T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YALITIMLI VE YALITIMSIZ BİNALARIN ENERJİ ANALİZİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

MURAT GENÇER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı:

Doç.Dr. OKTAY HACIHAFIZOĞLU

EDİRNE – 2015

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof.Dr. Mustafa ÖZCAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

Prof.Dr. Taner TIMARCI
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımca okunmuş olup, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Oktay HACIHAFIZOĞLU
Tez Danışmanı

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Makine Mühendisliği Anabilim Dalında bir Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri | İmza

Doç.Dr. Oktay HACIHAFIZOĞLU

Doç.Dr. Fikret İŞIK

Yrd.Doç. Dr. Birsen ERDOĞAN

Tarih: 21/01/2015

T.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI DOĞRULUK BEYANI

Hazırlanmış olan bu Yüksek Lisans tezinin akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin kaynak gösterilmek üzere Yüksek Lisans tezimde yer aldığını beyan ederim.

01/01/2015

Murat GENÇER



Yüksek Lisans Tezi
Yalıtımlı ve Yalıtımsız Binaların Enerji Analizinin Karşılaştırılması
T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Dünya nüfusunun arttığı ve teknolojinin hızla geliştiği günümüzde toplumların enerji ihtiyacı da her geçen gün artmaktadır. Artan bu enerji kullanımıyla birlikte fosil yakıtların da kullanımındaki artışı fosil yakıt rezervlerinin hızla tükenmesine ve sınırlı rezerv kalmasına sebep olmaktadır. Rezervlerdeki bu azalma insanları yeni enerji kaynakları arayışına iterken, mevcut kaynakların da verimli kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir.

Ülkemizde yapımı tamamlanmış binalar ele alındığında, yalıtım özelliklerinin yetersiz kaldığından önemli derecede enerji kayıplarının olduğu ve bu sebepten dolayı çevreninde ciddi biçimde zarar gördüğü ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmada Trakya Üniversitesi Keşan Meslek Yüksekokulunda bulunan yalıtımsız haldeki bir binanın enerji analizi yapılmıştır. İncelenen bina ısı haritasında 2. Bölgede olup öğretim binası olarak kullanılmaktadır. Yapılan incelemeler sonucunda binanın yalıtım ihtiyacı ortaya çıktığı görülmektedir.

Yıl: 2015
Sayfa Sayısı: 66
Anahtar Kelimeler: Enerji, yalıtım, mantolama

Master of Science Thesis

Comparison of energy analysis of insulated and non-insulated building

Trakya University Institute of Natural Sciences

Department of Mechanical Engineering

ABSTRACT

Nowadays the energy need of society is increasing according to sharp increases of world population and technology day by day. The increased use of fossil fuels has led to rapid depletion of fossil fuel reserves or to limited reserves forces people to seek new energy resources but also does it make them to use the available resources efficiently.

If we study on the completed buildings in our country we can easily realize that there are significant energy losses and the environment has seriously damaged because of inadequate insulation properties.

In this study the energy analysis of an non-insulated building at Keşan Vocational School of Trakya University was conducted. The building which was studied on was in the second region of heat map has been used as an education building. Numerous investigations showed this building had an emergency need for an insulation.

Year: 2015

PageCount: 66

KeyWords: Energy, insulation,sheathing

İÇİNDEKİLER

ÖZET…….. i
ABSTRACT……... ii
İÇİNDEKİLER……... iii
SİMGELER VE KISALTMALAR ……..... v
ŞEKİL LİSTESİ…….…….... vi
ÇİZELGE LİSTESİ…… vii
ÖNSÖZ…….…….. viii
1. GİRİŞ……. 1
2. TEMEL KAVRAMLAR…….. 5
2.1 Isı Yalıtımı ve Geçişinde Temel Kavramlar…… 5
2.1.1 Isı ve Sıcaklık……... 5
2.1.2 Isı Geçişi……... 5
2.1.3 Isı Köprüleri …….. 6
2.1.4 Isı Yalıtımı…..……..... 7
2.1.5 Isı Yalıtımının faydaları……..….. 8
2.1.6 Bina Isı Yalıtımı Malzemesi Kriterleri…….. 8
2.1.7 Binalarda Isı Yalıtımları……...… 9
2.1.8 Isı Yalıtım Malzemeleri……..... 10
2.1.9 Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı……... 10
2.2 Termodinamiğin Birinci Kanunu ……. 11
2.3 Termodinamiğin İkinci Kanunu ……... 11
3. MATERYAL VE YÖNTEM……... 12
3.1 Binaların Seçim Kriterleri …… 12
3.2 Binaların Tasviri …….. 12
3.2.1 Genel Özellikler …… 12
3.2.2 Bölgesel Özellikler ……... 15
3.2.3 Yapısal Özellikler ……. 16
3.2.3.1 Dış Duvarlar ……... 17
3.2.3.2 Çatı ……. 19

3.2.3.3 Tavan/Zemin …….. 19
3.2.3.4 Pencereler ……... 19
3.2.4 İç Ortam Sıcaklıkları ……. 21
3.3 İncelenen Binanın Mevcut Durumu ……. 23
3.4 Enerji Tasarruf Potansiyelleri …….. 27
3.5 Gerçekleştirilmesi Gereken Isı Rehabilitasyon Çalışmaları …… 27
3.5.1 Dış Duvarların Yalıtımı …… 27
3.5.1.1 Duvarların Dış Yüzeyine Yalıtım Uygulaması …….. 27
3.5.1.1.1 Havalandırmalı Sistem …… 28
3.5.1.1.2 Mantolama Sistemi ……. 28
3.5.1.2 Duvarların İç Yüzeyine Yalıtım Uygulaması …… 29
3.5.1.3 İki Duvar Arasına Yalıtım Uygulaması ……. 30
3.6 Optimum Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı …….. 31
4. ISI YALITIMI YAPILMASI DURUMUNDA SAĞLANACAK ENERJİ VE YAKIT TASARRUFU……... 33
4.1 Isı yalıtımı yapılacak binanın incelenmesi hesaplamaları ……... 33
4.2 Isı yalıtım uygulamasının maliyeti …….. 42
4.3 Sağlanan enerji ve yakıt tasarrufu ile yalıtım maliyetinin karşılaştırılması ……... 44
5. TARTIŞMA VE SONUÇ…..……..…….. 45
6. KAYNAKÇA...…….. 48
7. EKLER……...…….. 50
8. ÖZGEÇMİŞ …….. 66

