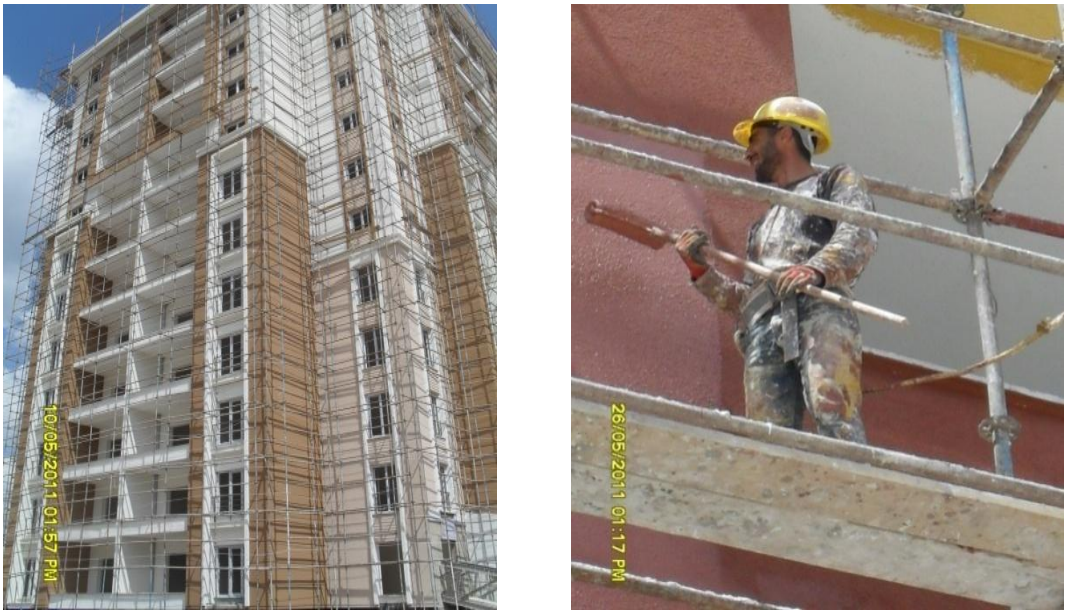
Yalıtım levhası sıvası kuruduktan sonra, sistem üreticisinin tavsiyesine ve kişinin tercihine bağlı olarak üzerine dekoratif kaplama uygulanır. Uygulanacak kalınlık ve miktar kaplama türüne göre değişmektedir (Akıncı, 2007).

Çeşitli yüzey şekilleri, son kat sıva üzerinde çeşitli uygulama metotları ile oluşturulur. Uygulama +5 ºC ile 30 ºC sıcaklık aralığında yapılmalıdır (Şekil 4.23). Güneşli, sıcak ve rüzgârlı ortamlarda gerekli koruma önlemleri alınmalıdır. Farklı kuruma sürelerine bağlı olarak oluşabilecek ton farklılaşmalarını önlemek için geniş cephelerde mantolama yapılmalı veya iskelede yeterli eleman bulundurulmalıdır. Birbiri ile bağlantılı yüzeylerde uygulama, ara verilmeden bitirilmelidir. Uygulanmış yüzeyler, priz alma süresi içerisinde yağmur ve don gibi olumsuz hava koşullarına karşı korunmalıdır (Karaca, 2007).



Şekil 4.23. İkinci kat yalıtım sıvası uygulanması

Son kat sıva kaplamasından sonra dış cephe üzerine dekoratif amaçlı boyama veya kaplama işlemleri yapılır (Şekil 4.24). Bu uygulamada sıva katı üzerine uygulanacak dekoratif kaplamanın en az 2,5-3 kg/m^2 tüketiminde ve minimum 1,5-2 mm film kalınlığı oluşturacak düzeyde olması zorunludur (Keskinkol, 2006). Dış cephe yalıtım sistemlerinde genellikle tektürlü hazır renkli sıvalar tercih edilmelidir. Son kaplama uygulamasına, yüzey sıvası uygulanmasından en az yedi gün sonra geçilmelidir (Yılmaz, 2006)



Şekil 4.24. Dekoratif amaçlı boyama ve kaplama

4.2. Binalarda Enerji Kimlik Belgesi ve Düzenlenmesi

Bayındırlık ve İskân Bakanlığı 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve Avrupa Birliği'nin 2002/91/EC sayılı çerçeve direktifi doğrultusunda hazırlanan ve 5 Aralık 2008 tarihinde 27025 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak 5 Aralık 2009 tarihinde yürürlüğe giren Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğini hazırlamıştır (Bayram, 2010).

Bina Enerji Performansı Yönetmeliği; Mevcut ve yeni yapılacak konut, ticari ve hizmet amaçlı kullanılan binaları, sanayi alanlarında işletme ve üretim faaliyetleri yürütülen binaları, kullanım süresi iki yıldan az olan binaları kapsamaktadır. Toplam kullanım alanı 50 m^2'nin altında olan binalar, seralar, atölyeler ve münferit olarak inşa edilen ve ısıtılmasına ve soğutulmasına gerek duyulmayan depo, cephanelik, ardiye, ahır, ağıl ve benzeri binalar bu yönetmeliğin kapsamı dışındadır (Sipahioğlu, 2010). Bu

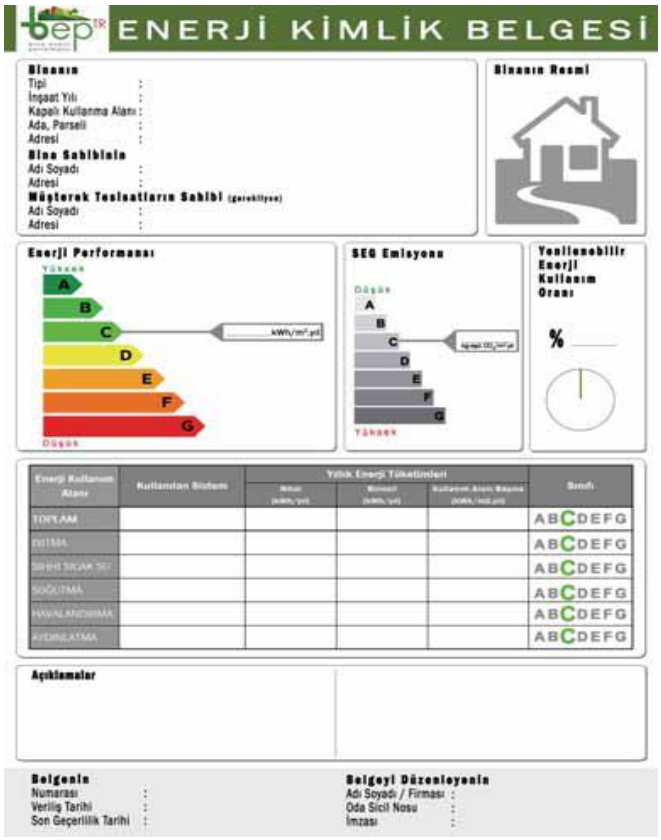
yönetmeliğin amacı; yeni yapılacak binalar ve mevcut binalarda ısı yalıtımı uygulamalarını yanında mimari, mekanik, aydınlatma, yenilenebilir enerji kullanımı, kojenerasyon sistemleri gibi diğer konularda, binalarla ilgili uygulamaların değerlendirilmesi ve yönetmeliğin uygulanmasıyla enerji tüketiminin yüzde 50, CO_2 tüketiminin de yüzde 3-4 gibi bir oranda azaltılmasıdır (Sipahioğlu, 2010).

Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de konutlarda enerji tasarrufunu yasal hale getiren standartlar ve yönetmelikler vardır. Bunlar zamanla ve teknolojinin gelişmesiyle revize edilerek günümüze kadar gelmiştir. Son halini 2008 yılında alan Isı Yalıtım Standartları ve Yönetmelikleri'ne göre, 1 Ocak 2011 itibariyle konutlar için Bina Enerji Kimlik Belgesi düzenlenecek programlar hazırlanmasına, her binanın bu belgeyi almak için 2017 yılına kadar ısı yalıtımı yaptırılması zorunlu hale getirilmiştir.

Enerji Kimlik Belgesi (EKB), 1 Ocak 2011 tarihinden itibaren yeni binalar için, 2017 yılına kadar da mevcut binalar için alınması zorunlu bir belgedir (Diz, 2011).

Enerji Kimlik Belgesi;

- Binalarda konfor koşullarının oluşturulması için gerekli olan minimum enerji ihtiyacını,
- Bu konfor koşullarının oluşturulması için binanın ne kadar enerji tüketeceğine dair sınıflandırmayı,
- Enerji tüketiminin hangi oranda güneş, rüzgâr, vb. yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlandığını,
- Binanın ve içerisinde kullanılan cihazların işletilmesinde çevreye ne kadar CO_2 gazı salımı yapıldığını,
- Binanın yalıtım özelliklerini,
- Isıtma ve/veya soğutma, havalandırma ve sıhhi sıcak su sistemlerinin verimi ile ilgili bilgiler göstermektedir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Enerji Kimlik Belgesi (Diz, 2011)

Enerji Kimlik Belgesinin Düzenlenmesi

Enerji Kimlik Belgesi, internet tabanlı bir yazılım olan BEP-TR kullanılmak suretiyle düzenlenir. BEP-TR yazılımını kullanarak Enerji Kimlik Belgesini üretecek olan uzmanların eğitim alarak, bu eğitim sonrasında programı kullanabilmeleri için yetkilendirilmeleri gerekmektedir. Bunun için Bakanlığın eğitimleri düzenleyen tebliği 10 Haziran 2010 tarih ve 27607 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe konmuştur. İlgili tebliğe göre, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından eğitim verebilecek kurumlar; Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından enerji verimliliği konusunda eğitim yapma yetkisi alan Üniversiteler, Odalar ve Enerji Verimlilik Danışmanlık şirketleridir (Bayram, 2011)

Eğitimler sonunda Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından bir sınav yapılmaktadır. EKB'ni düzenlemek üzere yetkilendirildiklerine dair sertifika, internet üzerindeki yazılıma ulaşabilmek için kullanıcı adı ve şifre verilir. Bu şifre ve kullanıcı adını almaya hak kazanan enerji verimlilik danışmanlığı firmaları, odalar Bünyesinde Enerji Kimlik Belgesi düzenlemek üzere yetki belgesi almış olan ve meslek odalarından

alınmış Serbest Müşavir Mühendis Belgesi'ne sahip mühendis veya mimar bulunduran tüzel kişiler, yeni yapılacak binalara, EKB vermeye Yetkili Kuruluş sayılır (Diz, 2011).

Enerji Kimlik Belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşların bu belgelerin düzenlenmesi ile ilgili faaliyetlerinin denetimi Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından yapılır veya yaptırılır (Bayram, 2011).

EKB düzenlenirken Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından tebliğ ile yayımlanan hesaplama yöntemi kullanılır. Bu hesaplama yönteminde BEP Yönetmeliği kapsamına giren binaların yıllık m^2 başına düşen enerji tüketim miktarını ve buna bağlı olarak CO_2 salımının nasıl hesaplanacağı, hesaplama sonuçlarına göre binanın enerji performansı ve emisyon salım sınıfları tanımlanmaktadır (Diz, 2011). Bu tanıma göre; konutlar, beyaz eşyalarda olduğu gibi A'dan G'ye kadar sınıflandırılmaktadır. Çizelge 4'de de görüldüğü gibi G sınıfı binalar; yasalarca öngörülen asgari şartlardan en az % 75 daha fazla enerji tüketmektedir. D sınıfı binalar ise yasalarca öngörülen asgari şartlarda veya bu şartlardan % 19 daha fazla enerji tüketmektedir. Enerji kimlik belgesinde C sınıfı olarak atanmış olan binalar yasalarca öngörülen asgari şartlardan % 1 ila % 20 arasında, B sınıfı olarak atanmış binalar ise % 21 ila % 60 arasında daha az enerji tüketmektedir. Enerji performansı en üst seviyede olan A sınıfı binalar ise yasalarca öngörülen asgari şartların en fazla % 40'ı kadar enerji tüketimine sahiptir (Sipahioğlu, 2011)

Çizelge 4.5. Enerji sınıfı ve değerleri (Sipahioğlu, 2011)

Bina Enerji Sınıfı	Enerji Sınıfı Endeksi (EP)
A	0-39
B	40-79
C	80-99
D	100-119
E	120-139
F	140-174
G	≥175

Enerji Kimlik Belgesi'nin, binanın tamamı için hazırlanması şarttır. Ayrıca, isteğe bağlı olarak, kat mülkiyetine haiz her bir bağımsız bölüm veya farklı kullanım alanları için ayrı düzenlenebilmektedir. Enerji Kimlik Belgesi düzenleme tarihinden itibaren 10 yıl süre ile geçerlidir (Diz, 2011).

5. ISI YALITIMININ ENERJİ PERFORMANSINA ETKİSİNİN ÖRNEK BİNALAR ÜZERİNDE ARAŞTIRILMASI

Türkiye 1994 yılında enerjinin % 53'ünü ithal etmiş, % 47 oranında da kendisi üretmiştir. 2000 yılında ithal edilen enerji % 60 üretilen enerji ise % 40'dır. 2020 yılında ise ithal edilen enerjinin % 76, üretilen enerjinin % 24 olacağı tahmin edilmektedir. Bu da gösteriyor ki Türkiye enerji konusunda gittikçe yurt dışına bağımlı hale gelmektedir (Uğraş, 2005). Çeşitli enerji kaynaklarının miktarlarını tek bir birimle anlatabilmek için TEP tanımı kullanılmaktadır. 1 TEP, 1 Ton petrolün yakılmasıyla elde edilebilecek enerjiye eşittir. Bu da 107 Kcal ya da 41.8x109 Joule ya da 11.6x103 kWh'e karşılık gelen değerlerdir. Türkiye´de kişi başına yaklaşık 1,5 Ton TEP (eşdeğer petrol) tüketilmektedir ve bu enerjinin 3/4 (yaklaşık 500 $) ithal edilmektedir (Onur, 2010). Bunun önüne geçebilmek için ya enerji üretiminin arttırılması ya da harcanan enerjinin etkin kullanılması gerekmektedir.

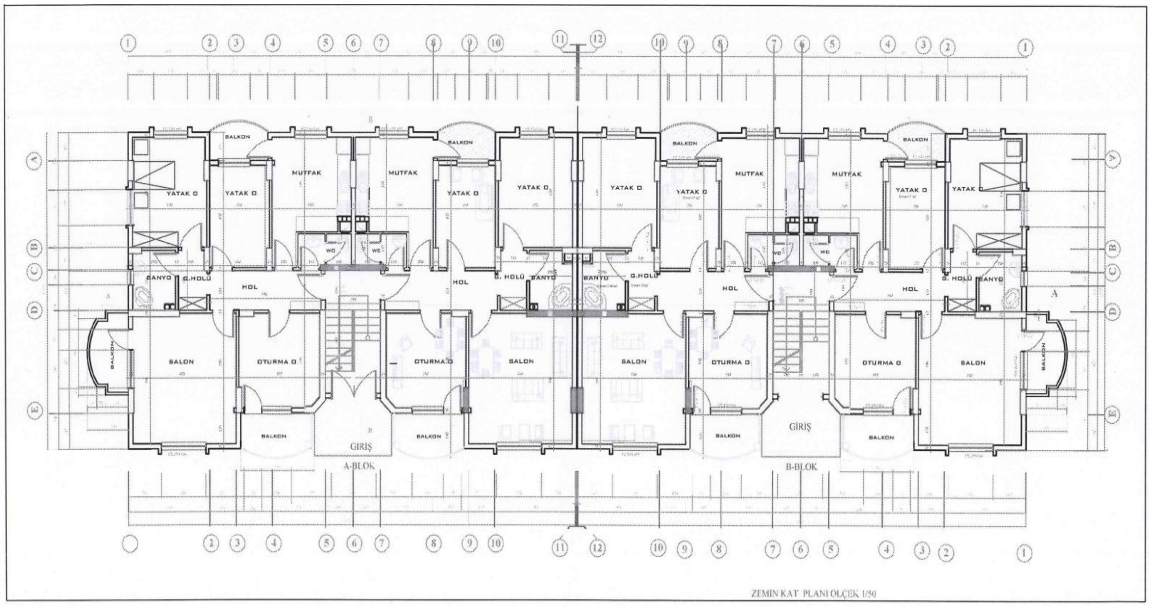
Aksoy (2008)'en göre, dünya genelinde enerji tüketimi, son 25 yılda kişi başına % 5 artmış olmasına rağmen, Türkiye'de bu oran % 100'ün üzerindedir. Binalarda hemen hemen hiç yalıtım olmadığı için Isıtmaya harcanan enerji çok fazladır. Konutlarda ısıtma için harcanan ortalama enerji tüketimi yılda 200 kWh/m^2'nin üzerindedir. 2000 yılında konutların ısıtılması için 20,4 Milyon TEP enerji tüketilmiştir. Bu konutların ısıtılması için 3,5 Milyar $ finansal kaynak kullanılmıştır. Günümüzde konutların ısıtılması için gerekli olan enerjinin maliyetinin 4 Milyar $'dan fazla olduğu tahmin edilmektedir. Yapılan hesaplamalar neticesinde tüm bina stoğunun mevcut standartlara göre yalıtılması durumunda enerji tasarrufunun parasal olarak yılda 2 Milyar $'ın üstünde olacağını göstermektedir.

Bu tez çalışmasında 7 si Erzincan 3 ü Konya olmak üzere 10 apartman incelenmiştir. Konya ilindeki örnek apartmanlar Selçuklu ilçesinden, Erzincan'a ait binalar ise il merkezinden seçilmiştir. Konya ilinde termal kamera temin edilemediğinde termal kamera görüntüsü alınamamıştır. Örnek binaların proje bilgileri, yalıtım hesapları ve termal kamera görüntüleri başlıklar halinde verilmiştir.

5.1. Örnek 1'in İncelenmesi

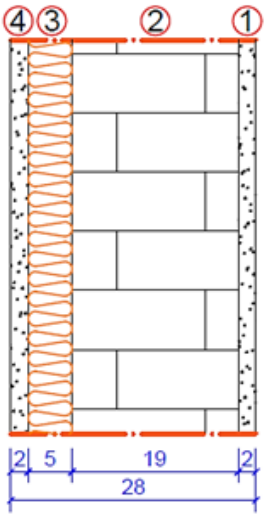
Apartman bitişik nizam şeklinde tasarlanmış, Z+2 kattan oluşan, çift girişli bir binadır. Bir katta 4 daire bulunmaktadır. Daireler 3+1 şeklinde planlanmıştır. 3 katlı binada toplam 12 daire bulunmaktadır. Betonarme karkas yapı olan apartmanın duvarları 19 cm'lik tuğladan yapılmıştır. Şekil 5.1' de plan şeması verilen apartmanın

toplam alanı $A_{(top)}$ 560 metrekare (m^2), brüt hacmi $V_{(brüt)}$ 5040 metreküp (m^3)' tür. Yalıtım malzemesi olarak 0,05 m kalınlığında ve ısı iletkenlik kat sayısı 0.035 W/mK olan EPS kullanılmıştır.



Şekil 5.1. Örnek 1 zemin kat planı (Anonim 10)

Şekil 5.2' de ısı yalıtımı uygulanan Örnek 1' in duvar detayında 2 cm iç sıva 5 cm ısı yalıtımı, 19 cm kalınlığında tuğla duvar ve 2 cm iç sıva olduğu görülmektedir.



1) İç Sıva
2) Tuğla Duvar
3) Isı Yalıtımı
4) Dış sıva

Şekil 5.2. Örnek 1'in duvar detayı

TS 825'e göre toplam ısı kaybı (Q), yapı elemanı kalınlığını (d) ısı iletim hesap değerine(λ) bölerek ısıl iletim direnci (R) bulunur.

$$R = d/\lambda$$

Isı geçirgenlik kat sayısını(U) bulmak için;

U=1/R formülü kullanılır.

Toplam ısı kaybını, kullanılan yapı elemanı taban döşemesi ise bulunan U değeri,0,5 (bu değer TS 825'de verilmiştir.) ve yapı elemanın alanı(A) ile çarpılarak hesaplanır.

Q= Ux0,5xA

Hesaplanan yapı elemanı duvar ise;

Q= Ux1xA formülü,

Eğer tavan ise;

Q=Ux0,8xA formülü kullanılır.

Bu formüller diğer örnek binaların yalıtım hesaplarında da kullanılmıştır.

Yapılan hesaplamalar sonucu, ısı yalıtımı yapıldığında Örnek 1 apartmanın döşemesinde 171,36 W/K, pencere ve kapılardan 465,92 W/K, tavandan 207,08 W/K, duvardan 380,16 W/K enerji kaybı yaşanmaktadır. Isı yalıtımı yapılmadığı durumda, Örnek 1 apartmanın döşemesinde 511 W/K, pencere ve kapılardan 465,92 W/K, tavandan 1 791,1 W/K, duvardan 1 260,10 W/K enerji kaybı olduğu görülmektedir (Çizelge 5.1) (EK-5 ve EK-6).

Çizelge5.1. Örnek 1'in ısı yalıtımlı ve yalıtımsız durumunda ısı kaybı değerleri

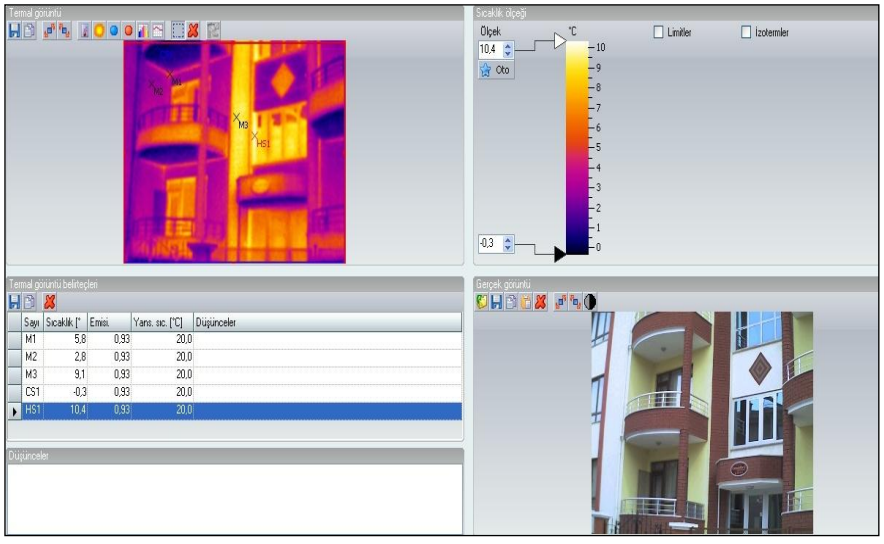
Yapı elemanları	**Isı yalıtımlı**	**Isı yalıtımsız**
Döşeme	171,36 W/K	511W/K
Pencere ve kapı	465,92 W/K	465,92 W/K
Tavan	207,08 W/K	1 791,1 W/K
Duvar	380,16 W/K	1 260,10 W/K

Şekil 5.3’ de Örnek 1’in ısı yalıtımı yapıldıktan sonraki durumu görülmektedir.