SİMGELER VE KISALTMALAR

Açıklama	**Sembol**	**Birim**
Havanın yoğunluğu	ρ	kg/m^3
Bağıl Nem	φ	-
Verim kazanç kullanım faktörü	η	-
Aylık ortalama güneş enerji kazancı	$\Phi_{s,ay}$	W
Aylık ortalama iç ısı kazancı	$\Phi_{i,ay}$	W
Isı taşınım katsayısı (iç yüzey)	R_i	m^2K/W
Isı taşınım katsayısı (dış yüzey)	R_e	m^2K/W
Isıl geçirgenlik direnci	$R,1/\Lambda$	m^2K/W
Toplam ısıl geçirgenlik direnci	1/U	m^2K/W
Dış duvar alanı	A_D	m^2
Dış hava ile temas eden taban alanı	A_d	m^2
Bina kullanım alanı	A_n	m^2
Pencere alanı	A_p	m^2
Tavan Alanı	A_T	m^2
Taban alanı (Zemine oturan)	A_t	m^2
Yapı elemanlarının toplam alanı	A	m^2
Havanın özgül ısısı	c	J/kgK
Binanın ısı kaybeden yüzeylerinin toplam alanı	Atop	m^2
Yapı bileşeninin kalınlığı	D	m^2
Isı kaybı (havalandırma yoluyla)	H_v	W/K
Isı kaybı(iletim ve taşınım yoluyla)	H_T	W/K
Kazanç/kayıp oranı	KKO_{ay}	-
Binanın özgül ısı kaybı	H	W/K
Hava değişim oranı	n_h	h^{-1}
Isı akış yoğunluğu	q	W/m^2
Isıtma enerjisi ihtiyacı (Aylık)	Q_{ay}	J
Isıtma enerjisi ihtiyacı (Yıllık)	$Q_{yıl}$	J
Zaman	t	S
Dış ortam sıcaklığı (aylık ortalama)	T_e	^0C
İç ortam sıcaklığı (aylık ortalama)	T_i	^0C
İç yüzey sıcaklığı	T_{yi}	^0C
Dış yüzey sıcaklığı	T_{yd}	^0C
Havalandırılan hacim	V_h	m^3
Binanın ısıtılan brüt hacmi	$V_{brüt}$	m^3
Yapı bileşenlerinin ısıl geçirgenlik katsayısı	U	W/m^2K

ŞEKİL LİSTESİ

Şekiller	**Sayfa**
Şekil 3.1 Trakya Üniversitesi Keşan Meslek Yüksekokulu	13
Şekil 3.2 Trakya Üniversitesi Keşan Meslek Yüksekokulu ebatları	13
Şekil 3.3 İç ortamdaki bağıl nem ve sıcaklığın konforla ilişkisi	22
Şekil 3.4 Duvarların dış yüzüne yalıtım uygulaması	29
Şekil 3.5 Duvarların iç yüzüne yalıtım uygulaması	30
Şekil 3.6 İki duvar arası yalıtım	31
Şekil 3.7 Ekonomik Yalıtım Kalınlığı	32
Şekil 5.1 Yalıtımsız binanın aylık ortalama dış ortam ve duvar iç yüzey sıcaklıkları	46
Şekil 5.2 Yalıtımlı binanın aylık ortalama dış ortam ve duvar iç yüzey sıcaklıkları	46

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelgeler	**Sayfa**
Çizelge 1.1 Yenilenebilir enerji kaynakları	2
Çizelge 3.1 İncelenen Binanın Genel Özellikleri	14
Çizelge 3.2 Edirne ilinde gerçekleşen ortalama resmi iklim verileri	16
Çizelge 3.3 Yapı bileşenlerine ait temel özellikler	17
Çizelge 3.4 İncelenen binanın dış duvar özellikleri	18
Çizelge 3.5 İncelenen binanın pencere sistemi (1, 2, 3)	20
Çizelge 3.6 Ortam ile iç yüzey sıcaklığının konfor ile ilişkisi	21
Çizelge 3.7 Konfor ortamı	22
Çizelge 3.8TS825'e göre tavsiye edilen U değerleri	24
Çizelge 3.9 TS825'e göre tavsiye edilen U değerleri	25
Çizelge 3.10 Hesaplanan U değerinin TS825 U değeri ilekarşılaştırılması	25
Çizelge 3.11 Bölgelere göre Q'nun hesaplanması	25
Çizelge 4.1 Binaya ait özellikler	34
Çizelge 4.2 Yalıtımsız durum için eleman kesitleri	35
Çizelge 4.3 Yalıtımsız durum için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı	36
Çizelge 4.4 Yalıtımsız durum için yıllık ısı ihtiyacı	37
Çizelge 4.5 Yalıtımlı durum için eleman kesitleri	38
Çizelge 4.6 Yalıtım malzemeleri sıralanışı ve detayları	39
Çizelge 4.7 Yalıtımlı durum için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı	40
Çizelge 4.8 Yalıtımlı durum için yıllık ısı ihtiyacı	41
Çizelge 4.9 Yalıtımlı ve yalıtımsız binada gerçekleşen ısı kayıpları	41
Çizelge 4.10 Hesaplama yapılan binadaki yıllık ısıtma ihtiyaçları	42
Çizelge 4.11 Yıllık ısı ihtiyacının ve yakıt miktarının karşılaştırılması	42
Çizelge 4.12 EPS için gerekli olan malzeme ve fiyat listesi	43
Çizelge 4.13 XPS için gerekli olan malzeme ve fiyat listesi	43
Çizelge 4.14 Isı yalıtım alanı için toplam tutar	44

ÖNSÖZ

Tez çalışmaların esnasında bilgi ve tecrübesiyle beni yönlendiren çok değerli hocam Doç. Dr. Oktay HACIHAFIZOĞLU'na en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Tezim esnasında Trakya Üniversitesi Keşan Meslek Yüksekokulu'nda bana çalışma imkanı sağlayan Yrd. Doç. Dr. Süleyman KÖK ve Öğr. Gör. Özcan ÇETİNKAYA'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım esnasında bana destek olan eşime ve aileme desteklerinden dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

OCAK 2015 Murat GENÇER

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Günümüzde bilimsel ve teknolojik gelişmeler neticesinde yüksek teknolojiye dayalı yaşam biçimi ve dünya nüfusunun hızlı bir biçimde artması toplumların enerji tüketimini de daha önceki yıllara göre onlarca kat arttırmıştır. Enerji tüketimindeki bu hızlı artış kaynak üretimi ve uygun kullanım, çevreyle ve ekonomiyle olan ilişkiler gibi birçok sorunu da beraberinde getirmiştir.

Daha önceki yüzyıllarda yaşamlarını doğal çevreyle sürdüren insanoğlu ihtiyaçlarını da doğal çevreden karşılıyordu. Fakat nüfusun artması ve ihtiyaçların fazlalaşması ve çeşitlenmesiyle insanoğlu yeni kaynak arayışlarına girişmiştir. Bu kaynak arayışları sonucunda da en kolay yolu seçerek yakıldığında enerji açığa çıkaran fosil yakıtları tercih etmiştir.

Toplumların hızla gelişmesi sonucu sanayiye duyulan önem artmış ve hızla yükselen sanayileşme çalışmaları beraberinde fosil yakıt tüketimini de hızlandırmıştır. Bu hızlı tüketim sonucunda yok olan kaynak sorunu gündeme gelmiştir. Üstelik hızla tüketilen fosil yakıtlar sonucu hava, toprak ve su kirlenmiş fosil yakıtların verdiği zararlar ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu kirlenmeler çevremizle sınırlı kalmamış atmosferi de kirletmiş ve iklim değişikliklerine yol açmıştır.

Bu olumsuzluklar sonucu insanlar enerji üretimi ve tüketimi konularında daha fazla araştırma ve incelemeye gitmiş, fosil yakıtların dışında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı konusunda da araştırmalar yapmaya başlamıştır.

Eskilerde petrol krizleri ile başlayan araştırmalar kaynakların korunmasını ve tasarruflu şekilde kullanılmasını ön plana çıkarmış, enerji verimliliğini ortaya koymuş ve günümüze sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji anlayışını getirmiştir.

Enerji tasarrufu enerji ihtiyacının azaltılması şeklinde yorumlanmamalıdır. Enerji tasarrufu üretimde, konforda ve iş gücünde herhangi bir azalma olmadan enerji

üretim ve tüketiminin maksimum bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktır. Kısacası enerji tasarrufu yapmakta olduğumuz işi herhangi bir eksikliğe uğratmadan daha az enerji ile yapmak, enerjiyi verimli kullanmaktır.

Enerji verimliliğinde en önemli faktör enerji tasarrufudur. Oluşan enerji talebi kontrol altına alınmalı daha az enerji ile aynı miktarda ürün elde edilmeye çalışılmalıdır. Özelliklede sanayi kuruluşları gibi büyük ölçekli tesislerde enerjiyi verimli kullanmak enerji maliyetini azaltacağı gibi çevreye atılan zararlı gazları da minimum seviyeye düşürecektir.

Fosil yakıtlar ve çevre üzerinde yapılan çalışmalar alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarını gündeme getirmiştir. Alternatif bir kaynağın bulunması kendi başına yeterli değildir. Bu bulunan kaynağın aynı zamanda sürdürülebilir ve yenilenebilir olasıda gerekmektedir.

Yenilenebilir enerji kullanıldıktan sonra tekrar ortaya çıkan enerjidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarını aşağıdaki Çizelge1.1'de incelemek mümkündür.

Çizelge 1.1 Yenilenebilir enerji kaynakları

YENİLENEBİLİR ENERJİ	KAYNAĞI
Hidrolik Enerjisi	Nehirler ve akarsular
Biyokütle Enerjisi	Biyolojik atıklar
Güneş Enerjisi	Güneş
Hidrojen Enerjisi	Su
Dalga Enerjisi	Denizler
Rüzgar Enerjisi	Rüzgar
Jeotermal Enerjisi	Yer altı suları

Dünyada hızla tükenmekte ve tüketilmekte olan enerji ihtiyacı hergeçen yıl yaklaşık olarak %4-5 oranında artmaktadır.Artan bu enerji ihtiyacı ile birlikte fosil yakıtlar tükenmeye başlamış ve günümüzdeki ihtiyacı karşılamakta zorlanmıştır. Artış olmasa dahi şu anki kullanımlar göz önüne alındığında dahi 2030'lu yıllara kadar büyük ölçüde tükeneceği ve oluşan ihtiyacı karşılayamayacağı görülmektedir.

Ayrıca günümüzde kullanımı artan fosil yakıt tüketimi yoğun hava kirliliğine, etkisi milyonlarca TL'yi bulan sel, fırtına gibi felaketlere ve dünyanın sıcaklık ortalamasının da son yılların en yüksek değerlerine çıkmasına neden olmuştur.

Fosil yakıtların içinde bulunan karbon, havadaki oksijen ile bütünleşerek CO ve CO_2 gazları ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca fosil yakıtlar içinde bulunan kükürt, kurşun vb. maddeler yanma anında oksijen ile etkileşime girerek insan sağlığı için tehlike yaratmaktadır. Atmosferde bol miktarda biriken bu gazlar katman oluşturmakta ve bitki ve insan hayatı üzerinde negatif etkiye sebep olmaktadır. Günümüzde sera etkisi olarakta bilinen bu etki insan sağlığı için büyük bir risk teşkil etmektedir.

Ülkemiz enerji tüketimi incelendiğinde sanayi sektörünün başı çektiği görülmektedir ardından konutlar ve ulaşımda sanayi sektörünü izlemektedir. Konutlarda tüketilen enerjinin %80-85'i ısınma ve sıcak su için harcanmakta, geriye kalan kısmı ise aydınlatma ve elektrikli cihazlarda kullanılmaktadır. Tüketilen bu enerjiyi verimli kullandığımız takdirde elde edilebilecek tasarrufun gayet büyük olacağı gözükmektedir. Bu konu iki kısımda ele alınarak incelenebilir. Birinci kısım; konutların yapı bileşenleri ve özellikleri, diğer kısım ise ısıtma sistemlerinin özellikleri ve türlerini kapsamaktadır. Konutların yapı bileşenleri ve özellikleri incelendiğinde ve yapılandırılıp kurallara uyulduğunda %35-45 oranında enerji tasarrufu sağlanacağı görülmektedir. Konutların yapı bileşenleri ve özelliklerinde enerji verimliliği;

- Isıtma sistemlerinin iyi projelendirilmesi
- Yapı elemanlarında yalıtım
- Otomatik kontrol
- Pencere konstrüksiyonu
- Bina içi konfor şartlarının standartlara uygunluğuna uyularak sağlanabilir.

Binalarda oluşan ısı kayıplarının en fazla olduğu kısım; döşeme, duvar, pencere, çatı gibi yapı elemanlarıdır. Binaların bu bölgelerinde oluşan ısı kayıpları yapının konumuna, mimarisine, yapı elemanlarına ve ısı yalıtım durumuna göre değişiklik gösterebilir. Ancak binaya genel olarak bakıldığında binanın yüksekliğinin artması bina dış duvarlarında gerçekleşen ısı kayıplarının da artması anlamına geldiği görülmektedir.

Konutların dış yapısına bakıldığında kullanılan camlar ve doğramalar yeterli bir ısıl konfor ortamında yaşanılması için önemli bir yere sahiptir. TSE belgesi olmayan bir doğramanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacında %57-60 artışa sebep olduğu belirlenmiştir

ki buda TSE belgesiolan doğrama kullanılan bir binanın ısılkonfor üzerindeki etkisini çok açık ortaya koymaktadır. Buna ilaveten hızla artan enerji gereksinimi ve ısıl konfor ihtiyacı daha az enerji tüketimi sağlayan ve ısıl konforu sağlayan camlar kullanılması gerektiğini de göstermektedir.

Günümüzde duvarlar gelişen teknoloji ile birlikte tek bir tabakandan oluşabileceği gibi birden fazla tabakadan oluşan bir yapı bileşeni olarakta ele alınabilir. Yalıtım malzemeleri; ısı,yangın, su ve sese karşı koruma amaçlı kullanılmaktadır.Bütün binalarda, her zaman ve her şekilde kullanabileceğimiz tek bir yalıtım malzemesi yoktur. Özelliklerine ve kullanım yerlerine göre yalıtım malzemesi seçmek uygulayacağımız engüvenli ve doğru yoldur.

Ülkemizde en çok kullanılan ve en çok tavsiye edilen ısı yalıtım malzemelerinin köpük malzemeler ve lifli ürünler olduğu görülmektedir. Köpük malzemeler haddeden çekilmiş polistren köpük (XPS) ve genleştirilmiş polistren köpük(EPS) gibi poliüretan ve polistran köpükler, lifli malzemeler ise cam yünü ve taş yünü gibi mineral yünlerdir. Dış duvarlarda seçilecek malzeme suyla ve nemle ilişkiye geçtiğinde yapıya zarar vermeyecek malzemeden seçilmelidir.