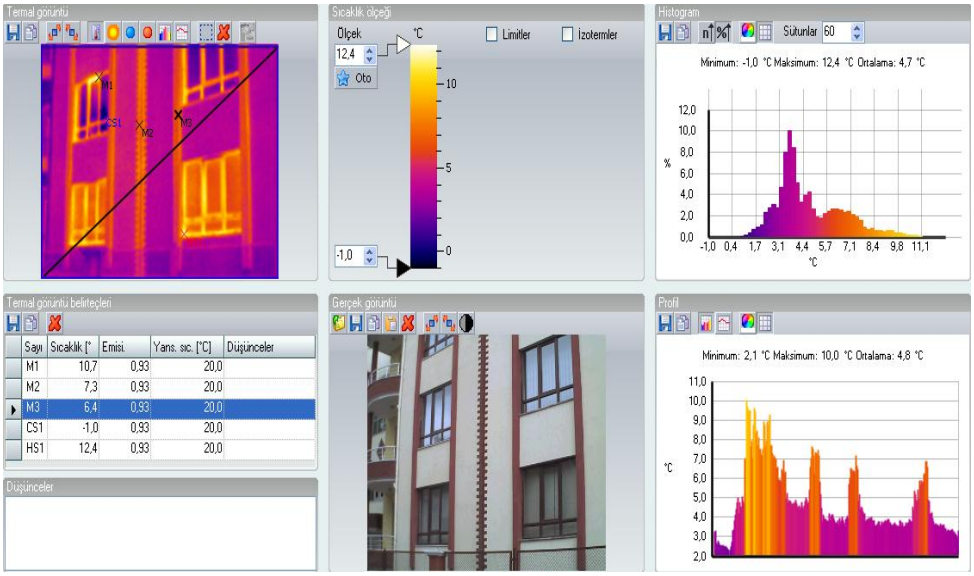
Şekil 5.3. Örnek 1’in ısı yalıtımı yapıldıktan sonraki cephesi

Şekil 5.4’ de M1 ile gösterilen yer kolon kiriş birleşim yeridir. 5.8 ^{0}C sıcaklığa sahip olan bölgede ısı kaçağı görülmektedir. M2 ile gösterilen kısım binanın yan duvarı olup ısı kaybı oluşmamakta ve sıcaklığı 2.8 ^{0}C’ dir. M3 ile gösterilen nokta apartmanın kaplama kısmıdır. M3 noktasına bakıldığında ısı kaçağı olduğu görülürken o noktanın sıcaklığının 9,1 ^{0}C olduğu görülmektedir. Apartmanın M2 noktasında kaçak olmazken, M1 ve M3 de kaçak olması işçilik hatası olduğunu göstermektedir. CS1 koduyla gösterilen görüntünün en soğuk, HS1 ile gösterilen kod ise en sıcak noktasıdır.



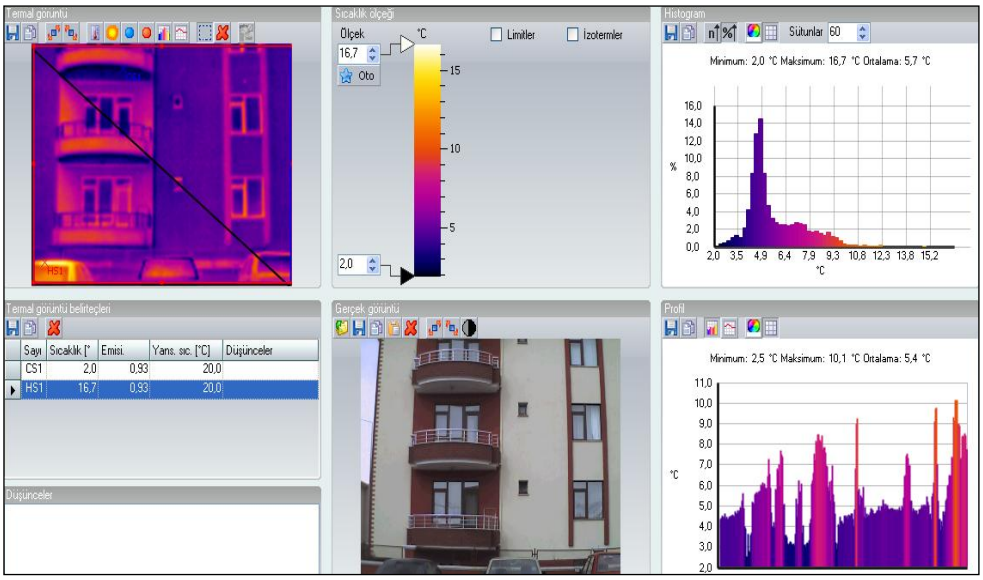
Şekil 5.4. Örnek 1’in ön cephe termal kamera görüntüsü

Şekil 5.5’ de M1 ısı kaçaklarını ve o noktanın sıcaklığını vermektedir. M2 kaplama olarak yapılan duvarın düşey detayında ısı kaçışı görülmektedir. Bunun nedeni ısı yalıtımı uygulanırken profilleri 2 veya 3 cm kalınlığındaki yalıtım malzemesiyle kaplanmasıdır. Çekilen görüntünün en yüksek sıcaklığı 12,4 ^{0}C en düşük sıcaklığı ise -1 ^{0}C olarak ölçülmüştür.



Şekil 5.5. Örnek 1’in yan termal kamera görüntüsü

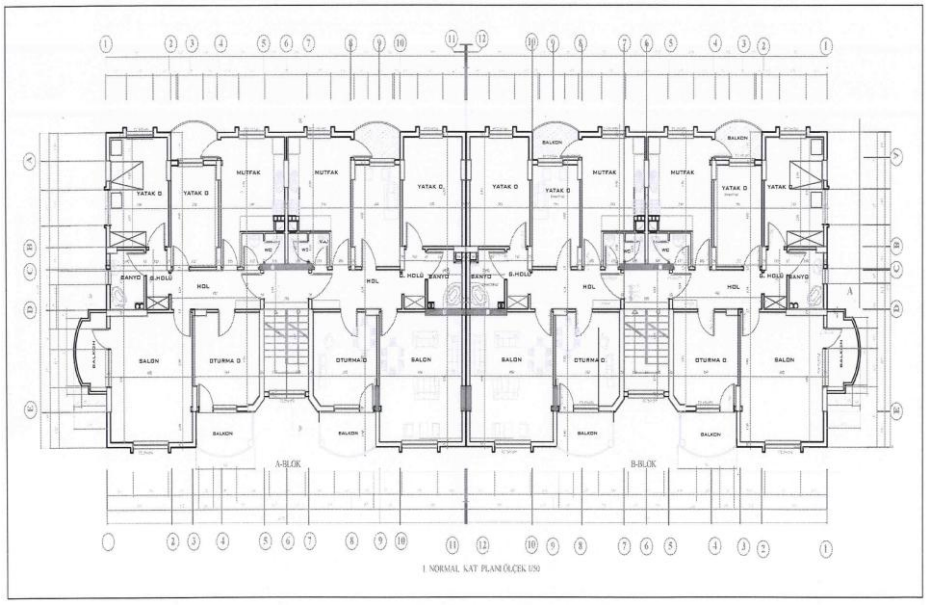
Şekil 5.6’ de süsleme profilleri dışında herhangi bir ısı kaçağı görülmemiştir.



Şekil 5.6. Örnek 1’in arka cephe termal kamera görüntüsü

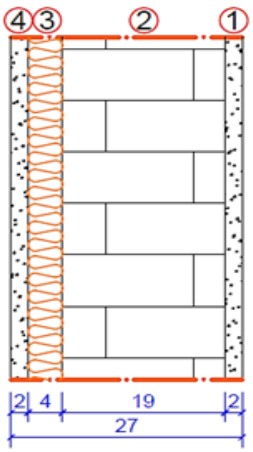
5.2. Örnek 2'nin İncelenmesi

Apartman bitişik nizam şeklinde tasarlanmış, çift girişli bir binadır. Bir katta 4 daire bulunmaktadır. Daireler 3+1 şeklinde planlanmıştır. Apartman Z+3 olmak üzere 4 kattan oluşmaktadır. Betonarme karkas yapı olan Örnek 2 'nin duvarları 19 cm'lik tuğladan yapılmıştır. Örnek 5.7' de normal kat planı verilen apartmanın toplam alanı 560 m^2, brüt hacmi ise 6720 m^3' dir. Yalıtım malzemesi olarak 0,05 m kalınlığında ve ısı iletkenlik kat sayısı 0.035 W/mK olan EPS kullanılmıştır.



Şekil 5.7. Örnek 2 nin normal kat planı (Anonim 10)

Şekil 5.8' de ısı yalıtımı uygulanan Örnek 2' in duvar detayında 2 cm iç sıva 4 cm ısı yalıtımı, 19 cm kalınlığında tuğla duvar ve 2 cm iç sıva olduğu görülmektedir.



1) İç Sıva
2) Tuğla Duvar
3) Isı Yalıtımı
4) Dış Sıva

Şekil 5.8. Örnek 2'nin duvar detayı

Yapılan hesaplamalar sonucu, ısı yalıtımı yapıldığında Örnek 2 apartmanın döşemesinde 171,36 W/K, pencere ve kapılardan 465,92 W/K, tavandan 206,08 W/K, duvardan 611,66 W/K enerji kaybı yaşanmaktadır. Isı yalıtımı yapılmadığı durumda, Örnek 2 apartmanın döşemesinde 511 W/K, pencere ve kapılardan 465,92 W/K, tavandan 1 791,10 W/K, duvardan 1 688,10 W/K enerji kaybı olduğu görülmektedir (Çizelge 5.2) (EK-7 ve EK-8) .

Çizelge 5.2. Örnek 2'in ısı yalıtımlı ve yalıtımsız durumunda ısı kaybı değerleri

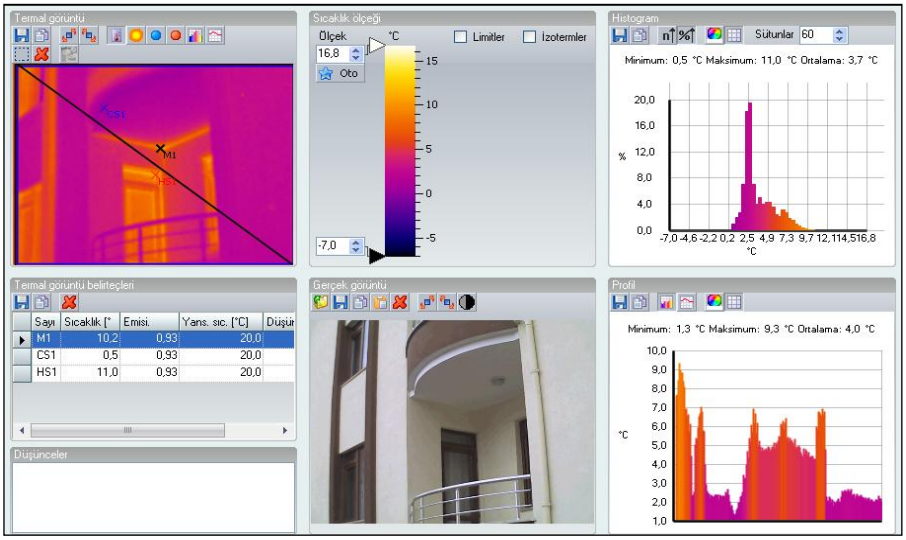
Yapı elemanları	**Isı yalıtımlı**	**Isı yalıtımsız**
Döşeme	171,36 W/K	511 W/K
Pencere ve kapı	465,92 W/K	465,92 W/K
Tavan	206,08 W/K	1 791,10 W/K
Duvar	611,66 W/K	1 688,10 W/K

Şekil 5.9' da Örnek 2 apartmanına ısı yalıtımı yapıldıktan sonraki görüntüsü verilmektedir.



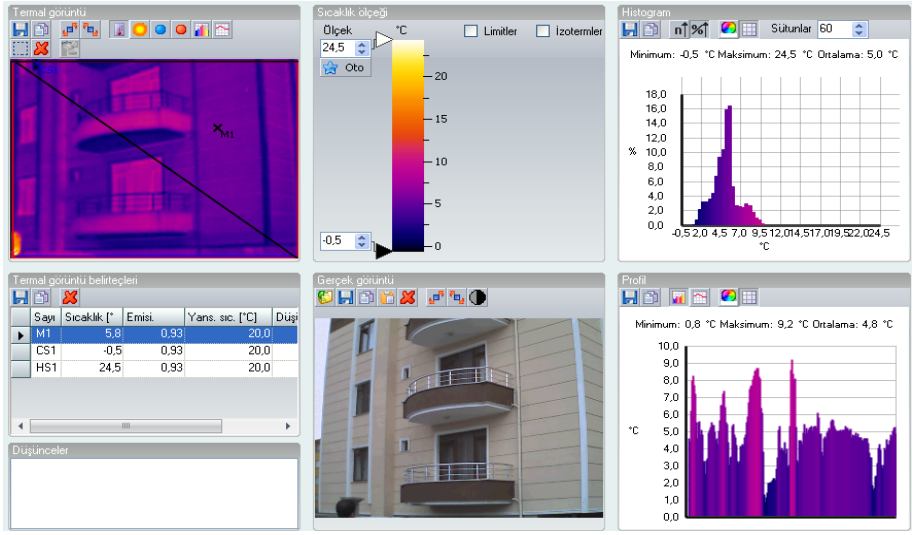
Şekil 5.9. Örnek 2'nin ısı yalıtımı yapıldıktan sonraki cephe fotoğrafı

Şekil 5.10' de kolon kiriş birleşim yerlerinden ısı kaçağı olduğu görülmüştür. Bunun sebebi işçilik hatasının yanı sıra, kolon kiriş birleşim yerlerine sıkılan köpüğün ince olmasından kaynaklanmaktadır. M1 noktasının sıcaklığı 10,2 ^{0}C' dir.



Şekil 5.10. Örnek 2' nin kolon-kiriş birleşim yeri termal kamera görüntüsü

Şekil 5.11' de herhangi bir ısı kaçağı görülmemiştir.

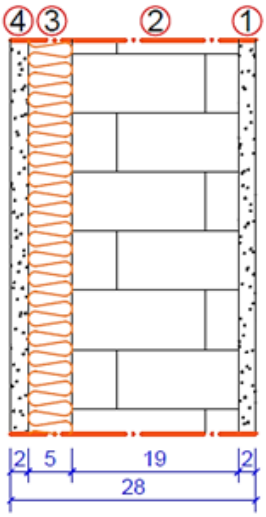


Şekil 5.12. Örnek 2'in yan cephe termal kamera görüntüsü

5.3. Örnek 3'ün İncelenmesi

Apartman Z+2 kat olarak tasarlanmıştır. 4+1 formundadır. Betonarme karkas olan apartmanın duvarları bims bloktan örülmüştür. Örnek 3'ün toplam alanı (A_{top}) 2633,76 m^2, brüt hacmi ($V_{brüt}$) ise 6250 m^3' dür. 6 cm kalınlığında XPS ısı yalıtım malzemesi kullanılmıştır.

Şekil 5.13' de ısı yalıtımı uygulanan Örnek 3' ün duvar detayında, 2 cm iç sıva 5 cm ısı yalıtımı, 19 cm kalınlığında bims blok ve 2 cm iç sıva olduğu görülmektedir.



1) İç Sıva
2) Bims Blok
3) Isı Yalıtımı
4) Dış sıva

Şekil 5.13. Örnek 3'ün duvar detayı

Yapılan hesaplamalar sonucu, ısı yalıtımı yapıldığında Örnek 3 apartmanın döşemesinde 163,62 W/K, pencere ve kapılardan 218,34 W/K, tavandan 164,4 W/K, duvardan 649,38 W/K enerji kaybı yaşanmaktadır. Isı yalıtımı yapılmadığı durumda, Örnek 3 apartmanın döşemesinde 858,12 W/K, pencere ve kapılardan 218,34 W/K, tavandan 1 700,4 W/K, duvardan 1 621 W/K enerji kaybı olduğu görülmektedir (Çizelge 5.3) (EK-9 ve EK-10).

Çizelge 5.3. Örnek 3'ün ısı yalıtımlı ve yalıtımsız durumunda ısı kaybı değerleri

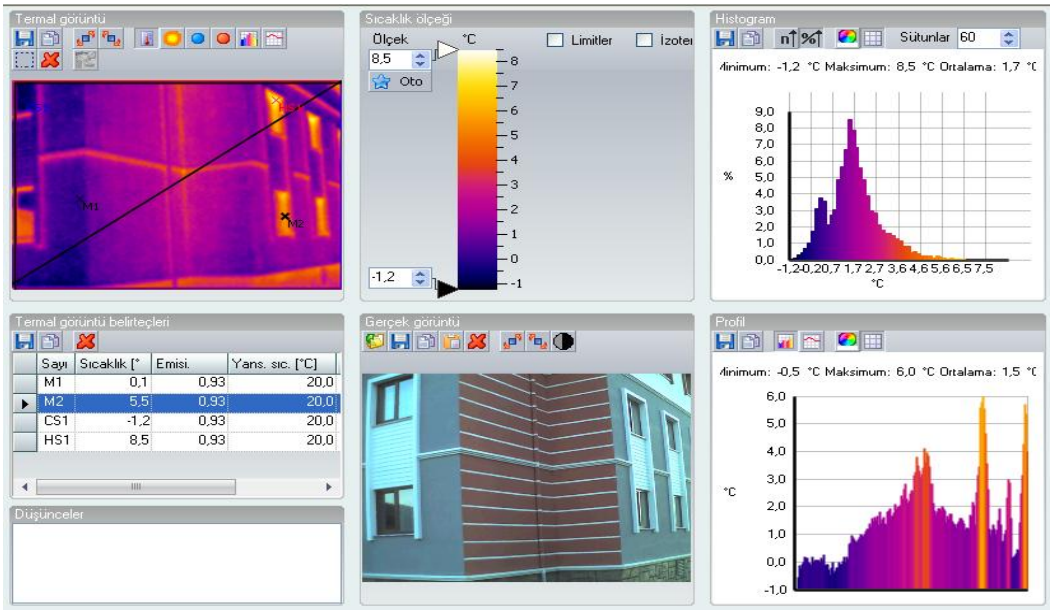
Yapı elemanları	**Isı yalıtımlı**	**Isı yalıtımsız**
Döşeme	163,62 W/K	1 235 W/K
Pencere ve kapı	218,34 W/K	218,34 W/K
Tavan	164,4 W/K	858,12 W/K
Duvar	650,37 W/K	1 621 W/K

Şekil 5.14' de Örnek 3'ün ısı yalıtımı yapıldıktan sonraki cephe fotoğrafı verilmiştir.



Şekil 5.14. Örnek 3'ün ısı yalıtımı yapıldıktan sonraki cephe fotoğrafları

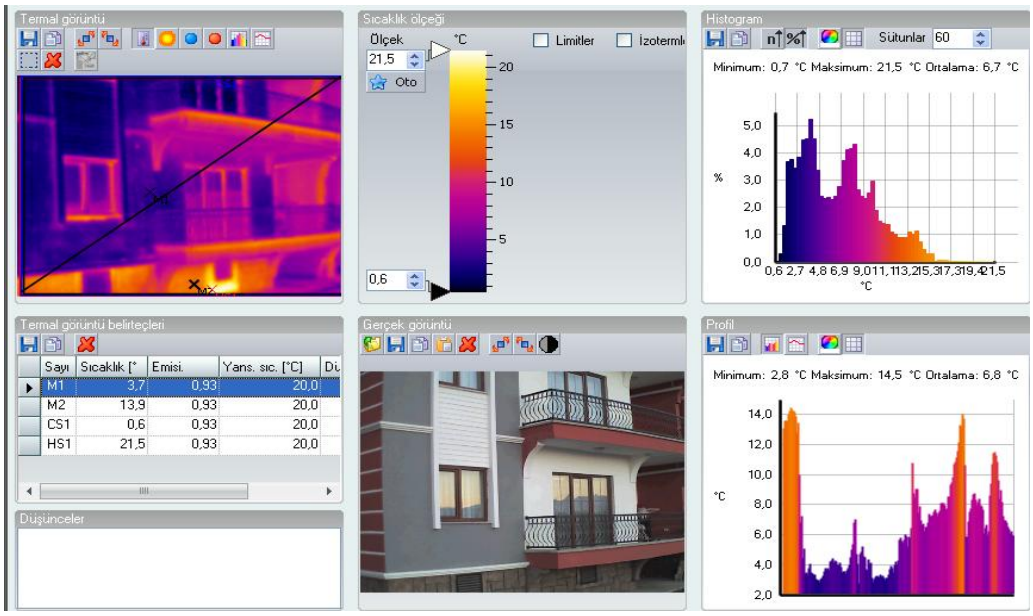
Şekil 5.15' de görüldüğü gibi binanın bodrum katında, kat arası döşemelerde ve pencere kenarlarındaki profillerde ısı kaçağı olduğu görülmektedir.



Şekil 5.15. Örnek 3'ün köşe birleşim yeri termal kamera görüntüsü

Şekil 5.16' da fugaların olduğu bölümde ısı kaçağına rastlanmaktadır. Bunun nedeni fugalar yapıştırılırken duvar ve fuga arasına herhangi bir yalıtım malzemesi konulmasıdır. Ayrıca bodrum katta da ısı kaçağı olduğu görülmektedir.