Türkiye'deki ısı yalıtım tipleri 3 farklı çeşitte karşımıza çıkmaktadır.

- Duvarların dış yüzeylerine yapılan uygulama
  - Mantolama
  - Giydirme cephe
- Çift duvar arası yalıtım uygulaması (Sandviç duvar)
- Duvarların iç yüzeyine yapılan uygulama(İçten mantolama, bazı ısı yalıtım boyaları)

Bölgemizde bulunan binalarda bundan önceki yıllarda ısı yalıtımına gereken önemin verilmemiş olması, ısınma amacıyla tüketilen enerjinin çok yüksek olmasına neden olmuştur. Bu yüksek enerji tüketen binalar yüksek enerji tasarruf potansiyeline de sahiptir. Bu gerekçeler dikkate alınarak Trakya Üniversitesi Keşan Meslek Yüksekokulunda bulunan A bloğu ısı rehabilitasyonu gerçekleştirilmiştir.

BÖLÜM 2

TEMEL KAVRAMLAR

2.1 Isı Yalıtımı ve Geçişinde Temel Kavramlar

2.1.1 Isı ve Sıcaklık

Sıcaklık, çokça kullanılan bir kavram olduğu halde, tam tanımını yapmak oldukça zordur. Sıcaklık duyularla algılanmakta ve genellikle ”soğuk” yada “sıcak” şeklinde ifade edilmektedir. Soğuk ve sıcak iki cisim birbirine temas ettirildiğinde, sıcak olanın soğuduğunu, soğuk olanın ise ısındığını, belli bir süre temas halinde kaldıklarında ise her ikisinin de aynı soğukluk ya da sıcaklığa ulaştığı görülmektedir. Bu durumda sıcaklık, ısı geçişine neden olan etken şeklinde de tanımlanabilir. Sıcaklık, enerji değildir. Günlük hayatta sıcaklık birimi olarak Celcius ($^{\circ}$C) kullanılır.

Isı, sıcaklıkları farklı olan iki maddenin bütün moleküllerinin sahip olduğu kinetik enerjileri ile potansiyel enerjilerinin toplamına, madde arasında alınıp verilen enerjiye ısı denilir. Isı, enerji olduğu için birimi Joule (J)’dür. Bir başka ısı birimi ise kalori (cal)’dır.

Soğukluk ve sıcaklık algılaması her zaman güvenilir değildir ve doğru sonuçlar vermeyebilir. Bazen soğuk cisimleri sıcak, sıcak cisimleri ise soğuk algılayabilmekteyiz. Bu güçlükleri önlemek için termodinamiğin sıfırıncı yasasından yararlanılmaktadır.Bu gibi durumlarda Termodinamiğin Sıfırıncı Yasası,İki ayrı cismin yanına bir üçüncü cisim geldiğinde hepsininısıldengede olmaları durumunda, kendi aralarında da dengede olduklarını belirtir.

2.1.2 Isı Geçişi

Isı geçişi, sıcaklık farkları nedeniyle oluşan ısı alışverişi olarak tanımlanabilir. Isı geçişi taşınım, iletim ve ışınım olmak üzere üç farklı şekilde gerçekleşir.

Konveksiyon ile ısı geçişi: Moleküllerin veya atomun uzun mesafeli hareketleri sonucu olan ısı geçişidir. Bu ısı iletimi katı maddelerde geçerli değildir, sadece akışkan malzemelerde geçerlidir. [2]

Kondüksiyon ile ısı geçişi: Bir cismi meydana getiren atomlar bulundukları konumda gerçekleştirdikleri titreşimde birbirlerine çarpışmaları sonucu meydana gelen enerji alışverişidir. Sıcak bölgedeki atomların kinetik enerjileri dolayısıyla titreşim hızları soğuk bölgedekinden fazladır. Bu durumda Sıcak bölgedeki atomlar soğuk bölgedeki atomlara çarptığında sıcak bölgedekinin titreşim hızı düşerken soğuk bölgedekinin titreşim artar. Bu durumda sıcak bölgenin ısısı düşerken soğuk bölgenin ısısı yükselir. Kesit içindeki atomların titreşim hızları eşit olduğunda sıcaklık tüm kütlede aynı değere ulaşır ve enerji alışverişi durur. Bu durum doğrultusunda malzemeler kondüksiyonla ısı iletkenliğine göre katılar > sıvılar > gazlar şeklinde sıralanır.

Radyasyon ile ısı geçişi: Elektromanyetik dalgalarla gerçekleşen ısı iletimidir. Farklı sıcaklıklara sahip birbirleri arasında engelleyici herhangi bir durum bulunmayan iki farklı malzeme arasında radyasyonla ısı geçişi gerçekleşir.

2.1.3 Isı Köprüleri

Ortalama ısı geçişinden çok daha yüksek ısı geçişine ve sınırlı alana sahip bölgelerdir. Yüksek ısı geçişini, elemanın geometrisinden meydana gelebildiği gibi farklı ısı geçişinesahip malzemelerin yan yana getirilmesiyle de gerçekleşir.

Yapı elemanlarının birleşim bölgelerinde (köşe noktalarında) düşük sıcaklığa sahip çizgiseldış yüzey miktarı, yüksek sıcaklıktaki noktasal iç yüzeye oranla çok fazla olduğu için bubölgelerde fazladan ısı kayıpları gerçekleşir. Bu kayıpları önlemek mümkün değildir, ancaksürekli ısı yalıtımı ile azaltılabilir.

İnşaat sektöründe en fazla yapılan hatalardan biri de, farklı ısı geçişine sahipmalzemelerin yan yana kullanılmasıdır. Bazen montaj için kaçınılmaz olan bu durum,çoğunlukla bilgi eksikliğinden de kaynaklanmaktadır. Isı yalıtım uygulamasının yanlışseçilmesi sonucu, içerden yalıtım uygulamalarında betonarme döşeme tarafından kesilen ısıyalıtımı sebebiyle ısı geçişinde önemli miktarda artış meydana gelmektedir.

2.1.4 Isı Yalıtımı

Sıcaklıkları farklı olan iki ortam arasındaki ısı transferini azaltmak için uygulanan işleme ısı yalıtımı denir. Daha farklı ve güncel bir deyişle ise ısı yalıtımını kışın ısınmak, yazında serinlemek için harcadığımız enerjiyi azaltmak için binaların dış cephe duvarlarında, çatılarda, cam ve doğramalarında, tesisat ve döşemelerinde ısı geçişini azaltmaya yönelik önlemler alınması olarak ta tanımlayabiliriz. Bu tanım doğrultusunda ısı geçişini azaltmaya yönelik olan malzemelere ısı yalıtım malzemesi adı verilir.

Isı yalıtımı, kondüksiyon (iletim), konveksiyon (taşınım) ve radyasyon (ışınım) yoluyla gerçekleşen ısı akışını azaltan malzeme yada malzemelerin bir arada bulunmasıyla oluşan kombinasyondur. Isı yalıtım malzemeleri, binalardan dış hacimlere veya dış hacimden binalara olan ısı akış hızını ısıl direnç özellikleri sayesinde azaltırlar[3].

Günümüzde birçok ısı yalıtım malzemesiyle karşılaşabilirz. Bu ısı yalıtım malzemelerini birbirinden ayıran en temel ve en büyük özellik malzemenin ısı iletim katsayısıdır. CEN ve ISO standartlarına göre ısı iletim katsayısı 0,065 W/mK değerinden küçük olan malzemeler ısı yalıtım malzemesi olarak tanımlanır. Bu tanımın dışında kalan malzemeler ise yapı malzemeleri kapsamına girmektedir [4].

Isı yalıtım malzemelerinde aranması gereken özellikler (Uygulamanın durumuna göre değişiklik gösterebilir):

-Sıcaklık Dayanımı (^{o}C)
-Yoğunluk (kg/m^{3})
-Su Emme
-Isı İletim Katsayısı (W/mK)
-Buhar difüzyon direnci
-Boyutsal Kararlılık
-Mekanik Dayanım (kPa)
-Yangın Sınıfı (DIN 4102, BS 476)

Binaların uzun seneler boyunca değerini koruması ve kaybetmemesi binaların iç ve dış etkenlerden doğru şekilde korunması ve binanın iyi tasarlanması ile gerçekleşmektedir. Binaların dış ve iç etkilerden korunması ise sadece doğru yapılan yalıtımla sağlanmaktadır. Günümüzde yapılan yalıtımın esas amacı yaşanılan iç ortam konforunu sağlamak ve zaman içinde ortaya çıkabilecek yapı hasarlarının (nem hasarı, bozulma, küflenme, demir çürümesi, korozyon vb.) ortaya çıkmasını engellemektir.

2.1.5Isı Yalıtımının Faydaları

Binalarda ısı yalıtımının birçok yararı bulunmaktadır. Bunları maddeler halinde toparlayacak olursak;

- Isı kayıpları azaltıldığı için enerji korunur, dolayısıyla doğal kaynaklar korunmuş olur.
- Sıcaklık değişimindeki yüksek değerler bina yapısına zarar verebilecek termal hareketliliklere sebep olabilir. Binayı düşük değerlerde sıcaklık değişimlerinde tutmak yapı ömrünü korumada yardımcı olur.
- Mevsimler arası geçişlerde evimizin ısıl konfor periyodunu uzatır.
- Evlerimizin enerji tüketimini azaltacağından dolayı evimizin işletme maliyetini de azaltır.
- Evimizin işletme maliyetine artı olarak birde atmosfere salınan zehirli gazlarında azalmasını sağlar.
- Dışarıdan gelebilecek olan gürültülerden ortamı korumaya yardımcı olur.
- Doğru ve uygun seçilen bir ısı yalıtım malzemesi yangın esnasında alevlerin yayılmasını engeller.

2.1.6Bina Isı Yalıtım Malzemesi Seçim Kriterleri

Isı yalıtım malzemesi seçiminde çeşitli faktörleri göz önünde bulundurmak gerekir. Bir ısı yalıtım malzemesi seçerken; ısı iletkenlik değeri, uygulama kolaylığı, maliyet, alev direnci, basma dayanımı gibi birçok parametre dikkate alınmalıdır. Isı yalıtım malzemesi seçerken dikkat edilmesi gereken özellikleri şu şekilde sıralayabiliriz; [3]

a) Maliyet
   - Malzeme ve işçilik için ek maliyet
   - İşletme maliyetleri üzerine etkisi

b) Isıl performans
   - Malzeme kalınlığına karşı ısıl direnç
   - Malzeme yoğunluğuna karşı ısıl direnç
   - İşletme sıcaklık aralığına karşı ısıl direnç
   - Isı köprüleri (ısı yalıtımının çatı ve duvarlar boyunca sürekliliğinin sağlanması)

c) Dayanım
   - Basma ve eğilme dayanımı
   - Isıl genleşme ve büzüşmeler
   - Korozif ve kimyasal etkenler
   - Isıl direncin zamanla değişimi

d) Uygulama kolaylığı
   - Hızlı ve kolay uygulanabilirlik
   - Değiştirilebilme ve bakım kolaylığı

e) Güvenlik ve sağlık
   - Deri ve göz tahrişi
   - Yangına karşı direnç
   - Yük taşıma ve taşımama

f) Çevresel etkiler

g) Hava sızdırmazlık

2.1.7Binalarda Isı Yalıtımı

Binalarda ısı yalıtımını dört ana başlık altında toplayabiliriz. Bunlar:

a) Duvarlar: Yapılarda enerji verimliliği sağlayabilmek için binanın ısı kaybı olan duvarlarına ısı yalıtımı yapılmalıdır. Bina duvarlarında yalıtımdıştan, içten ve sandviç olmak üzere üç şekilde yapılmaktadır.

b) Pencereler: Yapılarda enerji tüketiminin dağılımı incelendiğinde enerjinin yaklaşık olarak %50'sinin binalarda kullanıldığı görülmektedir. Yapılardaki ısı kayıplarının %30'u ise pencereler yoluyla gerçekleşmektedir. Pencerelerine tek cam yerine çift cam ve yalıtımlı cam ürünleri takıldığında ısı kayıpları ortalama %50 oranında azalmakta ve büyük oranda enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

Isı kaybı bakımından pencerelerdeki en önemli özellik ısı geçirgenlik katsayısıdır. Binalarda kullanılacak pencerelerin ısı geçirgenlik katsayıları TS 825'e uygun olmalıdır.

Pencereler kış mevsiminde güneşin mahal içerisine girişini arttırmalı, yaz mevsiminde ise güneşin mahal içerisine girişini azaltmalıdır.

c) Çatı/Tavan ve Döşemeler: Yapılarda duvar ve pencerelerden sonra en çok ısı kaybı olan bölümler tavan/çatı ve döşemelerdir. Bu bölümlere de gerekli önem gösterilmeli ve ısı yalıtımı yapılmalıdır.

d) Tesisatlarda Isı Yalıtımı: Soğuk hatlarda ısı kazancını, sıcak hatlarda ise ısı kaybını önlemek için alınması gereken önlemler olarak adlandırılabilir.

2.1.8Isı Yalıtım Malzemeleri

1) Duvar, döşeme ve çatı uygulamaları: Camyünü, taşyünü, genleştirilmiş polistren (EPS), ekstrudepolistren (XPS), fenol köpüğü, poliüretan (PUR),ahşap yünü levhalar, cam köpüğü,genleştirilmiş mantar (ICB), genleştirilmiş perlit (EPB), ahşap lifli levhalar.

2) Yalıtım camı üniteleri: Özel ısı ve güneş kontrol kaplamalı yalıtım camı üniteleri, özel ısı kontrol kaplamalı yalıtım camı üniteleri.

3) Teknik yalıtım: Taşyünü, camyünü, cam köpüğü (CG), elastomerik kauçuk (FEF), kalsiyum silikat (CS), poliüretan, polietilen köpük (PEF), genleştirilmiş polistren(EPS), fenolikkopük.

2.1.9Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı

Isı yalıtımının her bina için aynı enerji etkinliğini sağlayacağını söylemek doğru olmaz. Uygulanacak ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının artması da her zaman yalıtımdan daha iyi sonuçlar çıkarılacağıanlamına gelmez. Yalıtımın ekonomik değeri ve etkinliği en iyi şekilde aşağıdaki maddeler ele alınarak çıkartılabilir.