7

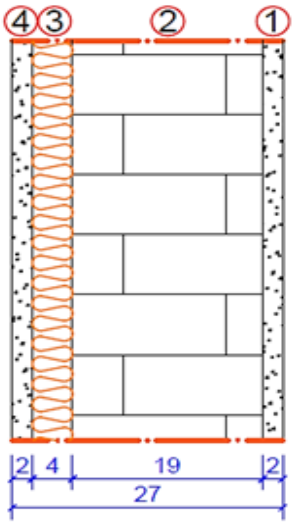


Şekil 5.16. Örnek 3'ün yan cephe termal kamera görüntüsü

5.4. Örnek 4'ün İncelenmesi

2003' de yapımına, 2005 yılında da kullanımına başlanan site 4+1 formatında tasarlanmıştır. Z+2 kattan oluşmaktadır. Çift daire şeklinde olan apartmanda toplam 6 daire bulunmaktadır. Betonarme karkas yapı olan Örnek 4'ün duvarları tuğladan yapılmıştır. Isı yalıtımında dış duvarlarda 0,05 m, pencere kenarlarında 0,03 m kalınlığında ve 20 dansite yoğunluğundaki EPS yalıtım malzemesi kullanılmıştır. Apartmanın toplam alanı 330 m^2, brüt hacmi ise 3828 m^3' dür.

Şekil 5.17' de ısı yalıtımı uygulanan Örnek 4' ün duvar detayında, 2 cm iç sıva 4 cm ısı yalıtımı, 19 cm kalınlığında tuğla duvar ve 2 cm iç sıva olduğu görülmektedir.



1) İç Sıva
2) Tuğla Duvar
3) Isı Yalıtımı
4) Dış Sıva

Şekil 5.17. Örnek 2'nin duvar detayı

Şekil 5.18’ de Örnek 4 apartmanının ısı yalıtımı uygulandıktan sonraki fotoğrafı verilmiştir.



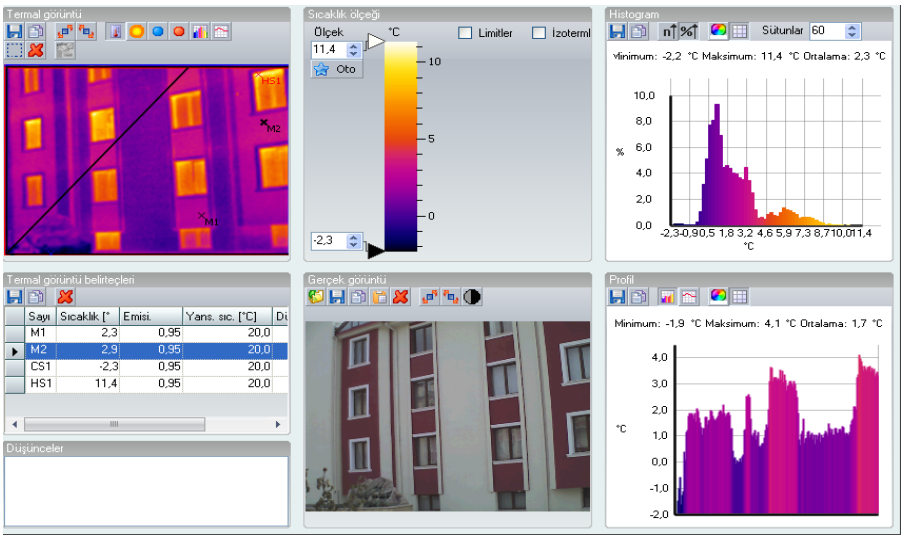
Şekil 5.18. Örnek 4’ ün yalıtım uygulandıktan sonraki görünüşü

Örnek 4 apartmanına ısı yalıtımı yapıldığında döşemede 100,98 W/K, pencere ve kapılarda 415,7 W/K, tavanda 121,44 W/K, duvarda 598,26 W/K enerji kaybı yaşanmaktadır. Isı yalıtımı yapılmadığı durumda ise, döşemede 301,13 W/K, pencere ve kapılarda 415,7 W/K, tavanda 1 055,47 W/K, duvarda 1 133,73 W/K enerji kaybı olduğu görülmektedir (Çizelge 5.4) (EK-11 ve EK-12).

Çizelge 5.4. Örnek 4’ün ısı yalıtımlı ve yalıtımsız durumunda ısı kaybı değerleri

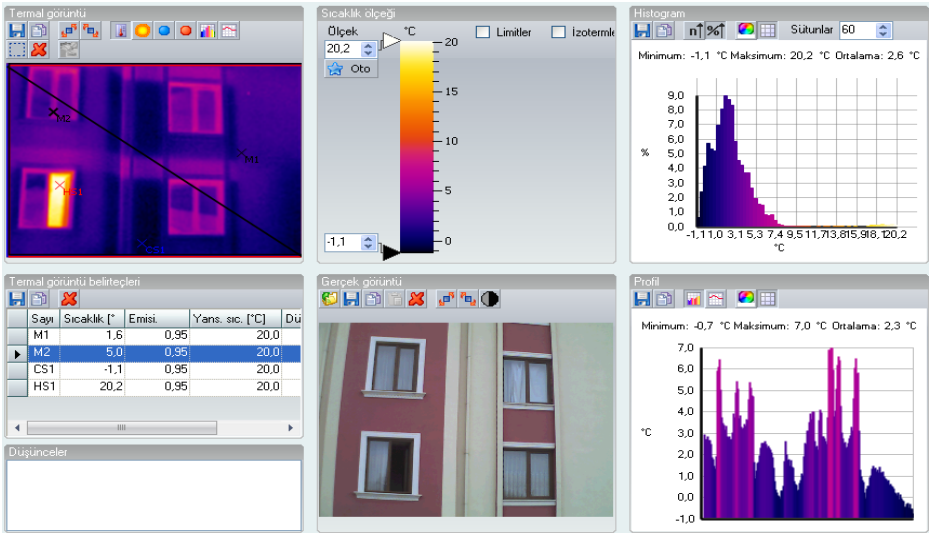
Yapı elemanları	Isı yalıtımlı	Isı yalıtımsız
Döşeme	100,98 W/K	301,13 W/K
Pencere ve kapı	415,7 W/K	415,7 W/K
Tavan	121,44 W/K	1 055,47 W/K
Duvar	598,26 W/K	1 133,73 W/K

Şekil 5.19’ da herhangi bir ısı kaçağı görülmemektedir. Yüzey sıcaklığı en fazla 11,4 ^{0}C, en az -2.3 ^{0}C’ dir.



Şekil 5.19. Örnek 4'ün arka cephe termal kamera görüntüsü

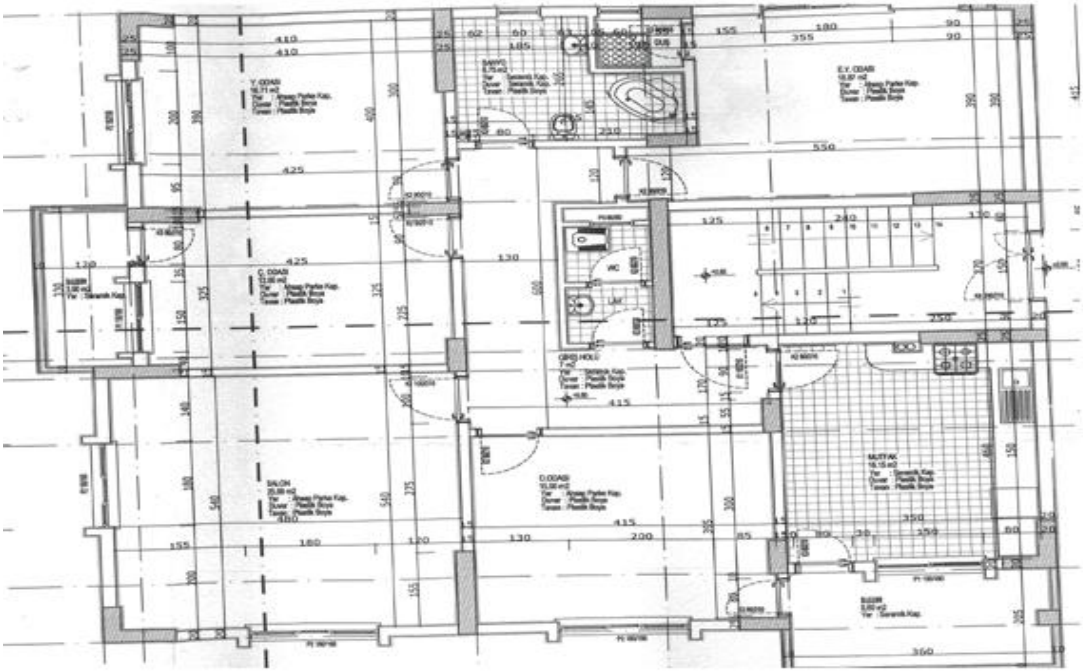
Kirişler dışında herhangi bir ısı kaçağı görülmemiştir. Yüzey sıcaklığı en fazla 20,2 ^{0}C, en az -1,1 ^{0}C'dir (Şekil 5.20).



Şekil 5.20. Örnek 4'ün pencere-döşeme birleşim yeri termal kamera görüntüsü

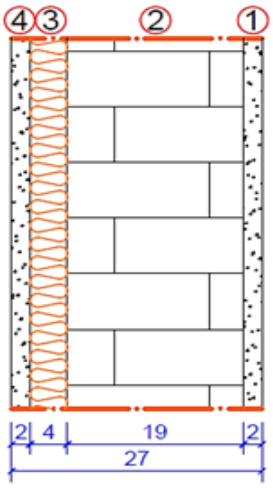
5.5. Örnek 5'in İncelenmesi

Proje 4+1 şeklinde tasarlanmıştır. Z+2 olmak üzere 3 kattan oluşmaktadır. Şekil 5.21' de kat planını verilen apartmanın toplam alanı 175,55 m^2,brüt hacmi ise, 1667,75 m^3' dür. Apartmana 0,05 m kalınlığında ve ısı iletim katsayısı 0,035 W/mK olan EPS malzemesi kullanılmıştır. en, boy ve yüksekliği kullanılarak ısı yalıtım hesabı yapılmıştır.



Şekil 5.21. Örnek 5'in kat planı (Anonim 10)

Şekil 5.22'de ısı yalıtımı uygulanan Örnek 5' in duvar detayında, 2 cm iç sıva 4 cm ısı yalıtımı, 19 cm kalınlığında tuğla duvar ve 2 cm iç sıva olduğu görülmektedir.



1) İç Sıva
2) Tuğla Duvar
3) Isı Yalıtımı
4) Dış Sıva

Şekil 5.22. Örnek 5'in duvar detayı

Yapılan hesaplamalar sonucu, ısı yalıtımı yapıldığında Örnek 5 apartmanın döşemesinden 53,72 W/K, pencere ve kapılardan 289,88 W/K, tavandan 263,32 W/K, duvardan 170,5 W/K enerji kaybı yaşanmaktadır. Isı yalıtımı yapılmadığı durumda, Örnek 5 apartmanın döşemesinde 160,19 W/K, pencere ve kapılardan 289,88 W/K, tavandan 561,48 W/K, duvardan 724,26 W/K enerji kaybı olduğu görülmektedir (Çizelge 5.5) (EK-13 ve EK-14).

Çizelge 5.5. Örnek 5'in ısı yalıtımlı ve yalıtımsız durumunda ısı kaybı değerleri

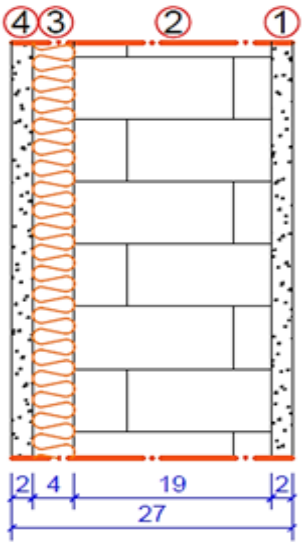
Yapı elemanları	Isı yalıtımlı	Isı yalıtımsız
Döşeme	53,72 W/K	160,19 W/K,
Pencere ve kapı	289,88 W/K	289,88 W/K,
Tavan	263,32 W/K	561,48 W/K,
Duvar	170,5 W/K	724,26 W/K

Örnek 5 apartmanı yapım aşamasında olduğu için termal kamera görüntüsü alınamamıştır.

5.6. Örnek 6'nın İncelenmesi

Apartman 3 katlı çift daire şeklinde tasarlanmıştır. Daireler 3+1 olarak planlanmıştır. Örnek 6' da toplam 1 apartmanda 6 daire bulunmaktadır. 3 apartmandan oluşan bu küçük bir sitede 18 daire vardır. Apartmanın toplam alanı 322,60 m^2, brüt hacmi ise 3 871,26 m^3' dür. Şekil 4.35' de ki apartmanın duvarları tuğla malzemesinden örülmüştür. Yalıtım için 0,04 m kalınlığında ve 0,035 W/mK iletim kat sayısına sahip XPS malzemesi kullanılmıştır.

Şekil 5.23' de ısı yalıtımı uygulanan Örnek 5' in duvar detayında, 2 cm iç sıva 4 cm ısı yalıtımı, 19 cm kalınlığında tuğla duvar ve 2 cm iç sıva olduğu görülmektedir.



1) İç Sıva
2) Tuğla Duvar
3) Isı Yalıtımı
4) Dış Sıva

Şekil 5.23. Örnek 6'nın duvar detayı

Örnek 6 apartmanına ısı yalıtımı yapıldığında döşemede 98,72 W/K, pencere ve kapılarda 254,02 W/K, tavanda 118,72 W/K, duvarda 425,14 W/K enerji kaybı

yaşanmaktadır. Isı yalıtımı yapılmadığı durumda, döşemede 294,38 W/K, pencere ve kapılarda 254,02 W/K, tavanda 1 031,84 W/K, duvarda 1 222,16 W/K enerji kaybı olduğu görülmektedir (Çizelge 5.6) (EK-15 ve EK-16).

Çizelge 5.6. Örnek 6'nın ısı yalıtımlı ve yalıtımsız durumunda ısı kaybı değerleri

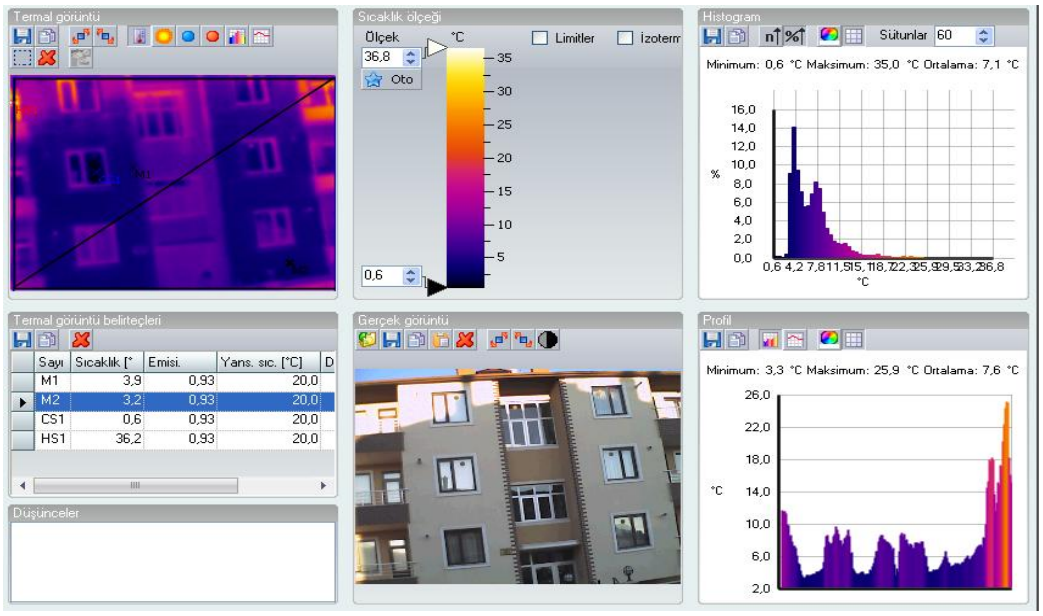
Yapı elemanları	Isı yalıtımlı	Isı yalıtımsız
Döşeme	98,72 W/K	294,38 W/K
Pencere ve kapı	254,02 W/K	254,02 W/K
Tavan	118,72 W/K	1 031,84 W/K
Duvar	425,14 W/K	1 222,16 W/K

Şekil 5.24'de Örnek 6'nın son kat dekoratif sıva uygulaması yapıldıktan sonraki fotoğrafı verilmiştir.



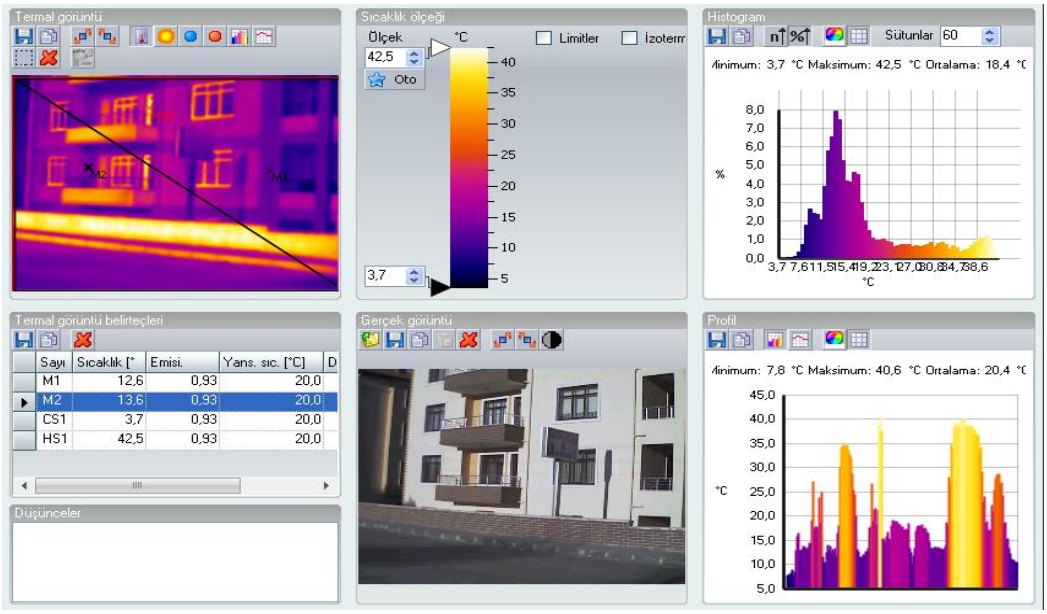
Şekil 5.24. Örnek 6' nın ısı yalıtımı uygulandıktan sonraki görünüşü

Şekil 5.25' da herhangi bir ısı kaçağı görülmemiştir. Yüzey sıcaklığı en fazla 36,2 ^{0}C, en az 0,6 ^{0}C'dir. Apartman yüzeyinden seçilen M1 noktasının sıcaklığı 3,9 ^{0}C, M2 noktasının sıcaklığı ise 3,2 ^{0}C' dir.



Şekil 5.25. Örnek 6'nın ön cephe termal kamera görüntüsü

Şekil 5.26' de herhangi bir ısı kaçağı görülmemiştir.

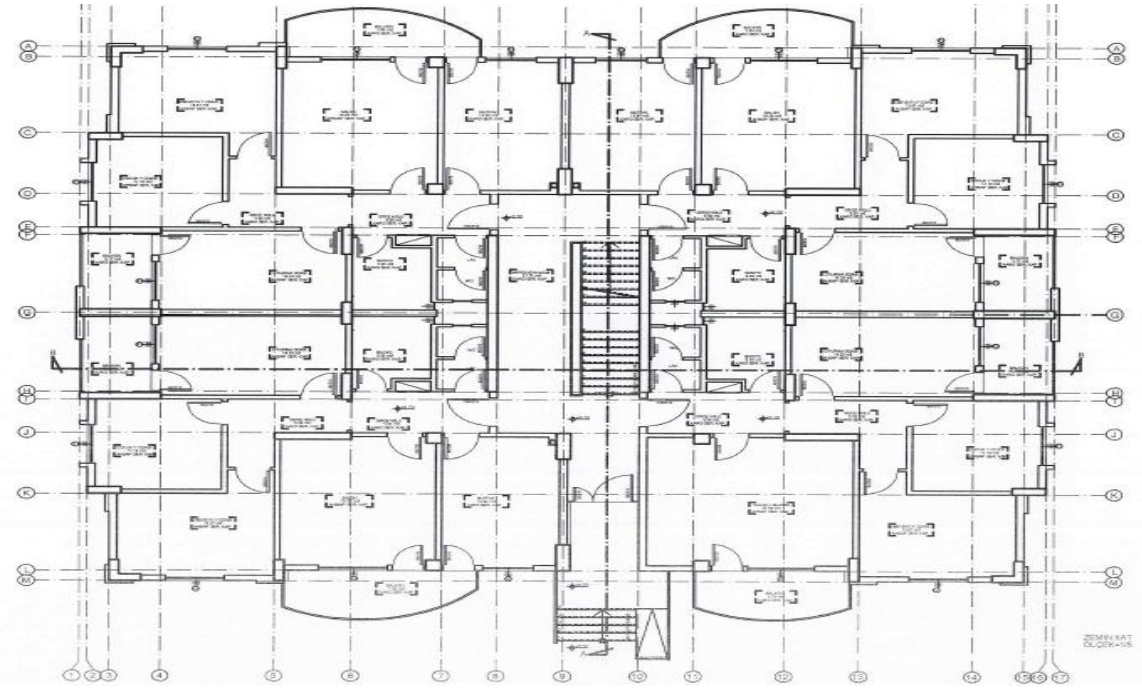


Şekil 5.26. Örnek 6'nın yan cephe termal kamera görüntüsü

5.7. Örnek 7'nin İncelenmesi

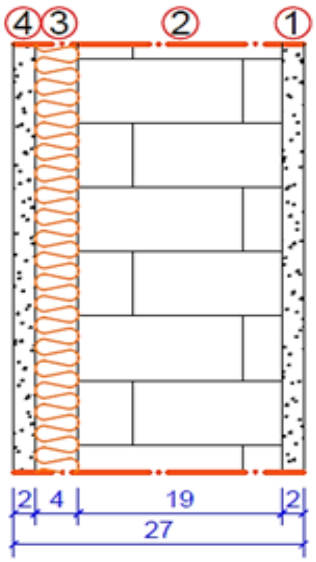
Apartman Z+2 kattan oluşmaktadır. 3+1 şeklinde tasarlanmıştır. Bir katta 4 daire olup toplamda 12 daire bulunmaktadır. Betonarme karkas yapı olan apartmanın duvarları 19 cm genişliğinde tuğladan oluşmaktadır. Şekil 5.27' de kat planı verilen apartmanın toplam alanı 580,35 m^2, brüt hacmi ise 7 428,5 m^3' tür. Örnek 7 de ısı

yalıtım malzemesi olarak 5 cm kalınlığında, 0,035 W/mK ısı iletim katsayısına sahip EPS ısı yalıtım levhası kullanılmıştır.