- Yalıtılacak olan yapı bileşenleri
- Bina türü, büyüklüğü, şekli ve konstrüksiyonu
- Binanın bulunduğu bölgenin iklim şartları
- Yalıtım maliyeti
- Yalıtım malzemesi türü
- Kullanılan enerjinin türü ve maliyeti
- Bakım maliyetleri

2.2 Termodinamiğin Birinci Kanunu

Termodinamiğin birinci kanunu, enerjinin dönüşümü ve korunumu yasasını ifade etmekte, enerjinin termodinamikle ilgili bir özellik olduğunu vurgulamaktadır. Enerjinin korunumu yasasına göre, enerji yok edilemez veya yokken var edilemez, ancak değişik fiziksel ve kimyasal işlemlerle bir enerji biçiminden diğer enerji biçimine dönüşür [1]. Fakat gözlemler değişik enerji türlerinin birbirlerine dönüştürülmesinde verimliliğin farklı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle değişik enerji türlerinin kalitelerinin farklı olduğu söylenebilir.

2.3 Termodinamiğin İkinci Kanunu

Termodinamiğin ikinci kanunu enerji miktarının yanında kalitesini de ön plana çıkarır ve bir enerji kaynağının maksimum iş yapabilme potansiyeli üzerinde durur. Ayrıca termodinamiğin ikinci kanunu işlemlerin belirli bir yönde gerçekleşebileceğini ve ters yönde olamayacağını ifade eder. Termodinamiğin ikinci kanununun ortaya çıkardığı en önemli kavramlar entropi ve tersinmezliktir [1].

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Binaların Seçim Kriterleri

İnceleme yapılacak bina seçilirken, enerji verimliliği alanında yapılan çalışmaların sağlıklı bir şekilde başlatılabilmesi ve sürdürülebilmesi adına, yapılacak olan çalışmadan doğru sonuçların elde edilebilmesi için doğru binaların tespiti büyük önem arz etmiştir. Bu konuda binanın seçiminde bazı kriterler belirlenmiştir. Bunlar;

- Yüksek enerji sarfiyatı olmalı
- Birçok kişinin görebileceği bir mahal olmalı
- Proje sahası Edirne bina türlerini temsil edebilecek durumda olmalı
- Bina sahibi, gerçekleştirilmesi düşünülen iyileştirme çalışmalarını uygulamak üzere finansal kaynaklara sahip olmalıdır.

Bu kriterler doğrultusunda binanın tespiti aşamasında yapı kooperatifleri, resmi kurum binaları, özel konutlar ve okul binaları arasında inceleme yapılmıştır.

Yapılan incelemeler sonucunda Trakya Üniversitesi Keşan Meslek Yüksekokulu kampüsünde bulunan A ve B blok binalarının bu kriterleri sağladığı görülmüş ve bu binalardan A bloğu inceleme yapılabilecek bina olarak seçilmiştir.

3.2 Binaların Tasviri

3.2.1 Genel Özellikler

İncelemeye konu olan binalar Trakya Üniversitesi Keşan Meslek Yüksekokulu kampüsünde bulunan ayrık nizam olarak inşa edilen A ve B bloklarının A bloğudur. (Şekil 3.1)

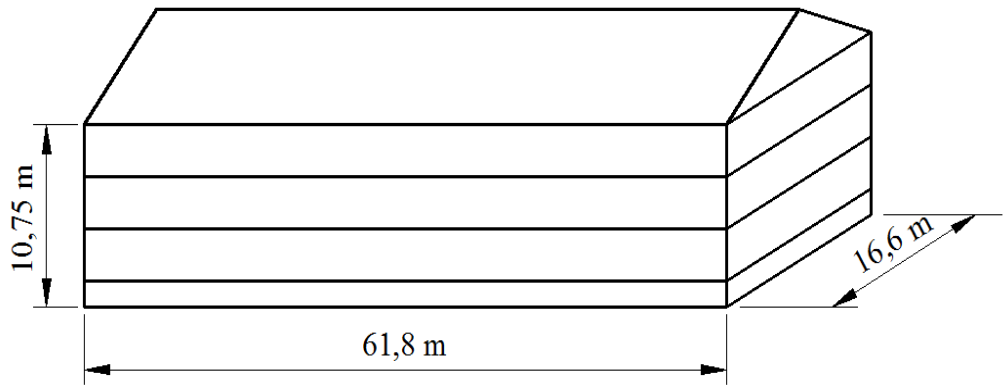
1995 yılında faaliyete geçen şu anki B Bloğu 1013,86 m^2 alan üzerine kurulmuş bodrum kat, zemin kat, birinci ve ikinci katlardan oluşmaktadır.

2004 yılında faaliyete geçen şu anki A Bloğu 1025,88 m^2 alan üzerine kurulmuş bodrum kat, zemin kat, birinci ve ikinci katlardan oluşmaktadır.



Şekil 3.1 Trakya Üniversitesi Keşan Meslek Yüksekokulu

İncelemeye konu olan yüksekokulda 2 blok bulunmakta ve farklı kazanlarla ısıtılmaktadır. Binalar birbirine benzer binalar olup, binalar arasında kot farkı bulunmamaktadır.



Şekil 3.2 Trakya Üniversitesi Keşan Meslek Yüksekokulu ebatları

Çizelge 3.1 incelenen binanın genel özellikleri

	Binanın Tanımı		Enerji Etüt Formu 1
1.	**Adresi:**		İspat Camii Mahallesi Paşayiğit Caddesi Keşan Meslek Yüksekokulu Keşan / EDİRNE
2.	**Bina Tipi:**		Öğretim Binası
3.	**İnşa Yılı:**		2002
4.	**Yapım Türü:**		Betonarme Karkas
5.	**Kat sayısı (Bodrum dahil):**		4
6.	**Kullanım Amacı:**		Kamu Binası
7.	**Bina Yüksekliği:**		10,75 m
8.	**Kat Yüksekliği:**		2,9 m
9.	**Taban Alanı:**		1025,88 m^2
10.	**Tavan Alanı:**		1025,88 m^2
11.	**Toplam Pencere Alanı:**		527,84 m^2
12.	**Toplam Dış Duvar Alanı:**		1182,45 m^2
13.	**Toplam Dış Yüzey Alanı:**		3773,3 m^2
14.	**Nizam Türü (Bitişik-Ayrık):**		Ayrık Nizam
15.	**Dış Ortama Bakan Cephe Adedi:**		4
16.	**Dış Ortama Bakan Cephelerin Yönleri:**		Kuzey, güney, doğu, batı
17.	**Rüzgar Durumu:**	**Korunaklı:** **Rüzgara Maruz:**	Rüzgara Maruz
18.	**Isıtma Sistemi:**	**Merkezi Sistem Kalorifer:** **Kat Kaloriferi:** **Soba:** **Diğer:**	Merkezi Sistem Kalorifer
19.	**Kullanılan Yakıtın Cinsi:**	**Kömür:** **Doğalgaz:** **Diğer:**	Kömür
20.	**Havalandırma:**		Doğal

3.2.2 Bölgesel Özellikler

İncelemeye konu olan bina Edirne ilinin Keşan ilçesinde yer almaktadır. Marmara bölgesinde yer alan ilimiz karasal yani soğuk bir iklime sahiptir. Fakat bazı senelerde Karadeniz iklimi bazı senelerde de ılık ve yağışlı hava görülmektedir. Edirne ilimizin ortalama yıllık yağış miktarı 600 mm civarında ve yıllık sıcaklık ortalaması da 13,5 ^{o}C'dir.Yılda ortalama 60 gün kadar donlu gün görülür ve yaklaşık 20 günde karla örtülüdür.