Şekil 5.27. Örnek 7' nin kat planı (Anonim 10)

Şekil 5.28' de ısı yalıtımı uygulanan Örnek 5' in duvar detayında, 2 cm iç sıva 4 cm ısı yalıtımı, 19 cm kalınlığında tuğla duvar ve 2 cm iç sıva olduğu görülmektedir.



1) İç Sıva
2) Tuğla Duvar
3) Isı Yalıtımı
4) Dış Sıva

Şekil 5.28. Örnek 7'nin duvar detayı

Örnek 7 apartmanına ısı yalıtımı yapıldığında, apartmanın döşemesinde 177,59 W/K, pencere ve kapılardan 580,27 W/K, tavandan 213,57 W/K, duvardan 559,23 W/K enerji kaybı yaşanmaktadır. Isı yalıtımı yapılmadığı durumda, Örnek 7 apartmanın döşemesinde 529,35 W/K, pencere ve kapılardan 580,27 W/K, tavandan 1 856,19 W/K, duvardan 1 558,90 W/K enerji kaybı olduğu görülmektedir (Çizelge 5.7) (EK-17 ve EK-18).

Çizelge 5.7. Örnek 7'nin ısı yalıtımlı ve yalıtımsız durumunda ısı kaybı değerleri

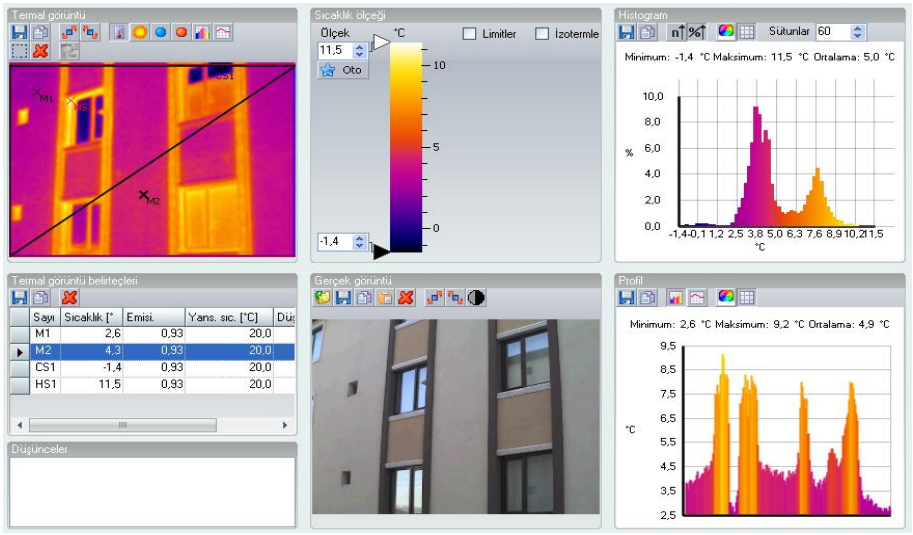
Yapı elemanları	Isı yalıtımlı	Isı yalıtımsız
Döşeme	177,59 W/K	529,35 W/K
Pencere ve kapı	580,27 W/K	580,27 W/K
Tavan	213,57 W/K	1 856,19 W/K
Duvar	559,23 W/K	1 558,90W/K

Şekil 5.29' daki Örnek 7 apartmanı son kat dekoratif sıvası yapıldıktan sonra kullanıma hazır hale getirilmiştir.



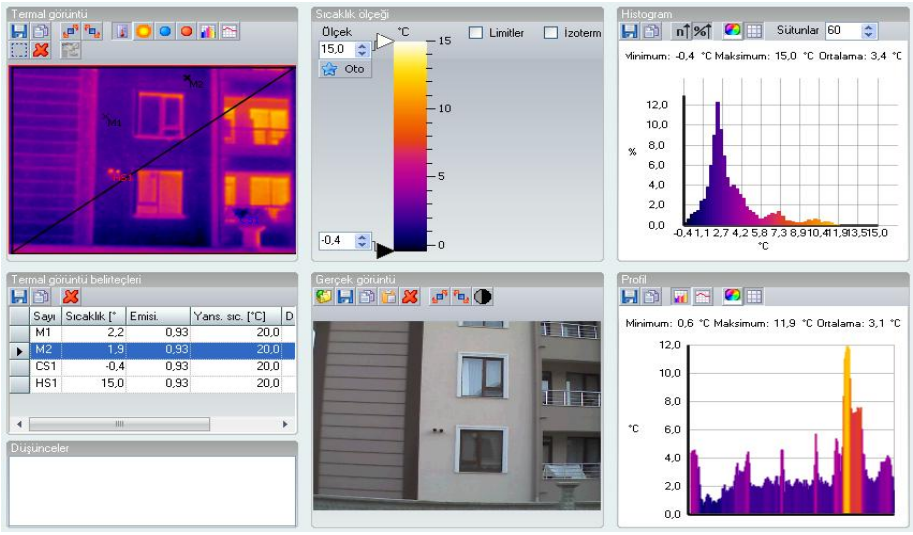
Şekil 5.29. Örnek 7'nin yalıtım yapıldıktan sonraki görünüşü

Şekil 5.30' da 2. katın balkon duvar birleşiminde ısı kaçağı görülmektedir. Yüzey sıcaklığı en fazla 11,5 ^{0}C, en az -1,4 ^{0}C'dir. M1 sıcaklığı 2,6 ^{0}C, M2 sıcaklığı ise 4,3 ^{0}C'dir.



Şekil 5.30. Örnek 7'nin pencere ve profillerinin termal kamera görüntüsü

Şekil 5.31' de köşe profilleri dışında herhangi bir ısı kaçağı görülmemektedir. Yüzeyde görülen en yüksek sıcaklık 15 ^{0}C, en düşük sıcaklık -0,4 ^{0}C'dir. M1 2,2 ^{0}C, M2 sıcaklığı 1,9 ^{0}C' dir.

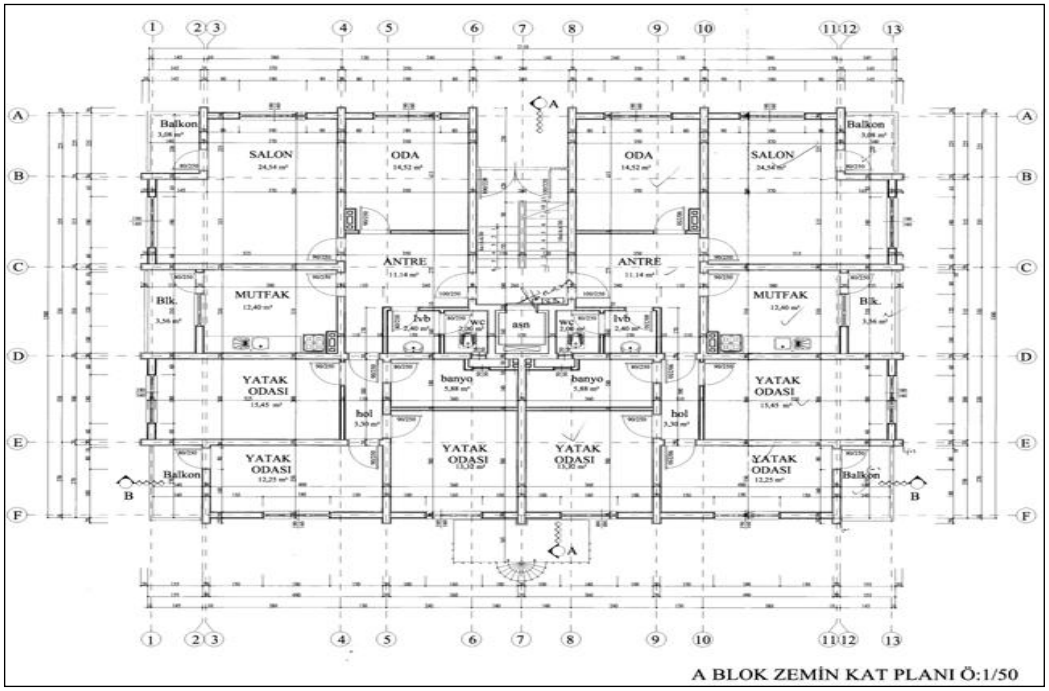


Şekil 5.31. Örnek 7'in yan cephe termal kamera görüntüsü

5.8. Örnek 8'in İncelenmesi

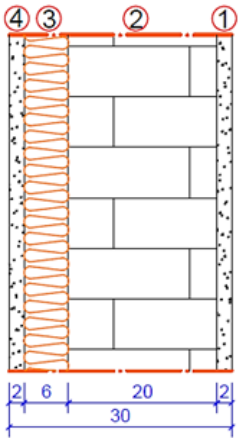
Bina 2005 yılında tünel kalıp sistemiyle yapılmıştır. Konutlar 4+1 olup çift daire formundadır. Bina zemin+7 kattan oluşmaktadır. Ayrıca çatı arası kullanılmaktadır.

Şekil 5.32' da kat planı verilen apartmana 6 cm kalınlığında, ısı iletim katsayısı 0,035W/mK olan EPS ısı yalıtım levhası kullanılmıştır.



Şekil 5.32. Örnek 8'in zemin kat planı (Anonim 11)

Şekil 5.33'de ısı yalıtımı uygulanan Örnek 5' in duvar detayında, 2 cm iç sıva 4 cm ısı yalıtımı, 19 cm kalınlığında tuğla duvar ve 2 cm iç sıva olduğu görülmektedir.



1) İç Sıva
2) Tuğla duvar
3) Isı yalıtımı
4) Dış sıva

Şekil 5.33. Örnek 8'in duvar detayı

Yapılan hesaplamalar sonucu, ısı yalıtımı yapıldığında Örnek 8 apartmanın döşemesinde 63,99 W/K, pencere ve kapılardan 1 008 W/K, tavandan 89,07 W/K, duvardan 1 008 W/K enerji kaybı yaşanmaktadır. Isı yalıtımı yapılmadığı durumda, Örnek 8 apartmanın döşemesinde 336,93 W/K, pencere ve kapılardan 1 008 W/K, tavandan 744,59 W/K, duvardan 2 453 W/K enerji kaybı olduğu görülmektedir (Çizelge 5.8) (EK-19 ve EK-20).

Çizelge 5.8. Örnek 8'in ısı yalıtımlı ve yalıtımsız durumunda ısı kaybı değerleri

Yapı elemanları	Isı yalıtımlı	Isı yalıtımsız
Döşeme	63,99 W/K	336,93 W/K
Pencere ve kapı	1 008 W/K	1 008 W/K
Tavan	89,07 W/K	744,59 W/K
Duvar	468,52 W/K	2 453 W/K

Şekil 5.34' de örnek 8'in ısı yalıtımı yapıldıktan sonra dekoratif sıva kaplaması uygulanmış ve yapı kullanılır duruma getirilmiştir.



Şekil 5.34. Örnek 8'in ısı yalıtımı yapıldıktan sonraki görünüşü

Örnek 8 Konya'da olduğu için termal kamera görüntüsü alınamamıştır.

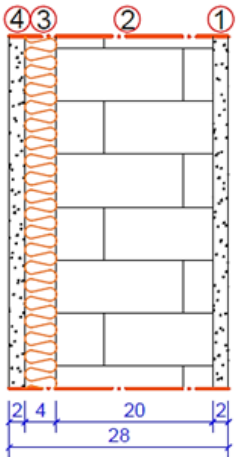
5.9. Örnek 9'un İncelenmesi

Bina 2010 yılında tünel kalıp sistemiyle yapılmıştır. Konutlar 4+1 olup çift daire formundadır. Bina zemin+10 kattan oluşmaktadır. Apartman 20 cm kalınlığında bims bloklardan oluşmaktadır. 4 cm kalınlığında ve 0,03 W/mK ısı iletim katsayısına sahip EPS yalıtım levhası kullanılarak yalıtım yapılmıştır. Şekil 5.35' de Örnek 9' a ısı yalıtımı yapıldıktan sonra çekilen cephe fotoğrafı sunulmuştur.



Şekil 5.35. Örnek 9'un yalıtım ve cephe kaplamasından sonraki durumu

Şekil 5.36' da ısı yalıtımı uygulanan Örnek 9' un duvar detayında, 2 cm iç sıva 4 cm ısı yalıtımı, 20 cm kalınlığında bims blok ve 2 cm iç sıva olduğu görülmektedir.



1) İç Sıva
2) Bims Blok
3) Isı Yalıtımı
4) Dış Sıva

Şekil 5.36. Örnek 9'un duvar detayı

Örnek 9 apartmanına ısı yalıtımı yapıldığında döşemede 84,62 W/K, pencere ve kapılarda 254,43 W/K, tavanda 196,22 W/K, duvarda 732,71 W/K enerji kaybı yaşanmaktadır. Isı yalıtımı yapılmadığı durumda ise, döşemede 354,66 W/K, pencere ve kapılarda 254,43 W/K, tavanda 212,12 W/K, duvarda 5 843,2 W/K enerji kaybı olduğu görülmektedir (Çizelge 5.9) (EK-21 ve EK-22).

Çizelge 5.9. Örnek 9'un ısı yalıtımlı ve yalıtımsız durumunda ısı kaybı değerleri

Yapı elemanları	Isı yalıtımlı	Isı yalıtımsız
Döşeme	84,62 W/K	354,66 W/K
Pencere ve kapı	254,43 W/K	254,43 W/K
Tavan	196,22 W/K	212,12 W/K
Duvar	732,71 W/K	5 843,2 W/K

Örnek 9 Konya'da olduğu için termal kamera görüntüsü alınamamıştır.

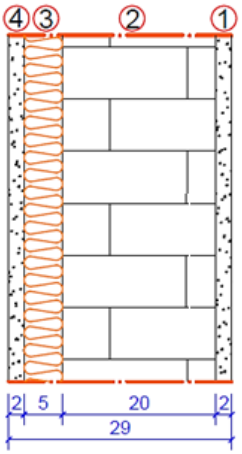
5.10. Örnek 10'un İncelenmesi

Bina 2010 yılında tünel kalıp sistemiyle yapılmıştır. Konutlar 3+1 olup çift daire formundadır. A ve D blokları zemin+10 kat, B ve C blokları zemin +11 kattan oluşmaktadır. Apartman 20 cm kalınlığında bims bloklardan oluşmaktadır. 4 cm kalınlığında ve 0,03 W/mK ısı iletim katsayısına sahip XPS yalıtım levhası kullanılarak yalıtım yapılmıştır. Şekil 5.37'de Örnek 10'un ısı yalıtımı yapıldıktan sonraki cephe fotoğrafı verilmiştir.



Şekil 5.37. Örnek 10'un ısı yalıtımı yapıldıktan sonra cephesi

Şekil 5.38' de ısı yalıtımı uygulanan Örnek 10' un duvar detayında, 2 cm iç sıva 5 cm ısı yalıtımı, 20 cm kalınlığında bims blok ve 2 cm iç sıva olduğu görülmektedir.



1) İç Sıva
2) Bims Blok
3) Isı Yalıtımı
4) Dış Sıva

Şekil 5.38. Örnek 10'un duvar detayı

Yapılan hesaplamalar sonucu, ısı yalıtımı yapıldığında Örnek 10 apartmanın döşemesinde 81,5 W/K, pencere ve kapılardan 2 293,44 W/K, tavandan 135,63 W/K, duvardan 996,7 W/K enerji kaybı yaşanmaktadır. Isı yalıtımı yapılmadığı durumda, Örnek 10 apartmanın döşemesinde 1 207,65 W/K, pencere ve kapılardan 2 214,43 W/K, tavandan 1 695,6 W/K, duvardan 4 478,7 W/K enerji kaybı olduğu görülmektedir (Çizelge 5.10) (EK-23 ve EK-24).

Çizelge 5.10. Örnek 10'un ısı yalıtımlı ve yalıtımsız durumunda ısı kaybı değerleri

Yapı elemanları	**Isı yalıtımlı**	**Isı yalıtımsız**
Döşeme	81,5 W/K	1 207,65 W/K
Pencere ve kapı	2 293,44 W/K	2 293,44 W/K
Tavan	135,63 W/K	1 695,6 W/K
Duvar	996,7 W/K	4 478,7 W/K

Örnek 10 Konya'da olduğu için termal kamera görüntüsü alınamamıştır.

6. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Apartmanlarda ısı yalıtımının enerji performansına etkisi, elde edilen verim, yoğuşma durumu ve termal kamera görüntüleri verilmiştir.

6.1. Isı Yalıtımının Enerji Kazancına Etkisi ve Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Erzincan Belediyesi ve Konya Selçuklu Belediyesinden örnek apartmanların mimari projeleri temin edilmiştir. Alınan projeler kullanılarak apartmanların ısı enerji ihtiyacı bilgisayar programıyla hesaplanmıştır. Tablo 6.1' de Pilot bölge olarak seçilen, Konya ve Erzincan İl merkezlerinde buluna toplam 10 apartmanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ($Q_{yıl}$) ve hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Q') verilmiştir. Bu tabloya göre en fazla enerji ihtiyacı olan apartman Örnek 7, en az enerji ihtiyacı olan ise Örnek 8 apartmanı bulunmuştur.

Çizelge 6.1. Örnek apartmanların ısı yalıtımlı ve yalıtımsız enerji karşılaştırılması

		Toplam Isı Kaybı **($Q_{yıl}$) (kWh)**			Hesaplanan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı **(Q') (kWh/m^2)**		Standartlar-da olması gereken **Q'** değeri **(kWh/m^2)**
		Isı Yalıtımsız	Isı Yalıtımlı	Oran	Isı Yalıtımlı	Isı Yalıtımsız	
Erzincan' dan Örnekler	Örnek 1	421 860,40	164 014,11	2,57	101,7	261,57	122,07
	Örnek 2	485 578,80	209 556,41	2,32	97,45	225,81	117,47
	Örnek 3	464 417	171 113	2,72	27,38	74,30	27,47
	Örnek 4	299 245,52	123 837,23	2,42	101,09	244,29	120,55
	Örnek 5	420 303,15	57 697,8	7,28	108,11	787,56	130,13
	Örnek 6	301 272,73	126 027,89	2,40	101,73	243,20	120,06
	Örnek 7	492 651,36	220 521,57	2,24	92,77	207,25	114,45
Konya'dan Örnekler	Örnek 8	6 409,7	3 496	1,84	17,45	40,47	17,54
	Örnek 9	14 656,8	10 060,1	1,46	16,28	32,03	16,60
	Örnek 10	15 560,8	7 783,9	2,0	17,10	34,02	17,16

A_n başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı $Q= Q_{yıl}/A_n$ formülüyle yapılan hesaplamalar sonucunda bir apartmana düşen enerji ihtiyacı (Q) ısı yalıtımsız iken 29014,56 kWh/m^2'dir. Isı yalıtımı yapıldığı durumda ise bu rakam 10941,08 kWh/m^2'e düşmektedir. Yapılan araştırmadaki 10 adet apartmanda ısı yalıtımı yapıldığı takdirde elde edilen tasarrufun yaklaşık % 62 olduğu sonucuna varılmıştır.

İşbilir (2010), tez çalışmasında 1. İklim bölgesinde bulunan İzmir ilinde yalıtımlı binanın yalıtımsız binaya oranla 2.5 kat daha fazla enerji tasarrufu sağlandığını bulurken, 3. İklim bölgesinde bulunan Konya ve 4. İklim bölgesinde bulunan Erzincan ilindeki apartmanlara ısı yalıtımı yapıldığında bu oran yaklaşık 3.5 kat olduğu görülmektedir. Bu bilgiler ışığında, 3. ve 4. İklim bölgelerinde ısı yalıtımı yapmak enerji tasarrufu açısından daha avantajlıdır.

Candan (2007), tez çalışmasında örnek bir binaya dıştan ısı yalıtımı yapıp enerji ortalamasını %40 bulurken, 10 apartmana yaptığımız yalıtım sonucunda bu oranın ortalama %55,4 olduğu hesaplanmıştır.

Çomaklı ve Yüksel (2003), yayınlamış oldukları makalelerinde, Türkiye'nin 4. İklim bölgesinde bulunan Erzurum, Erzincan ve Kars şehirlerinde binalarda EPS kullanarak dış duvar yalıtım uygulaması sonucu yapılan hesaplarda Erzurum için optimum yalıtım kalınlığının 10 cm olduğunu hesaplamıştır. Bu yalıtım kalınlığındaki dış duvarlar yalıtımsız duvara göre yaklaşık %80 oranında tasarruf sağlayacağı tespit etmiştir. Tez çalışmamız kapsamında aynı iklim bölgesinde bulunan Erzincan'da bu kalınlık 5 cm' e kadar düşmektedir. 5 cm yapılan binada enerji verimliliğinin % 61,2 olduğu sonucuna varılmıştır.

Ünalan ve ark. (2006), yayınlamış oldukları makalelerinde, Konya gibi 3. İklim bölgesinde bulunan Eskişehir ilinde XPS ve EPS yalıtım malzemeleriyle ısı yalıtımı yapıldığında, EPS malzemesinin optimum kalınlığının 7 cm, XPS malzemesinin ise 5 cm olduğunu hesaplamıştır. Tez çalışmamız kapsamında yapılan hesaplamalar sonucunda Konya için EPS malzemesinin optimum ısı yalıtım kalınlığı 5 cm iken XPS için 4cm olduğu sonucuna varılmıştır.

Değirmenci (2010), yayınlamış olduğu yüksek lisans tezinde Marmara Bölgesi sınırları içerisinde bulunan Yahya Kaptan Blokları ve Yalova Termal Bölgesi'nde termal kamera ile yaptığı incelemeler sonucunda, bizim tez çalışmamızda tespit ettiğimiz gibi, Apartmanların (blokların) kolon-kiriş birleşim yerleri ve pencere kenarlarında ısı köprüleri olduğu görülmüştür.