Kentteki egemen rüzgar yılda toplam 4000 kere esen Kuzey rüzgarıdır.Kuzey rüzgarını kuzeybatı ve güneydoğu rüzgarları izler. Kennetki ortalama rüzgar hızı 1,7 m/sn, en hızlı rüzgar ise 28,9 m. ile güney rüzgarıdır.

Kentteki ortalama sisli gün sayısı 27 gündür. Güneşlenme süresi 6,5 saat, ortalama buharlaşma miktarı 910 mm. ve hakim rüzgar Kuzey yönüdür.

Edirne ilimiz hem kara ikliminin hem de Akdeniz ikliminin etkisi altında olan bir geçiş bölgesidir. Bölge, Marmara, Karadeniz ve ege denizlerinin etkileriyle yer yer ve zaman zaman farklı iklim özellikleri gösterebilmektedir

Kentimizin kışları kara iklimi etkisini gösterdiğinde yağışlı ve oldukça sert, Akdeniz iklimi etkisini gösterdiğinde ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Bahar dönemi yağışlı, yazlar ise kurak ve sıcaktır.

Edirne ili Marmara Bölgesinde yer almaktadır ve soğuk karasal iklim özelliklerine sahiptir. Meteoroloji genel müdürlüğünün gözlem sonuçlarına göre Edirne'de yıllık sıcaklık ortalaması 13,5 ^{o}C kadardır. Ortaya çıkan bu sıcaklık ortalaması denize uzaklık, yükseklik, karasallık ve şehrin coğrafi konumu gibi özelliklerle ilgilidir.

Çizelge 3.2 Edirne ilinde gerçekleşen ortalama resmi iklim verileri (Kaynak M.G.M)

EDIRNE	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1954 - 2013)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	2,6	4,4	7,7	12,9	18,2	22,5	24,7	24,3	19,8	14,2	9,1	4,5
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	6,4	9,1	13,1	19,0	24,7	29,1	31,7	31,6	27,1	20,5	13,9	8,4
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-0.7	0.2	2,8	7,1	11,6	15,4	17,3	17,1	13,3	9.0	5.0	1,3
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2,5	3,4	4,4	6,2	8,1	9,4	10,4	10,6	7,5	5,2	3,2	2,1
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12,9	9,8	10,0	10,6	10,1	8,4	5,7	4,3	4,7	7,8	11,1	13,8
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m^2)	63.2	51.7	50.8	47.2	52.0	44.7	32.0	23,6	36.8	52.7	68.1	69.9
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1954 - 2013)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	20,5	23,2	28,0	32.4	37.1	42.6	44.1	41.9	37.8	35.8	28.0	22.8
En Düşük Sıcaklık (°C)	-19.5	-19.0	-12.0	-4.1	0.7	6.0	9,3	9,1	1,3	-3.7	-8.6	-13.4

Edirne ilinde en sıcak aylar haziran, temmuz, ağustos en soğuk aylar ise aralık ve ocaktır. Edirne ili en çok yağışı kasım, aralık ve ocak aylarında almaktadır.

3.2.3 Yapısal Özellikler

Yapını içinde yaşanılan mekanları oluşturan, bu mekanları dışarıdan çepeçevre sararak yapının dış yüzeyini oluşturan kabuğa yapı kabuğu denir. Yapı kabuğunu oluşturan elemanları dört ana başlık altında toplamak mümkündür.

Bunlar;

- Dış duvarlar,
- Çatı,
- Pencere ve kapılar,
- Toprakla temas eden döşemelerdir.

Çizelge 3.3 Yapı bileşenlerine ait temel özellikler

	Yapı Bileşeni	U-değeri(W/m^2K)	Alan(m^2)
$V_{Brüt}$: 11028,21m^3	Tuğla duvar	1,774	1182,45
	Çatı	3,613	1025,88
A_{Top}: 3864,5m^2	Pencere	2,4	527,84
	Toprak temaslı döşeme	1,949	1025,88
A_{Top}/ $V_{Brüt}$: 0,35	Dış Kapı	5,5	11,25

3.2.3.1 Dış Duvarlar

İncelemeye konu olan binanın dış duvarları tuğla duvardır. Toplam yapı kabuk alanının %37'sini oluşturan dış duvarlarda ısı yalıtımı bulunmamaktadır. Dış duvar alanı tuğla duvarlardan oluşmaktadır. Tuğla duvarlar içeriden 3 cm ve dışarıdan 3 cm kalınlığındaki çimento harcı ile sıvanmıştır. İncelenen binanın dış duvar özellikleri Çizelge 3.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4 İncelenen binanın dış duvar özellikleri

Binadaki Yapı Elemanları		**Yapı Elem. Kalın. d(m)**	**Isıl Ilet. Hesap Değ. W/mK**	**Isıl İlet. Dir. R m²K/W**	**Isı Geçir. Kats. U m²K/W**	**Isı Kayb. Yuzey A (m²)**	**Isı Kaybı AxU W/K**
DUVAR: Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,03	1	0,030			
	7.1.2.2 TS EN 771-1 e uygun dolu veya	0,2	0,58	0,345			
	4.2 Çimento harcı	0,03	1,6	0,019			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0,040			
TOPLAM:				**0,564**	**1,774**	**1182,45**	**2098,11**
DUVAR: Dış Havaya Açık (Kolon kiriş)	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,03	1	0,030			
	5.1.1 Donatılı	0,2	2,5	0,080			
	4.2 Çimento harcı	0,03	1,6	0,019			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0,040			
TOPLAM:				**0,299**	**3,347**	**91,20**	**305,27**
TAVAN: Çatılı Çatı	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	4.2 Çimento harcı	0,03	1,6	0,019			
	5.1.1 Donatılı	0,12	2,5	0,048			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0,080			
TOPLAM **0,8xAxU**				**0,277**	**3,613**	**1025,88**	**2965,51**
DUVAR: Dış Havaya Açık (Kolon kiriş)	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,170			
	9.1.1 Linolyum	0,03	0,17	0,176			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,036			
	5.1.1 Donatılı	0,1	2,5	0,040			
	5.1.2 Donatısız	0,15	1,65	0,091			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0,000			
TOPLAM 0,5 x A x U				**0,513**	**1,949**	**1025,88**	**999,70**
Dış Pencere					2,4	527,84	1266,8
Dış Kapı					4	11,25	45
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =							**7.684,5**
$\sum AU = U_D A_D + U_p.A_p + U_k.A_k + 0.8\ U_T.A_T + 0.5\ U_t A_t + U_d A_{d+,,,}$ $\sum AU$ = **7.684,5** Özgül ısı kaybı ; $H = H_T + H_v$				İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; $H_T = \sum AU + l\ Ul$ Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı H_v= 0,33 .n_h.V_h= **2.329,16** W/K			
$H = H_i + H_h$= 10013,6 W/K							

3.2.3.2 Çatı

Çatıların ısıl konforu ve performansı sağlamak adına bazı özellikleri sağlamaları gerekmektedir. Bunlar;

- Bütün dış etkilere karşı koymak (yağmur, rüzgar, kar, zararlı güneş ışınları),
- Farklı yapı malzemelerinin oluşturduğu genleşmelere uyum göstermek ve yapı hasarlarını oluşmadan önlemek,
- Değişkenlik gösteren iklim koşullarına göre çiğden oluşabilecek hasarları hava boşluğu bırakarak engellemek,
- İç ve dış mekanlar arasındaki ısı farklarının ve yapı malzemelerinin oluşturduğu genleşmelere esneklik göstererek oluşabilecek yapı hasarlarını önlemek,
- Nem kontrolünü sağlamak adına nem akışına olanak vermek olarak sıralanabilir.