6.2. Isı Yalıtımı Sonucunda Elde Edilen Verim

Örnek apartmanlara ısı yalıtım yapılmadan önce ve yapıldıktan sonra enerji ihtiyaçları karşılaştırılıp enerji verimi hesaplanmıştır. Ayrıca TS 825'de belirtilen kural ve standartlara göre enerji sınıfı belirlenmiştir. Bir apartmandaki enerji verimini bulmak için aşağıdaki;

Enerji verimi = $(Q_{izolasyonsuz} - Q_{izolasyonlu}) / Q_{izolasyonsuz}$ formülü kullanılmıştır (Kaya, 2011).

Bunun yanı sıra hesaplamalar sonucu bulunan $Q_{yıl}$ değeri standartta belirlenen sayılarla (0,99-0,90-0,89) çarpıldıktan sonra aşağıda verilen formüller kullanılarak enerji sınıfı belirlenmiştir.

$Q_{yıl} \leq 0{,}99 \text{ X } Q'$ ise C tipi bina

$Q_{yıl} \leq 0{,}90 \text{ X } Q'$ ise B tipi bina

$Q_{yıl} \leq 0{,}80 \text{ X } Q'$ ise A tipi bina

Çizelge 6.2'de en çok verim Örnek 5'de %74 oranında sağlanmışken, en az verim Örnek 9'da %32 oranında sağlanmıştır. Enerji sınıfı bakımında apartmanları 8 adedi B sınıfı, 2 adedi ise C sınıfıdır.

Çizelge 6.2. Örnek apartmanların enerji verimi ve sınıfı

		Kullanılan Yalıtım Malz.	Yalıtım Kalınlığı (cm)	Duvar Kalınlığı (cm)	Elde Edilen Verim (%)	Enerji Sınıfı
Erzincan'dan Örnekler	Örnek 1	EPS	5	19	61	B
	Örnek 2	EPS	4	19	57	B
	Örnek 3	XPS	5	19	63	B
	Örnek 4	XPS	4	19	59	B
	Örnek 5	EPS	4	19	74	B
	Örnek 6	XPS	4	19	58	B
	Örnek 7	EPS	4	19	55	B
Konya'dan Örnekler	Örnek 8	EPS	6	20	45	C
	Örnek 9	EPS	4	20	32	C
	Örnek 10	EPS	5	20	50	B
Ortalama Verim		EPS			**% 55,4**	

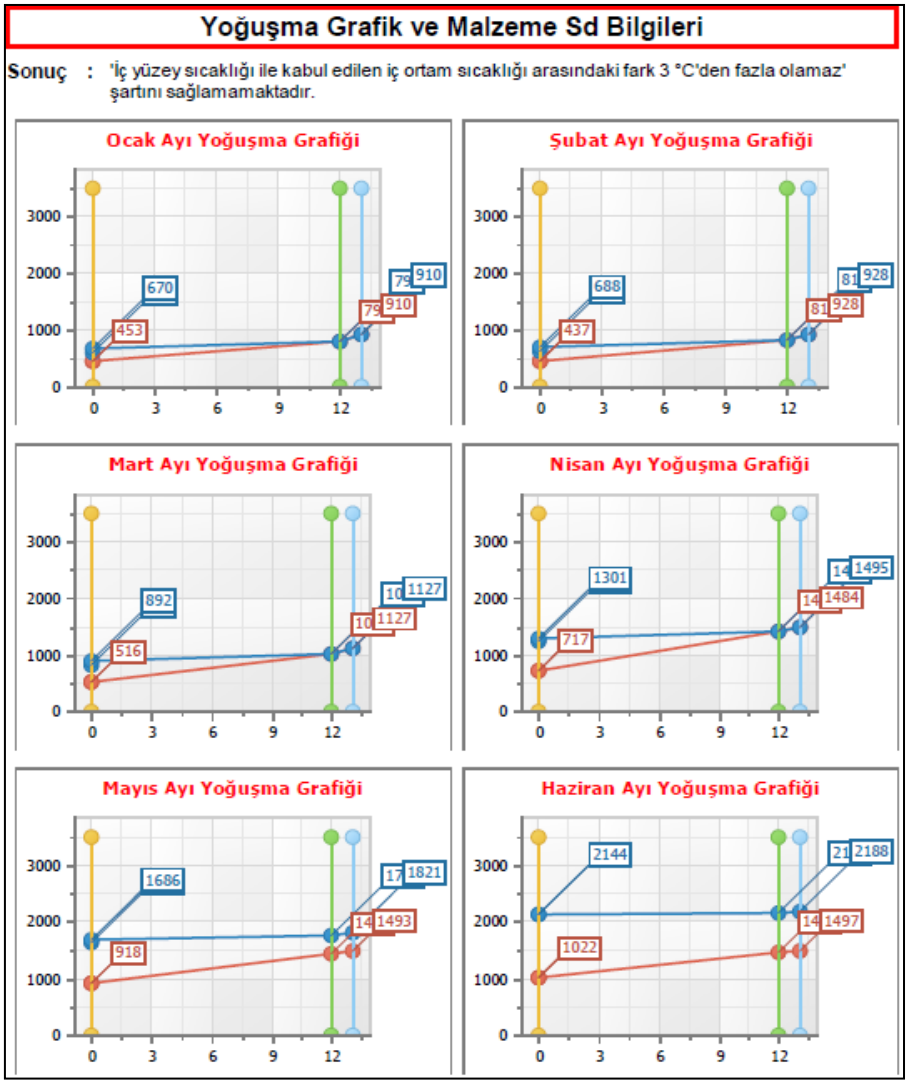
6.3. Isı Yalıtımı Yapılması Halinde Yoğuşma Durumu

Yapı malzemelerinde kullanım şartlarına göre yazın veya kışın ortaya çıkan yoğuşma ya da terleme olayı; hava ile temas eden yapı malzemesi yüzey sıcaklığının, havanın çiğ noktası sıcaklığının altında olması durumunda gerçekleşir(Heperkan , 2001, Toydemir ve ark., 2004).

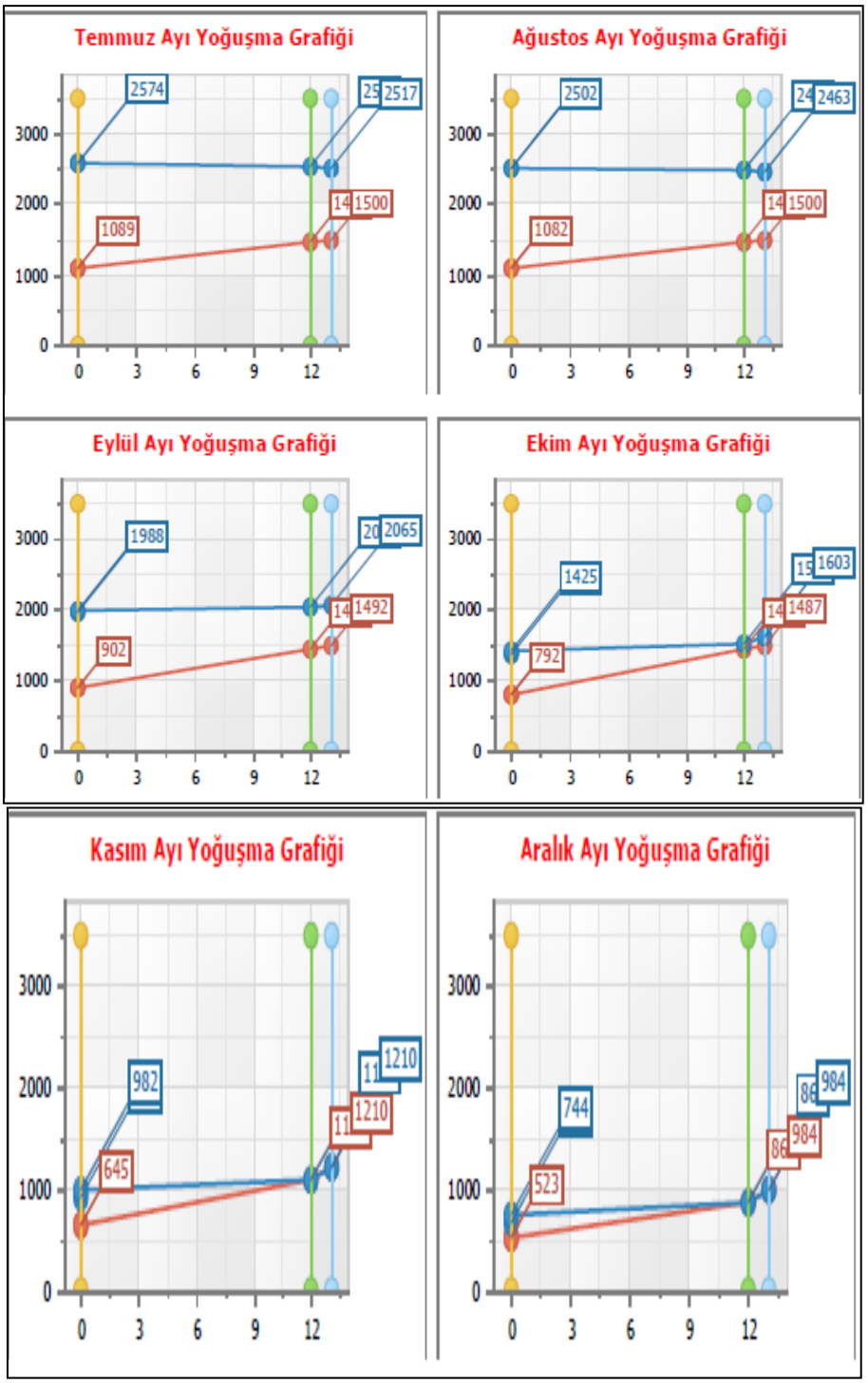
Su buharı; basınç farkı nedeniyle ısı akımı ile aynı yönde hareket ederek yapı elemanının gözeneklerinden geçer ve dış ortama ulaşmaya çalışır. Su buharının yapı elemanı içerisindeki bu geçişi sırasında, doyma veya daha düşük sıcaklıkta bir yüzeyle temas etmesi durumunda buharın bir kısmı yoğuşarak su haline geçer (Anonim 7).

Yoğuşma, duvarın iç ve dış yüzeyinde ise (terleme) boyaların ve sıvaların dökülmesine, mantarlanma ve küflenmeye sebep olmaktadır. (Yılmaz, 2006). Bu durum binanın konfor şartlarını ve kullanıcıların sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir.

Şekil 6.1'de ısı yalıtımsız Örnek 8 apartmanının dış duvarlarındaki yoğuşma durumu ve su buharı difüzyonuna karşı direnci (Sd) incelenmiştir. İç yüzey sıcaklığı ile TS 825' de kabul edilen iç ortam sıcaklığı arasındaki fark 3 ^{0}C'den fazla olduğu için apartmanda yoğuşma meydana gelmektedir. Bu yoğuşmanın Ocak, Şubat ve Aralık aylarında, Mart, Ekim ve Kasım aylarının son günlerinde olduğu görülmektedir.

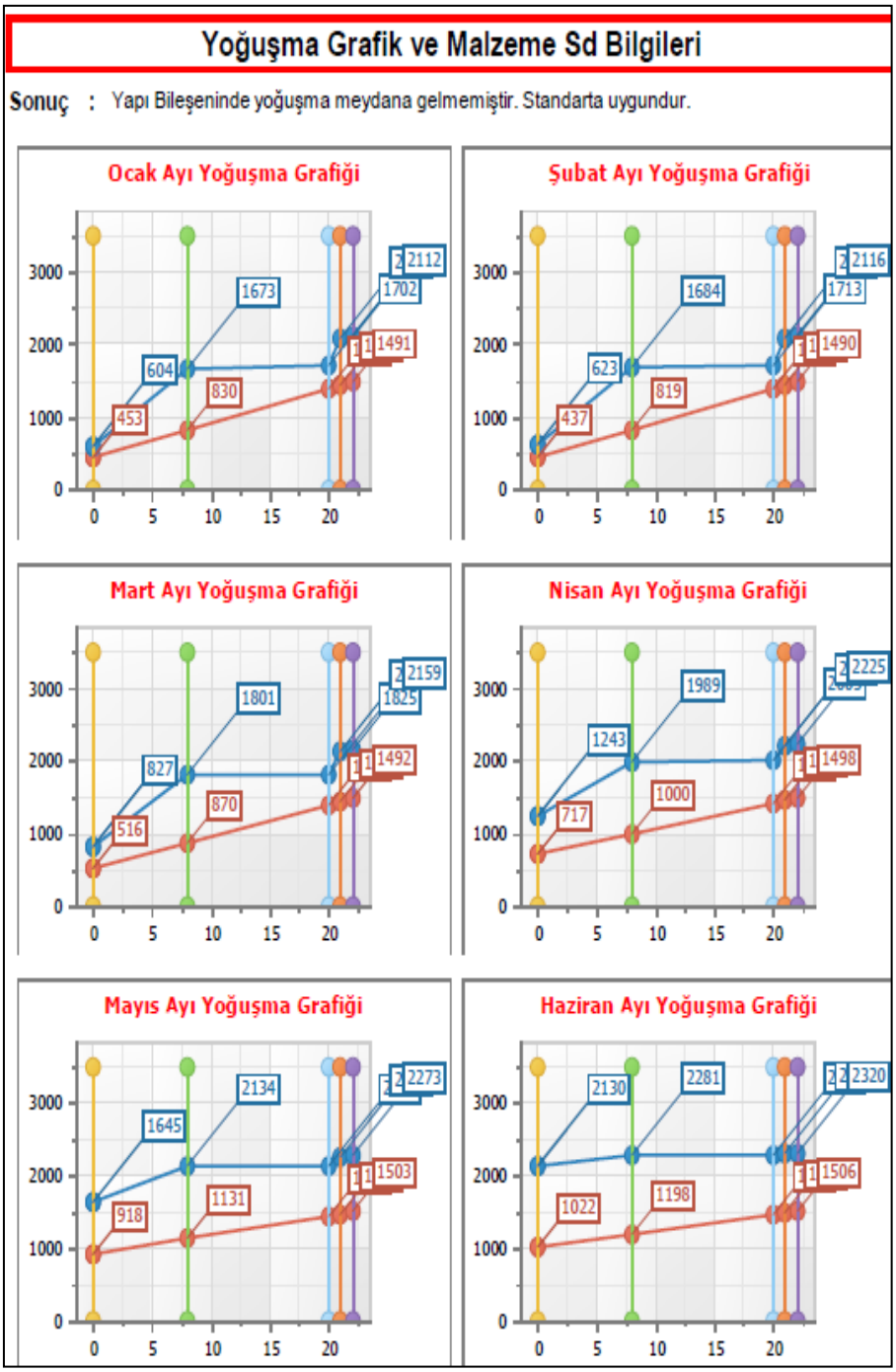


Şekil 6.1. Yılın ilk 6 ayında ısı yalıtımsız Örnek 8 apartmanının duvarında yoğuşma durumu

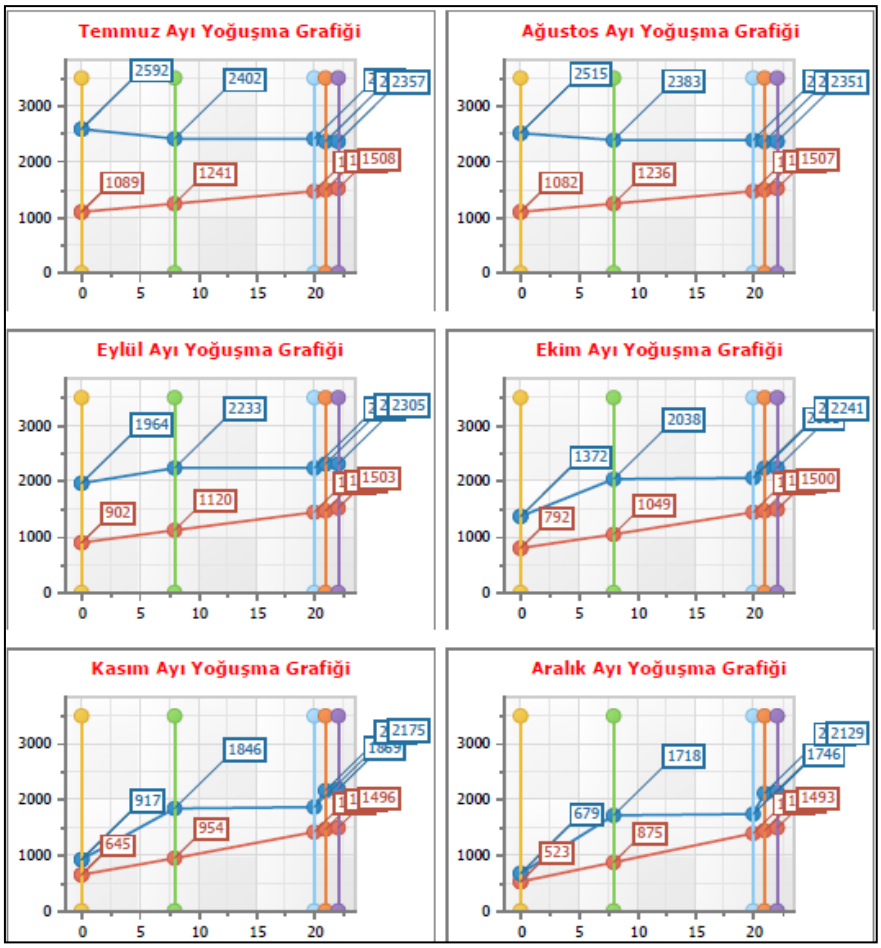


Şekil 6.2. Yılın son 6 ayında ısı yalıtımsız Örnek 8 apartmanının duvarında yoğuşma durumu

Örnek 8 apartmanına ısı yalıtımı yapıldığında herhangi bir yoğuşma olmadığı ve yapılan ısı yalıtımının standartlara uygun olduğu görülmektedir (Şekil 6.3).



Şekil 6.3. Yılın son 6 ayında ısı yalıtımlı Örnek 8 apartmanının duvarındaki yoğuşma durumu



Şekil 6.4. Yılın son 6 ayında ısı yalıtımlı Örnek 8 apartmanının duvarındaki yoğuşma durumu

Çizelge 6.3' de görüldüğü gibi pilot bölgelerden seçilen 10 örnek apartmanda ısı yalıtımı yapılmadığında dış duvar, çatılı tavan ve tabanda yoğuşma varken, ısı yalıtımı yapıldıktan sonra yoğuşma olmadığı görülmüştür

Çizelge 6.3. Örnek apartmanların yoğuşma durumu

		Isı Yalıtımlı			Isı Yalıtımsız		
		Duvar	Çatılı tavan	Taban	Duvar	Çatılı tavan	Taban
Erzincan'dan Örnekler	Örnek 1	-	-	-	✓	✓	✓
	Örnek 2	-	-	-	✓	✓	✓
	Örnek 3	-	-	-	✓	✓	✓
	Örnek 4	-	-	-	✓	✓	✓
	Örnek 5	-	-	-	✓	✓	✓
	Örnek 6	-	-	-	✓	✓	✓
	Örnek 7	-	-	-	✓	✓	✓
Konya'dan Örnekler	Örnek 8	-	-	-	✓	✓	✓
	Örnek 9	-	-	-	✓	✓	✓
	Örnek 10	-	-	-	✓	✓	✓

✓ : Yoğuşma var, "-" : Yoğuşma Yok.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

7.1 Sonuçlar

Enerji kaynaklarının giderek tükenmesi, tüm dünyanın ilgilendiği konu haline gelmiştir. Enerji kaynağına sahip ülkeler başka ülkeler tarafında istila edilip, yaşama hakları ellerinden alınmıştır. Tüm dünya enerjinin nasıl daha verimli hale getirilebilineceğini ve nasıl daha fazla enerji tasarrufu sağlanacağı konusunu irdelemeye başlamıştır.

Türkiye enerji konusunda dışa bağımlı bir ülke olup, enerjisinin büyük bir kısmını konutlar için kullanmaktadır. Kullanılan bu enerjinin de yarısından fazlası ısıtma için harcanmaktadır. Binalarda ısı kaybının görüldüğü yer yapı kabuğu olduğu için en iyi enerji tasarrufu yapı kabuğuna yapılan ısı yalıtımı olmaktadır.

Çalışmamızda pilot bölge olarak seçtiğimiz Konya ve Erzincan illerinde bulunan 10 adet mevcut ve yapım aşamasında olan apartmanlara projeye mantolama usulüyle ısı yalıtımı yapılmıştır. Apartmanların ısı yalıtımı yapılmadan önce yıllık ısıtma enerjisi ($Q_{yıl}$), özgül ısı kaybı (H) hesaplanmış ve yoğuşma grafikleri çizilmiştir. Aynı işlem ısı yalıtımı uygulandıktan sonra da yapılmıştır. Bu işlemler sonucunda;

- **Örnek 1**’ de **5 cm** kalınlığında **EPS** yalıtım levhası kullanılmıştır. Isı yalıtımı yapıldığında m^2 başına 101,70 kWh enerji harcanırken, ısı yalıtımı yapılmadığında m^2 başına 261,57 kWh enerji harcanmaktadır. Yalıtım yapılması durumunda **% 61** enerji verimi sağlanırken enerji sınıfının B olduğu hesaplanmıştır.
- **Örnek 2**’ de **4 cm** kalınlığında **EPS** yalıtım levhası kullanılmıştır. Isı yalıtımı yapıldığında m^2 başına 97,45 kWh enerji harcanırken, ısı yalıtımı yapılmadığında m^2 başına 225,41 kWh enerji harcanmaktadır. Yalıtım yapılması durumunda **% 57 enerji verimi** sağlanırken enerji sınıfının B olduğu hesaplanmıştır.
- **Örnek 3**’ de **5 cm** kalınlığında **XPS** yalıtım levhası kullanılmıştır. Isı yalıtımı yapıldığında m^2 başına 27,38 kWh enerji harcanırken, ısı yalıtımı yapılmadığında m^2 başına 74,30 kWh enerji harcanmaktadır. Yalıtım yapılması durumunda **% 63 enerji verimi** sağlanırken enerji sınıfının B olduğu hesaplanmıştır.
- **Örnek 4** de **4 cm** kalınlığında **XPS** yalıtım levhası kullanılmıştır. Isı yalıtımı yapıldığında m^2 başına 101,09 kWh enerji harcanırken, ısı

yalıtımı yapılmadığında m^2 başına 244,29 kWh enerji harcanmaktadır. Yalıtım yapılması durumunda **% 59 enerji verimi** sağlanırken enerji sınıfının B olduğu hesaplanmıştır.

- **Örnek 5**' de **4 cm** kalınlığında **EPS** yalıtım levhası kullanılmıştır. Isı yalıtımı yapıldığında m^2 başına 108,11 kWh enerji harcanırken, ısı yalıtımı yapılmadığında m^2 başına 787,56 kWh enerji harcanmaktadır. Yalıtım yapılması durumunda **% 74 enerji verimi** sağlanırken enerji sınıfının B olduğu hesaplanmıştır.
- **Örnek 6**' da **4 cm** kalınlığında **XPS** yalıtım levhası kullanılmıştır. Isı yalıtımı yapıldığında m^2 başına 101,73 kWh enerji harcanırken, ısı yalıtımı yapılmadığında m^2 başına 243,20 kWh enerji harcanmaktadır. Yalıtım yapılması durumunda **% 58 enerji verimi** sağlanırken enerji sınıfının B olduğu hesaplanmıştır.
- **Örnek 7**' de **4 cm** kalınlığında **EPS** yalıtım levhası kullanılmıştır. Isı yalıtımı yapıldığında m^2 başına 92,77 kWh enerji harcanırken, ısı yalıtımı yapılmadığında m^2 başına 207,25 kWh enerji harcanmaktadır. Yalıtım yapılması durumunda **% 55 enerji verimi** sağlanırken enerji sınıfının B olduğu hesaplanmıştır.
- **Örnek 8**' de **6 cm** kalınlığında **EPS** yalıtım levhası kullanılmıştır. Isı yalıtımı yapıldığında m^2 başına 17,45 kWh enerji harcanırken, ısı yalıtımı yapılmadığında m^2 başına 40,47 kWh enerji harcanmaktadır. Yalıtım yapılması durumunda **% 45 enerji verimi** sağlanırken enerji sınıfının C olduğu hesaplanmıştır.
- **Örnek 9**' da **4 cm** kalınlığında **EPS** yalıtım levhası kullanılmıştır. Isı yalıtımı yapıldığında m^2 başına 16,28 kWh enerji harcanırken, ısı yalıtımı yapılmadığında m^2 başına 32,03 kWh enerji harcanmaktadır. Yalıtım yapılması durumunda **% 32 enerji verimi** sağlanırken enerji sınıfının C olduğu hesaplanmıştır.
- **Örnek 10**' da **5 cm** kalınlığında **XPS** yalıtım levhası kullanılmıştır. Isı yalıtımı yapıldığında m^2 başına 17,10 kWh enerji harcanırken, ısı yalıtımı yapılmadığında m^2 başına 34,02 kWh enerji harcanmaktadır. Yalıtım yapılması durumunda **% 50 enerji verimi** sağlanırken enerji sınıfının B olduğu hesaplanmıştır.

Binalarda ısı yalıtımı yapılmadığında dış duvar, tavan ve zemine oturan tabanda yoğuşma görülürken, yapıldığında yoğuşma olmadığı görülmüştür. Elde edilen verim ortalama % 55,4 'tür. İncelenen 10 apartmanda ısı yalıtımı yapıldığında, 1 m^2 alanı ısıtmak için ortalama 68,10 kWh enerji kullanılırken, yalıtım yapılmadığı durumda 215,05 kWh enerji harcanacağı hesaplanmıştır.

Erzincan' da bulunan 7 apartmana ısı yalıtımı yapıldığında, bir yılda apartmanı ısıtmak için ortalama 104,56 kWh/m^2 enerji tüketilirken, ısı yalıtımı yapılmadığında 292 kWh/m^2 enerji tüketildiği görülmüştür. Erzincan'da 3 kat ve üzeri 2031 apartman, yaklaşık 4 500 adet daire bulunmaktadır. Bir daire ortalama 120 m^2'dir. Isı yalıtımı yapıldığında bir daireyi ısıtmak için 12 547 kWh enerji harcanırken, ısı yalıtımı yapılmadığı takdirde bu rakam 35 040 kWh olacaktır. İlde apartmanlara ait 540 000 m^2 alan bulunmaktadır. Bu alan ısı yalıtımı yapıldığında 56 462 400 kWh enerji harcarken, yalıtımsız durumda 157 680 000 kWh enerji harcadığı hesaplanmıştır. Isı yalıtımı yapıldığında elde edilen verim % 62'dir.

TS 825'de Erzincan 4. İklim bölgesinde olduğu için yalıtım kalınlığı 8 cm' dir. Fakat yapılan hesaplardan Erzincan için optimum yalıtım kalınlığının 5 cm olduğu hesaplanmıştır. Mantolama sistemi binayı manto gibi sardığı için ısı köprüleri oluşumunun azaldığı görülmüştür. Termal kamera görüntülerindeki ısı köprülerinin sebebi, işçilik hataları ve süsleme profili olarak kullanılan yalıtım malzemesi kalınlığının standartlarda belirtilen değerlerden daha ince olduğu tespit edilmiştir. Isı yalıtım malzemeleri minimum 6 cm olması gerekirken 2 veya 3 cm kalınlığında kullanıldığı belirlenmiştir. Termal kameralarda yalıtımın yetersiz olduğu bölgeler kolon-kiriş birleşim yerleri ve süsleme profilleridir. Termal kamera görüntülerinde tespit elden ısı köprülerinin oluştuğu detaylarda yapı konforunun azalacağı ve yoğuşmanın olacağı sonucuna varılmıştır.

7.2 Öneriler

Erzincan ili Konya iline göre daha soğuk olduğu için Erzincan'da bulunan mevcut ve yapım aşamasındaki apartmanların dış kabuğuna ısı yalıtımı yapmak enerji verimliliği açısında daha avantajlıdır.

XPS ısı yalıtım levhası yapım aşamasında HCFC denilen gaz kullanıldığı için uygulandıktan sonra, uzun bir süre çevreye gaz salınımı yapacağından EPS yalıtım malzemesi daha sağlıklı olacaktır.

Isınma için fazla yakıt yakılacağından çevreye salınan sera gazı miktarının fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca bina dış kabuğunda yalıtım olmadığı takdirde yoğuşma meydana geldiği, bu durumun yapı konforunu olumsuz yönde etkilediği görülmüştür.

Yapı kabuğunda meydana gelen yoğuşma ve nem insan sağlığı için tehlikeli olacaktır. Bu durum göz önüne alınıp binalara ısı yalıtımı yaptırılmalıdır.

Mevcut yapılarda ve yeni yapılacak yapılarda TS 825 standartlarına uygun ısı yalıtımı yapıldığında büyük oranda enerji tasarrufu elde edilecektir. Bu tasarruf ülke ekonomisinin geleceğini yönlendirecek güçtedir. Bu nedenle, ısı yalıtımının önemi topluma anlatılmalı ve toplum ısı yalıtımı konusunda bilinçlendirilmelidir.

Ülkemizde ısı yalıtım malzemesi üreten çeşitli firmalar bulunmaktadır. Bu yüzden piyasada malzeme fiyatları farklılık göstermektedir. Ülkemizin gelir düzeyi yüksek olmadığı için bina sahibi ucuz olan malzemeyi tercih ettiği bilinmektedir. Bu da çok geçmeden ihtiyaçları yeterince karşılayamadığı için yalıtımın sökülüp tekrar yapılmasını gerektirmektedir. Ülkemizde yalıtım alanında uzman kişilerin ısı yalıtımı yaptıracak bina sahiplerine malzeme çeşidi, malzeme kalınlığı, ısı yalıtımında kullanılan yardımcı malzemeler vb. konularda seminerler vermelidir.

Isı yalıtımının amacına uygun olarak kullanımının sağlanabilmesi için, ısı yalıtımı konusunda teknik elemanlar ve uygulayıcılar yetiştirilmelidir. Gerekirse kurs seminer gibi eğitimlere katılmaları sağlanmalıdır.

Apartman projeleri çizilirken ısı yalıtım detayları daha dikkatli yapılmalıdır. Apartmana hangi malzemenin daha uygun olacağı konusunda fikir alınacak uzmanlar yetiştirilmelidir. Isı yalıtımı yapıldığında yapı denetim şirketlerinin sadece projeleri değil uygulama alanlarını da incelemeleri gerekmektedir.

Isı yalıtımı yaptırılırken, yalıtımı kalifiye işçilere yaptırılmalıdır. Yaptırılmadığı durumda termal kamera görüntülerinde görüldüğü gibi ısı kaçakları oluşacaktır. Bu kaçaklar enerji kaybının yanı sıra dış yüzeyle sürekli temas halinde olan duvarların yıpranmasına neden olacaktır.

Binalarda ısı yalıtımı malzemelerinin geliştirilmesi konusunda yerel hammaddeler ile dış ülkelere bağımlı olmadan çağdaş ısı yalıtım malzemelerinin geliştirilmesi konusunda araştırmalar yapılmalıdır.

Mevcut ve yapım aşamasında olan binalarda ısı yalıtımı kullanımının standartlara uygun olarak yapılması konusunda yerel yönetimlere, yapı denetim firmalarına, basın yayın kuruluşlarına, malzeme üreticilerine, üniversitelere, yapı

sahiplerine, mimar, mühendislere ve uygulamacılara görevler düşmektedir. Termal kamera görüntülerinin incelenmesinde malzeme, işçilik ve uygulama hatalarının olduğu görülmüştür. Bu hataların ve eksikliklerin giderilmesi için bilimsel araştırmalara devam edilmeli, konusunda uzman kişiler yetiştirilmeli, konu ile ilgili sempozyumlar düzenlenmeli, basın yayın kuruluşları vasıtasıyla halkımız bilinçlendirilmeli ve ısı yalıtımlı binalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Akıncı, H., 2007, Günümüzde Uygulanan Isı Yalıtım Malzemeleri, Özellikleri, Uygulama Teknikleri Ve Fiyat Analizleri, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Sakarya, 35-45.

Aksoy, U. T. ve İnallı, M. 2003, Bina Kabuğundaki Yalıtım Uygulamalarının Isıtma Enerjisine Etkisinin Sayısal Analizi, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, Temmuz-Ağustos, 35.

Aksoy, T. U., 2008, Sandviç ve Gazbeton Duvar Uygulamalarının Ortalama Isı Geçirgenlik Katsayısı ve Isı Kaybı Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24.

Aksoy, T. ve Aytaç, A. , 2006, Enerji Tasarrufu İçin Dış Duvarlarda Optimum Yalıtım Kalınlığı ve Isıtma Maliyeti İlişkisi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21 (4), 753-758.

Akyol, T., 2006, Binaların Isı Yalıtımında Enerji Ve Ekserji Analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Balıkesir,75-85.

Altınışık, K. , 2006, Isı Yalıtımı, 1. Cilt, *Nobel Yayın Dağıtım*, İstanbul, 55-70.

Anonim 1: www.dow.com

Anonim2, 2009, Enerji Tasarrufu Ve Çevre İçin Büyük Adım, *Yapı Malzeme Dergisi*, Aralık Sayısı, 24-30.

Anonim 3: www.arkitera.com

Anonim 4. www.izoder.org.tr/izoder.asp?ID=171&ID2=175, Ocak, 2009.

Anonim 5, 2009, Isı Yalıtımında EPS, *Yapı Malzemesi Dergisi*, Ağustos Sayısı, 54-64.

Anonim 6: www.kimyamuhendisi.com.

Anonim 7: www.izoder.org.tr

Anonim 8:www.erzincan.gov.tr

Anonim 9.Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Son 41 Yılın Meteorolojik Verileri.

Anonim10, 2012. Erzincan Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü.

Anonim11, 2012. Konya-Selçuklu Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü

Arslan, O., Köse, R., 2006, Thermoeconomic Optimization of İnsulation Thickness Considering Condensed Vapor in Buildings, *Energy and Buildings*, in press.

Aydın, F., Akgül T., Aydın E., Vural İ., 2011, Konutlarda Kullanılan Farklı Duvar Çeşitlerinin Isı Yalıtım Performanslarının İncelenmesi, *NWSA İnternational e-Journal*,October, Volume:6, Number:4.

Aydın, İ., 2010, Binalarda Uygulana Isı Yalıtım Sistemlerinin Karşılaştırılması,Yüksek Lisans Tezi *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 154

Bayer, G., 2006, Binalarda Uygulanan Isı Yalıtım Sistemleri ve Örnek Bir Projede Isı Yalıtım Maliyet Analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 70-100.

Bayram, M., 2010, Binaların Enerji Performansı Yönetmeliği Ve Enerji Kimlik Belgesi Uygulaması, *İzolasyon Dünyası Dergisi*, 82, 16-19.

Bayram, M., 2011, Enerji Kimlik Belgesi Uygulaması Ve BEP-TR, *İzolasyon Dünyası Dergisi*, 86, 8-10.

Benhke, R.ve Ole, B., 2003, Türkiye'de Enerji Verimliliği İhtiyaçlarının Değerlendirilmesi Çalışması, *MVV Consultants and Engineers GmH*, Avrupa Komisyonu Türkiye Delegasyonu, Ankara.

Bilal, F. , 2010, Enerji Verimliliği ve Yalıtım, *İzolasyon Dünyası Dergisi*. Temmuz Sayısı, 54-57.

Bolattürk, A., 2006, Determination of Optimum İnsulation Thickness For Buildings Walls With Respect To Various Fuels and Climate Zones in Turkey, *Applied Thermal Engineering*, 26, 1301–1309.

Candan, N. , 2007, Isı Yalıtım Sistemleri Ve Özelliklerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 90-105.

Çamur, C., 2010, Isı Yalıtım Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yöntemiyle Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 55-85.

Çomaklı, K., Yüksel, B., 2003, Optimum İnsulation Thickness of External Walls For Energy Saving, *Applied Thermal Engineering*, 23, 473–479.

Değirmenci, A. İ., 2010, Türkiye'de Uygulanan Yalıtım Tekniklerinin Araştırılmasında Termal Kameranın Etkin Biçimde Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi*, 85-100.

Diz, T., 2011, Enerji Kimlik Belgesi, *İzolasyon Dünyası Dergisi*, 87, 14-16.

Ekinci, C.E, 2005, Bordo Kitap, 4. Baskı, *Nobel Yayınları*, Ankara, 795-797.

Ekinci, C. E. , 2003, Yalıtım Teknikleri, 1. Baskı, *Atlas Yayın Dağıtım*, İstanbul, 29.

Erdabak, M., 2010, Binalarda Isı Yalıtımındaki Eksikliklerin Enerji Tasarrufuna Olan Etkilerinin Uygulamalı Olarak Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sivas.

Gölcü, M., Dombaycı Ö.A., Abalı S., 2006, Optimization of İnsulation Thickness For External Walls Using Different Energy-Sources, *Applied Energy*, in press.

Güç, A., 2005, Yapılarda Extrude Polistren Isı Yalıtımı, *İzolasyon Dünyası Dergisi*, 52, 30-31.

Gür, V. ve Aygün, M., 2008, Mimaride sürdürülebilirlik kapsamında değişken yapı kabukları için bir tasarım destek sistemi, *itüdergisi/a mimarlık, planlama, tasarım*,7 (1), 74-82.

Heperkan H.A, 2001. "Yapı Malzemelerinde Buhar Difüzyonu ve Yoğuşma". *V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi,* 461-470

İşbilir, D., 2009, Isı Yalıtımı Uygulamaları ve Sorunlarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Karaca, H., 2007, Yapılarda Duvar Yalıtımında Isı Kayıplarının Ölçme Ve Değerlendirme Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 112-117.

Karakoç, T. , 2006, Kalorifer Tesisatı Hesabı, 1. Baskı, *Demirdöküm Teknik Yayınları*, İstanbul, 34.

Keskinkol, M., 2006, Isı Yalıtımında Unutulmaması Gereken Noktalar, *İzolasyon Dünyası Dergisi*, 63, 52-52.

Koçu, N. ve Dereli M. 2010, Dış Duvarlarda Isı Yalıtımı İle Enerji Tasarrufu Sağlanması Ve Detaylarda Karşılaşılan Sorunlar (Konya Kentinden Örnekler), *5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu,* Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Tınaztepe Yerleşkesi Buca – İzmir.

Koçu, N. ve Korkmaz, Z. S., 2003, Konya Çevresindeki Yapılarda Isı Yalıtım Uygulamalarının TS 825' e Göre Değerlendirilmesi ve Çevre Kirliliğine Etkisi, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 73, 75-87.

Köse, B. ve Isıkan, O., İnan T.A. , 2006, Isı Yalıtım Uygulamalarının Üç Bölge İçin Enerji Verimliliği Açısından İncelenmesi, *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3, 1-9.

Onur, M., 2010, Enerji Verimliliği Ve Yalıtım, *İzolasyon Dünyası Dergisi*, 81, 30-31.

Özel, M ve Pıhtılı, K., 2007, Duvar Yönünün Yalıtım Kalınlığına Etkisi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22 (1), 95-101.

Özel, M. 2008, Bina Dış Duvarlarının Optimum Yalıtım Kalınlıkları İçin Dinamik Yaklaşım ve Maliyet Analizi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (4), 879-884.

Paralı, D., 2009, Bina Duvarlarında Uygulanan Isı Yalıtım Sistemlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 65-100.

Rubacı, E. 2006, Konutlarda Enerji Tasarrufu, *İzolasyon Dünyası Dergisi*, 58, 55.

Sipahioğlu, Ö. , 2007, Enerji'nin Verimli Kullanılması ve Yapılarda Isı Yalıtımı, *İzolasyon Dünyası Dergisi* 67, 39.

Sipahioğlu, Ö., 2010, BEP (Binalarda Enerji Performansı) Yönetmeliği, *İzolasyon Dünyası Dergisi*, 82, 42-43.

Şen, E. 2004, Verimli, Güvenli ve Konforlu Yapılar İçin Yalıtım ve Sürdürülebilir Çevre İçin Enerji Denetimi Bildiriler Kitabı, *İzoder*, İstanbul, 13-17.

Şişman, N., 2005, Derece-Gün Bölgeleri için Bina Dış Duvarlarında Farklı Yalıtım Malzemesi ve Duvar Yapı Bileşenleri Kullanılması Halinde Ekonomik Analiz Yöntemi İle En İyi Yalıtım Kalınlığının Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, *Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir.

TMMOB (2006), Türk Mimar ve Mühendis Odaları Birliği Enerji Raporu, 1. Baskı, Ankara.

Tolun, M., 2010, Farklı Derece-Gün Bölgeleri İçin Yalıtım Probleminin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü*, İstanbul.

Toydemir, N. ve Ark., 2000. "Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme", 1. Basım, *Literatür Yayınları*, İstanbul, 67-70.

TS 825, 2008, Binalarda Isı Yalıtım Kuralları.

Uğraş, Ş, 2005, Enerjinin Etkin Kullanımı ve Binalarda Isı Yalıtımı, *İzolasyon Dünyası Dergisi*, 52, 38.

Ulusoy, M., 2006, Konya' da Apartman Yapılarının Tarihsel Gelişimi, *Memleket Yayıncılık,* Konya,10.

Ülker, S., 2009, Isı Yalıtım Malzemelerinin Özelliklerinin Uygulamaya Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 87-103.

Ünalan, H., Gökaltun E., Uğurlubilek R., 2006, Yapı Kabuğunda Isı Kayıplarının Azaltılması ve Bir İyileştirme Projesi Örneği, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 9 4, 49-56.

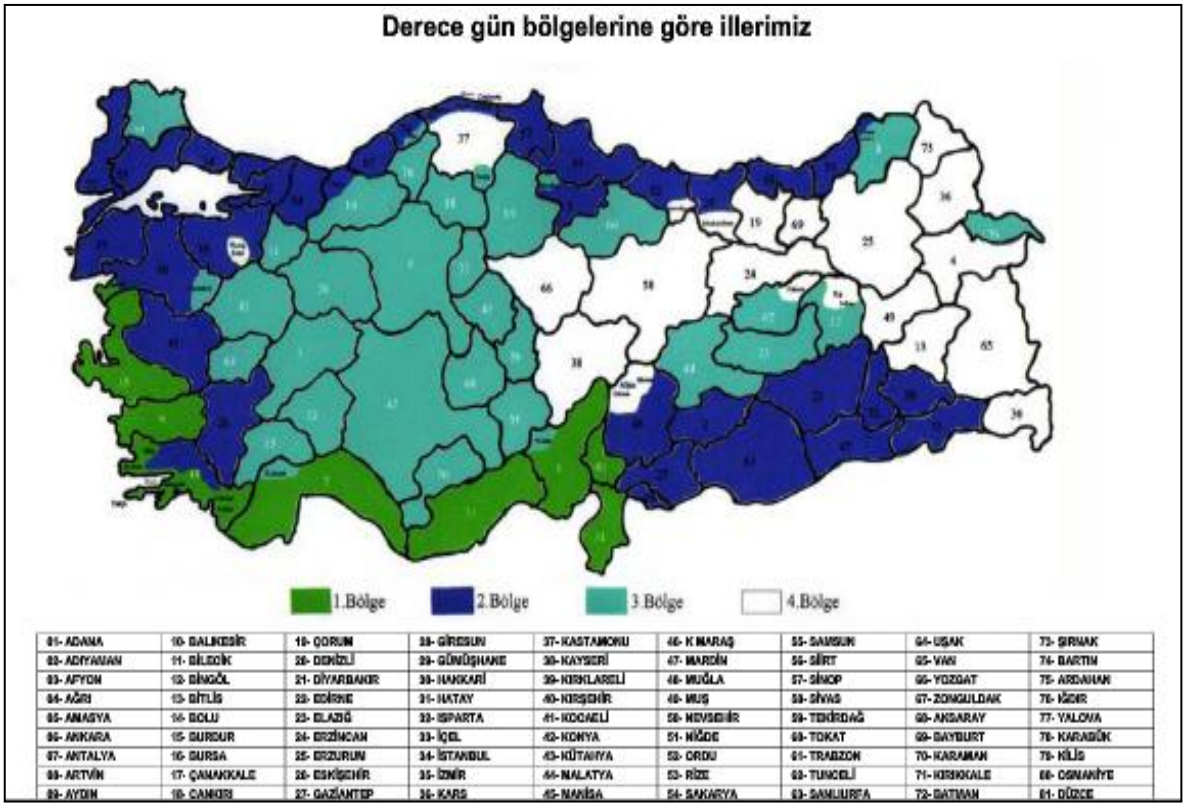
Yılmaz, R., 2006, Betonarme Karkas Yapılarda Kolon Ve Kirişlerdeki Isı Kayıplarının Önlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 15-17.

EKLER

EK-1 İncelemede bulunulan binaların bilgileri

	İli	İlçe	Türü	Konut adı	Duvar türü	Durumu	Kat adeti
Örnek 1	Erzincan	Merkez	Apartman	Canpolatlar 1	Tuğla	Mevcut	Z+2
Örnek 2	Erzincan	Merkez	Apartman	Canpolatlar 2	Tuğla	Y.Aşaması	Z+3
Örnek 3	Erzincan	Merkez	Apartman	Demirkent	Bims Blok	Mevcut	Z+2
Örnek 4	Erzincan	Merkez	Apartman	Sezerkent	Tuğla	Mevcut	Z+2
Örnek 5	Erzincan	Merkez	Apartman	Güven	Tuğla	Y.Aşaması	Z+2
Örnek 6	Erzincan	Merkez	Apartman	Gonca Evler	Tuğla	Mevcut	Z+2
Örnek 7	Erzincan	Merkez	Apartman	Bulut	Tuğla	Mevcut	Z+2
Örnek 8	Konya	Selçuklu	Apartman	Safir	Tuğla	Mevcut	Z+7
Örnek 9	Konya	Selçuklu	Apartman	Gardenya	Tuğla	Y.Aşaması	Z+10
Örnek 10	Konya	Selçuklu	Apartman	Mimoza	Bims Blok	Y.Aşaması	Z+11

EK-2 Derece gün bölgelerine göre illerimiz



EK-3 Erzincan ili meteorolojik verileri (Anonim 8)

ERZİNCAN	**1.Ay**	**2. Ay**	**3. Ay**	**4. Ay**	**5. Ay**	**6. Ay**	**7. Ay**	**8. Ay**	**9. Ay**	**10. Ay**	**11. Ay**	**12. Ay**
Don. Gün Sayısı	**27.3**	**22.8**	**14.9**	**2.3**	**0.04**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1.70**	**13.60**	**23.30**
(U.Y.A)Ort. Kar ört. Gün. Sayısı	**16.4**	**11.9**	**4.3**	**0.1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0.1**	**1.3**	**7.4**
U.Y.A Kar Yağ.Gün Sayısı	**9.0**	**7.9**	**5.0**	**1.0**	**0.1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0.2**	**2.3**	**6.8**
U.Y.A Bulutlu Günler Sayısı	**17.1**	**15.8**	**17.6**	**19.8**	**23.1**	**18.8**	**14.5**	**12.9**	**13.1**	**17.1**	**15.6**	**15.3**
U.Y.A Kapalı Günler Sayısı	**9.0**	**8.0**	**8.5**	**7.0**	**3.8**	**1.3**	**0.2**	**0.1**	**0.8**	**4.4**	**6.9**	**10.4**
U.Y.A Açık Günler Sayısı	**4.9**	**4.5**	**4.8**	**3.2**	**4.1**	**9.8**	**16.3**	**18.0**	**16.1**	**9.5**	**7.5**	**5.3**
U.Y.A.Max .RüzHızı (m_sec)	**22.3**	**24.7**	**39.5**	**22.4**	**28.2**	**23.8**	**23.4**	**23.6**	**23.4**	**21.9**	**23.4**	**23.0**
U.Y.A. Ort.Rüz. Hızı (m_sec)	**1.2**	**1.5**	**1.8**	**2.0**	**1.7**	**1.9**	**2.0**	**1.8**	**1.5**	**1.2**	**1.2**	**1.3**
U.Y.A. Max. Rüzgar Yönü	**E/SE**	**N/NE**	**E/NE**	**S/SW**	**S/SE**	**N**	**N/NE**	**N**	**N**	**E**	**E/SE**	**E/SE**
U.Y.A. Ort. G. T. Global Güns. Şiddeti cal/cm^2)	**170.6**	**242.5**	**323.9**	**388.4**	**461.1**	**519.5**	**519.7**	**464.5**	**390.6**	**272.6**	**132.1**	**142**
U.Y.A Ort.G.Güns. Süresi (sa-dak)	**3.59**	**3.55**	**5.10**	**5.45**	**7.34**	**9.43**	**10.48**	**10.12**	**8.49**	**6.21**	**4.08**	**2.39**
U.Y.A Max. Sıcaklık (^{0}C)	**14.0**	**17.2**	**25.2**	**30.0**	**32.5**	**35.0**	**40.6**	**40.2**	**36.6**	**30.8**	**22.5**	**19.0**
U.Y.A Min. Sıcaklık (^{0}C)	**-26.7**	**-25.2**	**-22.4**	**-8.2**	**-0.4**	**4.2**	**5.0**	**6.4**	**0.9**	**-6.2**	**-11.0**	**-25.0**
U.Y.A.Ort.Sıcaklık (^{0}C)	**-3.0**	**-1.1**	**4.5**	**10.9**	**15.5**	**20.0**	**24.1**	**23.8**	**18.9**	**12.1**	**5.1**	**-0.3**
U.Y.A Ort. Nem (%)	**73.9**	**71.2**	**64.9**	**59.6**	**57.9**	**53.3**	**48.8**	**48.9**	**53.1**	**66.4**	**72.5**	**75.2**
U.Y.A Ort.Yağış Miktarı (mm)	**24.6**	**28.8**	**41.8**	**52.9**	**51.8**	**29.9**	**9.3**	**6.8**	**14.3**	**45.9**	**39.9**	**29.1**
U.Y.A Ort. Basınç (pHA)	**880.3**	**878.5**	**877.3**	**876.6**	**877.2**	**876.1**	**874.5**	**875.5**	**878.3**	**881.0**	**881.4**	**881**

EK-4 Konya ili meteorolojik verileri (Anonim 8).

KONYA	1.Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay	7. Ay	8. Ay	9. Ay	10. Ay	11. Ay	12. Ay
Don Gün Sayısı	**24.04**	**20.15**	**14.05**	**2.6**	**0.09**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1.60**	**12.30**	**21.80**
(U.Y.A)Ort.Kar Ört. Gün Sayısı	**9.1**	**5.7**	**2.4**	**0.1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1.1**	**5.6**
U.Y.A Kar Yağ.Gün Sayısı	**6.6**	**6.2**	**4.3**	**0.8**	**0.1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0.1**	**1.8**	**4.8**
U.Y.A Bulutlu Günler Sayısı	**16.0**	**16.3**	**17.2**	**18.6**	**19.5**	**14.2**	**9.5**	**8.5**	**9.5**	**13.5**	**15.5**	**15.8**
U.Y.A Kapalı Günler Sayısı	**9.0**	**5.9**	**5.0**	**3.7**	**2.0**	**0.5**	**0.1**	**0.0**	**0.3**	**2.5**	**3.9**	**8.6**
U.Y.A Açık Günler Sayısı	**2.9**	**3.3**	**5.8**	**4.7**	**6.5**	**12.3**	**18.3**	**19.5**	**17.3**	**12.0**	**7.7**	**3.5**
U.Y.A. Max Rüz. Hızı (m_sec)	**23.1**	**34.0**	**25.7**	**22.2**	**22.2**	**30.4**	**21.9**	**19.0**	**21.0**	**23.2**	**25.2**	**29.0**
U.Y.A. Ort.Rüz. Hızı (m_sec)	**1.7**	**2.2**	**2.4**	**2.2**	**2.0**	**2.3**	**2.6**	**2.4**	**1.9**	**1.6**	**1.6**	**1.8**
U.Y.A. Max. Rüzgar Yönü	**S/SW**	**S/SW**	**S/SE**	**S/SW**	**SW**	**W**	**N**	**W/NW**	**W/SW**	**SE**	**S/SW**	**SW**
U.Y.A. Ort. Gün Top. G. Güneş. Şiddeti (cal/cm^2)	**176.6**	**256.70**	**352.2**	**424.7**	**498.8**	**558.7**	**566.5**	**513.9**	**429.6**	**306.6**	**209.9**	**154.2**
U.Y.A Ort.Gün. Gnş.Süre (sa-dak)	**3.12**	**4.36**	**6.04**	**7.00**	**8.43**	**10.31**	**11.24**	**11.01**	**9.37**	**7.09**	**5.05**	**3.07**
U.Y.A Max. Sıcaklık (^{0}C)	**17.6**	**21.6**	**28.9**	**30.0**	**33.4**	**36.7**	**40.6**	**37.8**	**36.1**	**36.1**	**25.2**	**20.0**
U.Y.A Min. Sıcaklık (^{0}C)	**-25.8**	**-26.5**	**-15.8**	**-8.6**	**-1.2**	**3.2**	**7.5**	**6.7**	**1.2**	**-7.6**	**-20.0**	**-22.4**
U.Y.A.Ort. Sıcaklık (^{0}C)	**-0.4**	**1.1**	**5.6**	**11.0**	**15.7**	**20.1**	**23.5**	**22.9**	**18.6**	**12.4**	**5.7**	**1.1**
U.Y.A Ort.Nem (%)	**76.6**	**71.0**	**63.1**	**58.3**	**55.8**	**48.1**	**42.6**	**43.6**	**47.5**	**60.1**	**70.5**	**77.1**
U.Y.A Ort. Yağış Mik(mm)	**32.9**	**24.5**	**25.6**	**37.4**	**40.5**	**22.9**	**7.8**	**5.8**	**10.6**	**33.3**	**34.4**	**41.8**
U.Y.A Ort.Bsnç (pHA)	**899.4**	**897.7**	**896.8**	**895.9**	**897.1**	**896.7**	**895.5**	**896.3**	**898.8**	**900.8**	**901.0**	**900.3**

EK-5 Örnek 1'in ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız hesapları

Isı Yalıtımlı Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ(W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. katsayısı U(W/mK)	Isı kay. Y. alanı A (m^2)	Isı kaybı AxU (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	Karo Mozaik	0,03	1,30	0,023			
	Tesviye Bet.	0,05	1,40	0,035			
	Grobeton	0,15	1,74	0,086			
	Isı Yltm Mlz.	0,25	0,23	1,086			
	Blokaj	0,1	0,70	0,142			
	R_d			0,040			
Toplam				**1,542**	**0,612x0,5**	**560,00**	**171,36**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,870	0,023			
	Yatay D.Tuğla	0,19	0,350	0,543			
	EPS	0,05	0,035	1,429			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,021			
	R_d			0,040			
Toplam				**2,186**	**0,457**	**705,60**	**322,46**
DUVAR BİLEŞENLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Donatılı Beton	0,19	2,10	0,090			
	EPS	0,05	0,035	1,429			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,022			
	R_d			0,040			
Toplam				**1,73**	**0,577**	**100,00**	**57,7**
TAVAN BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Demirli Beton	0,12	2,10	0,057			
	Cam Yünü	0,10	0,052	1,923			
	R_d			0,040			
Toplam				**2.173**	**0,460x0,8**	**560,00**	**206,08**
Kapı ve Pencere					**2,800**	**166,40**	**465,92**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)							**1 223,83**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)							**1 330,56**
Özgül ısı kaybı (H)							**2 554,39**

Isı Yalıtımsız Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ(W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. Katsayısı U(W/mK)	Isı kayb. Y.alanı A (m^2)	Isı kaybı AxU (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	Karo Mozaik	0,03	1,30	0,023			
	Tesviye Bet.	0,05	1,40	0,035			
	Grobeton	0,15	1,74	0,086			
	Blokaj	0,1	0,70	0,142			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,548**	**1,825x0,5**	**560,00**	**511**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,870	0,023			
	Yatay D.Tuğla	0,19	0,350	0,543			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,021			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,757**	**1,321**	**705,60**	**932,10**
DUVAR BİLEŞENLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Donatılı Beton	0,19	2,10	0,090			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,022			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,305**	**3,280**	**100,00**	**328**
TAVAN BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Demirli Beton	0,12	2,10	0,057			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,250**	**3,998x0,8**	**560,00**	**1 791,10**
Kapı ve Pencere					**2,800**	**166,40**	**465,92**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)							**3 966,26**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)							**1 330,56**
Özgül ısı kaybı (H)							**5 296,82**

İletim Yoluyla Isı Kaybı (H_i)	$\sum AU=U_DA_D+U_pA_p+U_TA_T+U_tA_t\ldots.$
Havalandırma Yoluyla Isı Kaybı (H_h)	**$Hh= 0,33xn_hx0,8xV_{brüt}$**
Özgül Isı Kaybı (H)	**$H= H_i+H_h$**

EK-6 Örnek 2'nin ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız hesapları

Isı Yalıtımlı Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ(W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. katsayısı U(W/mK)	Isı kayb. Y. alanı A (m^2)	Isı kaybı AxU (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	Karo Mozaik	0,03	1,30	0,023			
	Tesviye Bet.	0,05	1,40	0,035			
	Grobeton	0,15	1,74	0,086			
	Isı Yltm Mlz.	0,25	0,23	1,086			
	Blokaj	0,1	0,70	0,142			
	R_d			0,040			
Toplam				**1,635**	**0,612x0,5**	**560,00**	**171,36**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,870	0,023			
	Yatay D.Tuğla	0,19	0,350	0,543			
	EPS	0,04	0,035	1,143			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,021			
	R_d			0,040			
Toplam				**1,900**	**0,526**	**1 029,60**	**541,56**
DUVAR BİLEŞENLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Donatılı Beton	0,19	2,10	0,090			
	EPS	0,04	0,035	1,143			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,022			
	R_d			0,040			
Toplam				**1,445**	**0,691**	**100,00**	**69,1**
TAVAN BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Demirli Beton	0,12	2,10	0,057			
	Cam Yünü	0,10	0,052	1,923			
	R_d			0,040			
Toplam				**2.173**	**0,460x0,8**	**560,00**	**206,08**
Kapı ve Pencere					**2,800**	**166,40**	**465,92**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)							**1 454,27**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)							**1 774,08**
Özgül ısı kaybı (H)							**3 228,35**

Isı Yalıtımsız Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ(W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. katsayısı U(W/mK)	Isı kayb. Y.alanı A (m^2)	Isı kaybı AxU (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	Karo Mozaik	0,03	1,30	0,023			
	Tesviye Bet.	0,05	1,40	0,035			
	Grobeton	0,15	1,74	0,086			
	Blokaj	0,1	0,70	0,142			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,548**	**1,825x0,5**	**560,00**	**511**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,870	0,023			
	Yatay D.Tuğla	0,19	0,350	0,543			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,021			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,757**	**1,321**	**1 029,60**	**1 360,10**
DUVAR BİLEŞENLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Donatılı Beton	0,19	2,10	0,090			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,022			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,305**	**3,280**	**100,00**	**328**
TAVAN BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Demirli Beton	0,12	2,10	0,057			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,250**	**3,998x0,8**	**560,00**	**1 791,10**
Kapı ve Pencere					**2,800**	**166,40**	**465,92**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)							**4 394,11**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)							**1 774,08**
Özgül ısı kaybı (H)							**6 168,19**

İletim Yoluyla Isı Kaybı (H_i)	$\sum AU=U_DA_D+U_pA_p+U_TA_T+U_tA_t\ldots.$
Havalandırma Yoluyla Isı Kaybı (H_h)	**$Hh= 0,33xn_hx0,8xV_{brüt}$**
Özgül Isı Kaybı (H)	**$H= H_i+H_h$**

EK-7 Örnek 3'ün ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız hesapları

Isı Yalıtımlı Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ(W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. katsayısı U(W/mK)	Isı kayb Y.alanı A (m^2)	Isı kaybı AxU (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ	R_i			0,17			
	Kristal Yap. Mlz.	0,01	2,30	0,004			
	Tesviye Bet.	0,08	1,40	0,057			
	Su Ylt. Malz.	0,005	0,19	0,026			
	Su Ylt. Malz.	0,005	0,19	0,026			
	Donatılı Beton	0,14	2,5	0,056			
	XPS	0,05	0,035	1,429			
	Dış Sıva	0,02	0,51	0,039			
	R_d			0,170			
Toplam				**1,978**	**0,506x0,5**	**646,80**	**163,62**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,51	0,039			
	Bims Blok	0,19	0,42	0,452			
	XPS	0,05	0,035	1,429			
	Dış Sıva	0,03	1	0,030			
	R_d			0,040			
Toplam				**2,120**	**0,472**	**310,00**	**146,58**
DUVAR BİLEŞENLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,51	0,039			
	Donatılı Beton	0,20	2,5	0,080			
	XPS	0,05	0,035	1,429			
	Dış Sıva	0,03	1	0,030			
	R_d			0,040			
Toplam				**1,748**	**0,572**	**879,00**	**502,8**
TAVAN BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,51	0,039			
	Demirli Beton	0,14	2,5	0,056			
	Mineral lifli Y.M	0,10	0,035	2,857			
	R_d			0,080			
Toplam				**3,162**	**0,316x0,8**	**650,00**	**164,43**
Kapı ve Pencere					**6,1**	**98,76**	**218,34**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)							**1 196,8**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)							**1 320**
Özgül ısı kaybı (H)							**2 516,8**

Isı Yalıtımsız Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ (W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. katsayısı U (W/mK)	Isı kaybeden yüzey alanı A (m^2)	Isı kaybı A*U (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ	R_i			0,17			
	Tesviye Bet.	0,08	1,40	0,057			
	Su Ylt. Malz.	0,005	0,19	0,026			
	Dış Sıva	0,02	0,51	0,039			
	R_d			0,170			
Toplam				**0,38**	**2,653x0,5**	**646,80**	**858,12**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,51	0,039			
	Bims Blok	0,19	0,42	0,452			
	Dış Sıva	0,03	1	0,030			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,742**	**1,348**	**310,00**	**230,1**
DUVAR BİLEŞENLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,51	0,039			
	Donatılı Beton	0,20	2,5	0,080			
	Dış Sıva	0,03	1	0,030			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,632**	**1,582**	**879,00**	**1 390,85**
TAVAN BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,51	0,039			
	Demirli Beton	0,14	2,5	0,056			
	R_d			0,080			
Toplam				**3,162**	**0,316x0,8**	**650,00**	**164,43**
Kapı ve Pencere					**6,1**	**98,76**	**218,34**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)							**4 397,8**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)							**1 320**
Özgül ısı kaybı (H)							**5 717,8**

İletim Yoluyla Isı Kaybı (H_i)	$\sum AU=U_DA_D+U_pA_p+U_TA_T+U_tA_t\ldots.$
Havalandırma Yoluyla Isı Kaybı (H_h)	**$Hh= 0,33xn_hx0,8xV_{brüt}$**
Özgül Isı Kaybı (H)	**$H= H_i+H_h$**

EK-8 Örnek 4'ün ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız hesapları

Isı Yalıtımlı Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ(W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. katsayısı U(W/mK)	Isı kayb. Y.alanı A (m^2)	Isı kaybı AxU (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	Karo Mozaik	0,03	1,30	0,023			
	Tesviye Bet.	0,05	1,40	0,035			
	Grobeton	0,15	1,74	0,086			
	Isı Yltm Mlz.	0,25	0,23	1,086			
	Blokaj	0,1	0,70	0,142			
	R_d			0,040			
Toplam				**1,635**	**0,612x0,5**	**330,00**	**100,98**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,870	0,023			
	Yatay D.Tuğla	0,19	0,350	0,543			
	EPS	0,04	0,035	1,143			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,021			
	R_d			0,040			
Toplam				**2,186**	**0,457**	**609,940**	**541,56**
DUVAR BİLEŞENLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Donatılı Beton	0,19	2,10	0,090			
	EPS	0,04	0,035	1,143			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,022			
	R_d			0,040			
Toplam				**1,445**	**0,577**	**100,00**	**57,7**
TAVAN BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Demirli Beton	0,12	2,10	0,057			
	Cam Yünü	0,10	0,052	1,923			
	R_d			0,040			
Toplam				**2.173**	**0,460x0,8**	**330,00**	**121,44**
Kapı ve Pencere					**2,800**	**148,46**	**415,69**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)							**974,83**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)							**1 010,59**
Özgül ısı kaybı (H)							**1 985,42**

Isı Yalıtımsız Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ(W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. katsayısı U(W/mK)	Isı kayb. Y.alanı A (m^2)	Isı kaybı AxU (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	Karo Mozaik	0,03	1,30	0,023			
	Tesviye Bet.	0,05	1,40	0,035			
	Grobeton	0,15	1,74	0,086			
	Blokaj	0,1	0,70	0,142			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,548**	**1,825x0,5**	**330,00**	**301,13**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,870	0,023			
	Yatay D.Tuğla	0,19	0,350	0,543			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,021			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,757**	**1,321**	**609,94**	**805,73**
DUVAR BİLEŞENLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Donatılı Beton	0,19	2,10	0,090			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,022			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,305**	**3,280**	**100,00**	**328**
TAVAN BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Demirli Beton	0,12	2,10	0,057			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,250**	**3,998x0,8**	**330,00**	**1 055,47**
Kapı ve Pencere					**2,800**	**148,46**	**415,69**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)							**2 905,73**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)							**1 010,59**
Özgül ısı kaybı (H)							**3 916,32**

İletim Yoluyla Isı Kaybı (H_i)	$\sum AU=U_DA_D+U_pA_p+U_TA_T+U_tA_t\ldots.$
Havalandırma Yoluyla Isı Kaybı (H_h)	**$Hh= 0,33xn_hx0,8xV_{brüt}$**
Özgül Isı Kaybı (H)	**$H= H_i+H_h$**

EK-9 Örnek 5'ün ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız hesapları

Isı Yalıtımlı Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ(W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. katsayısı U(W/mK)	Isı kayb. Y.alanı A (m^2)	Isı kaybı AxU (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	Karo Mozaik	0,03	1,30	0,023			
	Tesviye Bet.	0,05	1,40	0,035			
	Grobeton	0,15	1,74	0,086			
	Isı Yltm Mlz.	0,25	0,23	1,086			
	Blokaj	0,1	0,70	0,142			
	R_d			0,040			
Toplam				**1,635**	**0,612x0,5**	**175,55**	**53,72**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,870	0,023			
	Yatay D.Tuğla	0,19	0,350	0,543			
	EPS	0,04	0,035	1,143			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,021			
	R_d			0,040			
Toplam				**2,655**	**0,377**	**299,970**	**113,08**
DUVAR BİLEŞENLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Donatılı Beton	0,19	2,10	0,090			
	EPS	0,04	0,035	1,143			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,022			
	R_d			0,040			
Toplam				**1,174**	**0,577**	**100,00**	**57,7**
TAVAN BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Demirli Beton	0,12	2,10	0,057			
	Cam Yünü	0,10	0,052	1,923			
	R_d			0,040			
Toplam				**2.173**	**0,460x0,8**	**175,55**	**263,32**
Kapı ve Pencere					**2,800**	**103,53**	**289,88**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)							**434,99**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)							**440,29**
Özgül ısı kaybı (H)							**875,28**

Isı Yalıtımsız Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ(W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. katsayısı U(W/mK)	Isı kayb. Y.alanı A (m^2)	Isı kaybı AxU (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	Karo Mozaik	0,03	1,30	0,023			
	Tesviye Bet.	0,05	1,40	0,035			
	Grobeton	0,15	1,74	0,086			
	Blokaj	0,1	0,70	0,142			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,548**	**1,825x0,5**	**175,55**	**160,19**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,870	0,023			
	Yatay D.Tuğla	0,19	0,350	0,543			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,021			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,757**	**1,321**	**299,970**	**396,26**
DUVAR BİLEŞENLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Donatılı Beton	0,19	2,10	0,090			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,022			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,305**	**3,280**	**100,00**	**328**
TAVAN BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Demirli Beton	0,12	2,10	0,057			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,250**	**3,998x0,8**	**175,55**	**561,48**
Kapı ve Pencere					**2,800**	**103,53**	**289,88**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)							**1 735,81**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)							**440,286**
Özgül ısı kaybı (H)							**2 176,096**

İletim Yoluyla Isı Kaybı (H_i)	$\sum AU=U_DA_D+U_pA_p+U_TA_T+U_tA_t\ldots.$
Havalandırma Yoluyla Isı Kaybı (H_h)	**$Hh= 0,33xn_hx0,8xV_{brüt}$**
Özgül Isı Kaybı (H)	**$H= H_i+H_h$**

EK-10 Örnek 6'nın ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız hesapları

Isı Yalıtımlı Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ(W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. katsayısı U(W/mK)	Isı kayb. Y. alanı A (m^2)	Isı kaybı AxU (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	Karo Mozaik	0,03	1,30	0,023			
	Tesviye Bet.	0,05	1,40	0,035			
	Grobeton	0,15	1,74	0,086			
	Isı Yltm Mlz.	0,25	0,23	1,086			
	Blokaj	0,1	0,70	0,142			
	R_d			0,040			
Toplam				**1,635**	**0,612x0,5**	**322,61**	**98,72**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,870	0,023			
	Yatay D.Tuğla	0,19	0,350	0,543			
	EPS	0,04	0,035	1,143			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,021			
	R_d			0,040			
Toplam				**1,900**	**0,526**	**676,88**	**356,038**
DUVAR BİLEŞENLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Donatılı Beton	0,19	2,10	0,090			
	EPS	0,04	0,035	1,143			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,022			
	R_d			0,040			
Toplam				**1,448**	**0, 691**	**100,00**	**69,10**
TAVAN BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Demirli Beton	0,12	2,10	0,057			
	Cam Yünü	0,10	0,052	1,923			
	R_d			0,040			
Toplam				**2.173**	**0,460x0,8**	**322,61**	**118,72**
Kapı ve Pencere					**2,800**	**103,53**	**289,88**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)							**896,74**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)							**1 022,01**
Özgül ısı kaybı (H)							**1 918,75**

Isı Yalıtımsız Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ(W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. katsayısı U(W/mK)	Isı kayb. Y.alanı A (m^2)	Isı kaybı AxU (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	Karo Mozaik	0,03	1,30	0,023			
	Tesviye Bet.	0,05	1,40	0,035			
	Grobeton	0,15	1,74	0,086			
	Blokaj	0,1	0,70	0,142			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,548**	**1,825x0,5**	**322,61**	**294,38**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,870	0,023			
	Yatay D.Tuğla	0,19	0,350	0,543			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,021			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,757**	**1,321**	**676,88**	**894,16**
DUVAR BİLEŞENLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Donatılı Beton	0,19	2,10	0,090			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,022			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,305**	**3,280**	**100,00**	**328**
TAVAN BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Demirli Beton	0,12	2,10	0,057			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,250**	**3,998x0,8**	**322,61**	**1 031 84**
Kapı ve Pencere					**2,800**	**90,72**	**254,02**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)							**2 802,06**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)							**1 022,01**
Özgül ısı kaybı (H)							**3 824,07**

İletim Yoluyla Isı Kaybı (H_i)	$\sum AU=U_DA_D+U_pA_p+U_TA_T+U_tA_t\ldots.$
Havalandırma Yoluyla Isı Kaybı (H_h)	**$Hh= 0,33xn_hx0,8xV_{brüt}$**
Özgül Isı Kaybı (H)	**$H= H_i+H_h$**

EK-10 Örnek 7'nin ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız hesapları

Isı Yalıtımlı Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ(W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. katsayısı U(W/mK)	Isı kayb. Y. alanı A (m^2)	Isı kaybı AxU (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	Karo Mozaik	0,03	1,30	0,023			
	Tesviye Bet.	0,05	1,40	0,035			
	Grobeton	0,15	1,74	0,086			
	Isı Yltm Mlz.	0,25	0,23	1,086			
	Blokaj	0,1	0,70	0,142			
	R_d			0,040			
Toplam				**1,635**	**0,612x0,5**	**580,35**	**177,59**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,870	0,023			
	Yatay D.Tuğla	0,19	0,350	0,543			
	EPS	0,04	0,035	1,143			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,021			
	R_d			0,040			
Toplam				**1,900**	**0,526**	**931,80**	**490,13**
DUVAR BİLEŞENLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Donatılı Beton	0,19	2,10	0,090			
	EPS	0,04	0,035	1,143			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,022			
	R_d			0,040			
Toplam				**1,448**	**0, 691**	**100,00**	**69,1**
TAVAN BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Demirli Beton	0,12	2,10	0,057			
	Cam Yünü	0,10	0,052	1,923			
	R_d			0,040			
Toplam				**2.173**	**0,460x0,8**	**580,35**	**213,57**
Kapı ve Pencere					**2,800**	**207,24**	**580,27**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)							**1 530,87**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)							**1 961,11**
Özgül ısı kaybı (H)							**3 491,99**

Isı Yalıtımsız Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ(W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. katsayısı U(W/mK)	Isı kayb. Y. alanı A (m^2)	Isı kaybı AxU (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	Karo Mozaik	0,03	1,30	0,023			
	Tesviye Bet.	0,05	1,40	0,035			
	Grobeton	0,15	1,74	0,086			
	Blokaj	0,1	0,70	0,142			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,548**	**1,825x0,5**	**580,35**	**529,35**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,870	0,023			
	Yatay D.Tuğla	0,19	0,350	0,543			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,021			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,757**	**1,321**	**931,80**	**1 230,90**
DUVAR BİLEŞENLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Donatılı Beton	0,19	2,10	0,090			
	Dış Sıva	0,03	1,40	0,022			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,305**	**3,280**	**100,00**	**328**
TAVAN BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,87	0,023			
	Demirli Beton	0,12	2,10	0,057			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,250**	**3,998x0,8**	**580,35**	**1 856,19**
Kapı ve Pencere					**2,800**	**207,24**	**580,27**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)							**4 524,52**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)							**1 961,12**
Özgül ısı kaybı (H)							**6 485,64**

İletim Yoluyla Isı Kaybı (H_i)	$\sum AU=U_DA_D+U_pA_p+U_TA_T+U_tA_t\ldots.$
Havalandırma Yoluyla Isı Kaybı (H_h)	**$Hh= 0,33xn_hx0,8xV_{brüt}$**
Özgül Isı Kaybı (H)	**$H= H_i+H_h$**

EK-11 Örnek 8'in ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız hesapları

Isı Yalıtımlı Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ(W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. katsayısı U(W/mK)	Isı kayb. Y. Alanı A (m^2)	Isı kaybı AxU (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ	R_i			0,17			
	Yalıtıma uygun tuğla	0,015	0,81	0,019			
	Tesviye Bet.	0,05	1,40	0,036			
	Donatılı Beton	0,16	2,5	0,064			
	Tesviye Bet.	0,015	1,40	0,011			
	EPS	0,07	0,035	2,00			
	R_d			0,170			
Toplam				**2,469**	**0,405x0,5**	**316,00**	**63,99**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,015	0,51	0,029			
	Yalıtıma uygun tuğla	0,2	0,81	0,247			
	Kireç – çimento harcı	0,015	1	0,015			
	EPS	0,06	0,035	1,714			
	Kireç – çimento harcı	0,015	1	0,015			
	R_d			0,040			
Toplam				**2,191**	**0,456**	**852,60**	**389,21**
DUVAR BİLEŞENLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,51	0,039			
	Donatılı Beton	0,20	2,5	0,080			
	Kireç – çimento harcı	0,015	1	0,015			
	EPS	0,06	0,035	1,714			
	Kireç – çimento harcı	0,015	1	0,015			
	Dış Sıva	0,03	1	0,030			
	R_d			0,040			
Toplam				**2,024**	**0,494**	**160,50**	**79,31**
TAVAN BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,51	0,039			
	Demirli Beton	0,16	2,5	0,064			
	Su Yltm Mlz.	0,015	0,19	0,079			
	EPS	0,10	0,035	2,857			
	Çimentolu şap	0,12	1,4	0,086			
	R_d			0,080			
Toplam				**3,335**	**0,300x0,8**	**371,30**	**89,07**

Kapı ve Pencere	**5,6**	**416**	**1 008**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)			**1 629,2**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)			**1 866,8**
Özgül ısı kaybı (H)			**3 496**

Isı Yalıtımsız Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ(W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. katsayısı U(W/mK)	Isı kayb. Y. alanı A (m^2)	Isı kaybı AxU (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ	R_i			0,17			
	Yalıtıma uygun tuğla	0,015	0,81	0,019			
	Tesviye Bet.	0,05	1,40	0,036			
	Donatılı Beton	0,16	2,5	0,064			
	Tesviye Bet.	0,015	1,40	0,011			
	R_d			0,170			
Toplam				**0,469**	**0,2,132x0,5**	**316,00**	**336,93**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,015	0,51	0,029			
	Yalıtıma uygun tuğla	0,2	0,81	0,247			
	Kireç – çimento harcı	0,015	1	0,015			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,447**	**2,238**	**852,60**	**1 907,75**
DUVAR BİLEŞENLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,015	0,51	0,029			
	Donatılı Beton	0,20	2,5	0,080			
	Kireç – çimento harcı	0,015	1	0,015			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,294**	**3,397**	**160,50**	**545,15**
TAVAN BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,51	0,039			
	Demirli Beton	0,16	2,5	0,064			
	Çimentolu şap	0,12	1,4	0,086			
	R_d			0,080			
Toplam				**0,,399**	**2,507x0,8**	**371,30**	**744,59**
Kapı ve Pencere					**5,6**	**416**	**1 008**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)							**4 542,9**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)							**1 866,8**
Özgül ısı kaybı (H)							**6 409,7**

EK-12 Örnek 9'un ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız hesapları

Isı Yalıtımlı Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ(W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. katsayısı U W/mK)	Isı kayb Y.alanı A (m^2)	Isı kaybı AxU (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ Seramik Taban	R_i			0,17			
	Yalıtıma Uygun Tuğla	0,01	0,81	0,012			
	Tesviye Bet.	0,07	1,40	0,050			
	Partk. Köpük	0,025	0,035	0,714			
	Donatılı Beton	0,15	2,5	0,060			
	EPS	0,1	0,03	3,333			
	R_d			0,170			
Toplam				**4,510**	**0,222x0,5**	**423,00**	**46,90**
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ Parke Taban	R_i			0,13			
	İğne Yap. Ağç. Yp. .I.y.m	0,015	0,13	0,115			
	Tesviye Bet.	0,07	1,40	0,050			
	Partk. Köpük	0,025	0,035	0,714			
	Donatılı Beton	0,15	2,5	0,060			
	EPS	0,10	0,03	3,333			
	R_d			0,170			
Toplam				**4,613**	**0,217x0,5**	**348,00**	**37,72**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	Kireç-Çimento harcı	0,015	1	0,015			
	EPS	0,04	0,03	1,333			
	Kireç – çimento harcı	0,015	1	0,015			
	Bims blok	0,20	0,28	0,714			
	Dış Sıva	0,015	0,51	0,029			
	R_d			0,040			
Toplam				**2,277**	**0,439**	**1 934,00**	**849,35**
DUVAR BİLEŞENLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	Kireç-Çimento harcı	0,015	1	0,015			
	EPS	0,04	0,03	1,333			
	Kireç-Çimento harcı	0,02	1	0,020			
	Demirli Beton	0,20	2,5	0,080			
	Dış Sıva	0,015	0,51	0,029			
	R_d			0,080			
Toplam				**1,648**	**0,607**	**1 126,00**	**683,36**

TAVAN BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,51	0,039			
	Demirli Beton	0,16	2,5	0,064			
	Çimentolu şap	0,1	1,4	0,071			
	Su Yltm Mlz.	0,013	0,19	0,158			
	EPS	0,10	0,03	3,333			
	Çimentolu şap	0,15	1,4	0,107			
	R_d			0,040			
Toplam				**3,929**	**0,255x0,8**	**771,00**	**196,22**
Kapı ve Pencere					**11,2**	**959,32**	**254,43**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)							**4 028,3**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)							**6 031,87**
Özgül ısı kaybı (H)							**10 060,1**

Isı Yalıtımsız Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ(W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. katsayısı U(W/mK)	Isı kayb. Y. alanı A (m^2)	Isı kaybı AxU (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ Seramik Taban	R_i			0,17			
	Yalıtıma Uygun Tuğla	0,01	0,81	0,012			
	Tesviye Bet.	0,07	1,40	0,050			
	Partk. Köpük	0,025	0,035	0,714			
	Donatılı Beton	0,15	2,5	0,060			
	Pols. Köpük	0,1	0,3	3,333			
	R_d			0,170			
Toplam				**4,510**	**0,222x0,5**	**423,00**	**46,90**
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ Parke Taban	R_i			0,13			
	İğne Yap. Ağç. Yp. .Malz.	0,015	0,13	0,115			
	Tesviye Bet.	0,07	1,40	0,050			
	Donatılı Beton	0,15	2,5	0,060			
	R_d			0,170			
Toplam				**0,565**	**1,769x0,5**	**348,00**	**307,76**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	Kireç-Çimento harcı	0,015	1	0,015			
	Bims blok	0,20	0,28	0,714			
	Dış Sıva	0,015	0,51	0,029			
	R_d			0,040			
Toplam				**0,929**	**1,077**	**1 934,00**	**2 082,49**
DUVAR BİLEŞNLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	Kireç-Çimento harcı	0,015	1	0,015			
	Demirli Beton	0,20	2,5	0,080			
	Dış Sıva	0,015	0,51	0,029			
	R_d			0,040			

Toplam				**0,299**	**3,340**	**1 126,00**	**3 760**
TAVAN BİLEŞENLERİ	Demirli Beton	0,16	2,5	0,064			
	Çimentolu şap	0,1	1,4	0,071			
	Part.köpük parçaları	0,10	0,03	3,333			
	Çimentolu şap	0,15	1,4	0,107			
	R_d			0,040			
Toplam				**3,635**	**0,275x0,8**	**771,00**	**212,12**
Kapı ve Pencere					**11,2**	**959,32**	**254,43**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)							**8 625**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)							**6 031,87**
Özgül ısı kaybı (H)							**14 656,8**

İletim Yoluyla Isı Kaybı (H_i)	$\sum AU=U_DA_D+U_pA_p+U_TA_T+U_tA_t\ldots.$
Havalandırma Yoluyla Isı Kaybı (H_h)	**$Hh= 0,33xn_hx0,8xV_{brüt}$**
Özgül Isı Kaybı (H)	**$H= H_i+H_h$**

EK-13 Örnek 10'un ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız hesapları

Isı Yalıtımlı Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ(W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. katsayısı U(W/mK)	Isı kay. Y.alanı A (m^2)	Isı kaybı AxU (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ Seramik Taban	R_i			0,17			
	Yalıtıma Uygun Tuğla	0,01	0,81	0,012			
	Tesviye Bet.	0,1	1,40	0,071			
	Donatılı Beton	0,15	2,5	0,060			
	XPS	0,1	0,03	3,333			
	Dış Sıva	0,015	0,51	0,029			
	R_d			0,170			
Toplam				**3,853**	**0,260x0,5**	**628,00**	**81,50**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,51	0,039			
	Bims blok	0,20	0,3	0,667			
	Kireç – çimento harcı	0,02	1	0,02			
	XPS	0,05	0,03	1,667			
	Kireç – çimento harcı	0,02	1	0,02			
	R_d			0,040			
Toplam				**2,583**	**0,387**	**1 271,00**	**492,15**
DUVAR BİLEŞENLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,015	0,51	0,029			
	Donatılı	0,20	2,5	0,080			
	Kireç-Çimento harcı	0,02	1	0,020			
	XPS	0,05	0,03	1,667			
	Kireç-Çimento harcı	0,02	1	0,020			
	R_d			0,080			
Toplam				**1,996**	**0,501**	**1 007,00**	**504,54**
TAVAN BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,015	0,51	0,029			
	Donatılı	0,15	2,5	0,060			
	EPS	0,10	0,03	3,333			
	Çimentolu şap	0,1	1,4	0,071			
	R_d			0,080			
Toplam				**3,704**	**0,270x0,8**	**628,00**	**135,63**
Kapı ve Pencere					**6,3**	**994,96**	**2293,44**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)							**3 507,1**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)							**4 276,8**
Özgül ısı kaybı (H)							**7 783,8**

Isı Yalıtımsız Durum

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı Kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı E. kalınlığı d(m)	Isıl ilet. Hes.Değ. Λ(W/mK)	Isıl ilet. Dir. R (m^2K/W)	Isı geçir. katsayısı U(W/mK)	Isı kayb. Y. alanı A (m^2)	Isı kaybı AxU (W/K)
TABAN-DÖŞEME BİLEŞENLERİ Seramik Taban	R_i			0,17			
	Yalıtıma Uygun Tuğla	0,01	0,81	0,012			
	Tesviye Bet.	0,1	1,40	0,071			
	Donatılı Beton	0,15	2,5	0,060			
	Dış Sıva	0,015	0,51	0,029			
	R_d			0,170			
Toplam				**0,52**	**1,923x0,5**	**628,00**	**1 207,65**
DUVAR BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,02	0,51	0,039			
	Bims blok	0,20	0,3	0,667			
	Kireç – çimento harcı	0,02	1	0,02			
	R_d			0,040			
Toplam				**1,116**	**0,387**	**1 271,00**	**1 418,44**
DUVAR BİLEŞENLERİ (KOLONLAR)	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,015	0,51	0,029			
	Donatılı	0,20	2,5	0,080			
	Kireç-Çimento harcı	0,02	1	0,020			
	R_d			0,080			
Toplam				**0,329**	**3,039**	**1 007,00**	**3 060,27**
TAVAN BİLEŞENLERİ	R_i			0,13			
	İç Sıva	0,015	0,51	0,029			
	Donatılı	0,15	2,5	0,060			
	Çimentolu şap	0,1	1,4	0,071			
	R_d			0,080			
Toplam				**3,704**	**2,70x0,8**	**628,00**	**1 692,72**
Kapı ve Pencere					**6,3**	**994,96**	**2 293,44**
Yapı el. iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (H_i)							**9675,5**
Havalandırma yoluyla ısı kaybı (H_h)							**4 276,8**
Özgül ısı kaybı (H)							**13 952,2**

İletim Yoluyla Isı Kaybı (H_i)	$\sum AU=U_DA_D+U_pA_p+U_TA_T+U_tA_t\ldots.$
Havalandırma Yoluyla Isı Kaybı (H_h)	**$Hh= 0,33xn_hx0,8xV_{brüt}$**
Özgül Isı Kaybı (H)	**$H= H_i+H_h$**

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Arzu YILMAZ
Uyruğu	**:**	T.C
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Erzincan/1985
Telefon	**:**	
Faks	**:**	
e-mail	**:**	arc.arzuyilmaz@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Anadolu Ticaret Meslek Lisesi, Merkez, Erzincan	2003
Üniversite	:	Fırat Üniversitesi, Merkez, Elazığ	2009
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya	2012

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2011-2012	Erzincan Fatih Anadolu Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi	İnşaat Teknolojileri Öğretmeni

UZMANLIK ALANI

Yapı Bilgisi

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

Yılmaz A., Korkmaz S. Z., Korur S., 2011. "Deprem ve Sonrasında Yaşanan Çevre Sorunları". International Participated Construction Congress. 28-30 September - Elazığ.

Yılmaz A., Korkmaz S. Z., Korur S., 2011. "Deprem ve Sonrasında Yaşanan Çevre Sorunları". NWSA Uluslararası Hakemli Dergi. Ekim Sayısı.

PROJE VE STAJLAR

4.2010-5.2010 KOSGEP'in "(GGGP) Genç Girişimci Geliştirme Programına" katıldım (Selçuk Ünv./Konya, 60 saatlik).

7.2007 -8.2007 Çaçtaş İnşaat ve Mütaahhitlik Ltd. Şti. Şantiye stajımı yaptım.
7.2008-8.2008 Çaçtaş İnşaat ve Mütaahhitlik Ltd. Şti. Büro stajımı yaptım.

BİLGİSAYAR

- MS Office (Word, Excel, Power Point)
- Autocad (2D)
- Autocad (3D)

Aldığı Lisansüstü Dersler ve Seminerler

1- Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı

2- Çağdaş Yapı Malzemeleri ve Teknolojisi

3- Mimaride Güneş Kontrolü ve Yönlendirme

4- Yapılarda Ses Yalıtımı

5- Yapı Korunması ve Yapılarda Hasar Analizi

6- Mimari Yapıların Tarih İçinde Gelişimi

7- Yapı Üretim Proje Değerlendirme Teknikleri

8-Türkiye'de Apartman Konut Gelişimi- II

Seminer Konusu

Konut Yapı Kabuğunda TS 825'e Göre Uygulanan Mantolama Sisteminin Bina Enerji Performansına Etkisi (Konya Kenti Örneği).