İncelenen binanın çatı özellikleri Çizelge 3.3'te verilmiştir.

3.2.3.3 Taban/Zemin

Döşemeler yapı kabuğunda genelde üç şekilde bulunur. Bunlar; toprağa temas eden, ısıtılmayan iç ortama bitişik, açık geçit üzeri şeklinde sıralanabilir. Isıl performans bakımından en önemlisi toprağa temas eden döşemelerdir. Toprağa temas eden döşemeler ısıl konforu ve ısıl performansı sağlamak adına bazı özellikleri sağlamalıdırlar. Bunlar;

- Topraktan gelen nemi engellemek,
- Yağmur ve yeraltı sularına direnç göstermek,
- Isı köprülerini engellemek,
- Gerekli ısıl direnci göstermek,
- Gerekli yalıtım bakımına olanak sağlamak,
- Isıl gerilmelere esneklik göstermek olarak sıralanabilir,

İncelenen binanın taban/zemin özellikleri Çizelge 3.3'te verilmiştir.

3.2.3.4 Pencereler

Yapı kabuğunda pencere tasarımı ve özelliklerine baktığımızda pencerelerin birçok açıdan binayı ve yapı kabuğu nu etkilediği görülür. Bunlar;

- Pencerenin yönü,
- Pencere karakteristikleri (boyut, doğrama, detay),

- Çeşitli çevresel faktörlerden dolayı meydana gelen enerji kazanç ve kayıpları,
- Isıtma tesisatının seçimidir.

Binanın yapımında ve daha sonra kullanım sürecinde pencerelere özen gösterilmediği taktirde;

- Hava sızması,
- Nem geçişi,
- Yağmur ve kar etkisi,
- Güneş ışınlarının kontrolü,
- Isı akışı gibi ısıl konforu bozacak faktörler ortaya çıkabilir.

Çizelge 3.5 İncelenen binanın pencere sistemi (1, 2, 3)

1. Pencere Sisteminin Durumu:

Çerçeve Malzemesi	(Ahşap, Plastik, Alüminyum)	Plastik
Çerçevenin Tipi	(Tek / İkili Çerçeveli)	Tek
Camlama Tipi	(Tek,Çift,Isı,Kaplamalı)	Çift Cam
	U Değeri (W/m^2K)	2,4

2. Pencere Sisteminin Alanı

Doğu	13,77 m^2
Batı	13,77 m^2
Kuzey	250,15 m^2
Güney	250,15 m^2
Toplam Pencere Alanı	527,84 m^2

3. Gölgelenme Durumu, $r_{i,ay}$ (Çizelge 1)

Doğu	0,8
Batı	0,8
Kuzey	0,8
Güney	0,8

3.2.4 İç Ortam Sıcaklıkları

Binaların iç mahallerinin ısıl konforunun belirlenmesinde iç ortamdaki bazı özellikler etkili olmaktadır. Bunlar;

- Yüzey sıcaklıkları,
- Malzemenin ısı depo etme yeteneği,
- Hava sıcaklığı,
- Bağıl nem,
- Havanın hızıdır.

Binanın iç yüzey sıcaklıkları düşük olduğunda hava akımları meydana geleceğinden ısıl konforsuzluk olacaktır. İnsanlar içine girdikleri mahalin yada hacmin hava sıcaklıkları yeterli olsa dahi bu mahali çevreleyen tavan, duvar, döşeme gibi yapı elemanlarının ortalama sıcakları yüksek yada düşükse vücut radyasyonla ısı kazanarak yada kaybederek sıcak yada soğuk hisseder. Bu konforsuz ortamın yaratılmasının en büyük sebebi duvarların yalıtımsız olmasıdır. Konforlu bir mahalde ortam sıcaklığı ile iç yüzey sıcaklık farkı $3^{o}C$'nin üstünde olmamalıdır. Ortam ve iç yüzey sıcaklığının belirlediği konfor durumu Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6 Ortam ile iç yüzey sıcaklığının konfor ile ilişkisi

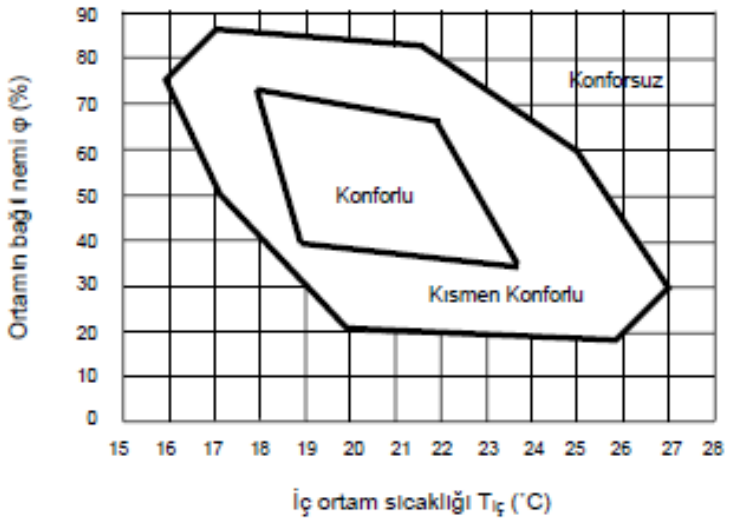
$T_{iç} - T_{iç\ yüzey}$	**Konfor Durumu**
>8,5	Çok Soğuk
8,5	Soğuk
6	Konforsuz
4	Az Konforlu
3	Konforlu
2	Çok Konforlu

Ortam sıcaklığı ile iç yüzey sıcaklığı arasındaki farkın düşük olması mahalin o kadar konforlu olduğu anlamına gelmektedir. Bu düşük değer ortamın her noktasının sıcaklığının homojen olmasını sağlar. Ayrıca konfor şartları mahaldeki kişinin giysilerinin ısıl direnciyle de ilgilidir. Çizelge 3.6'da konfor ortamı için en ideal değerler gösterilmiştir.

Çizelge 3.7 Konfor ortamı

Mekân Sıcaklığı	20-22 ^{o}C
İç Yüzey Sıcaklığı	17-19 ^{o}C
Döşeme Sıcaklığı	18-20 ^{o}C
Tavan Döşemesi Sıcaklığı	18-20 ^{o}C
Sıcaklık Farkı	<3^{o}C
Bağıl Nem	%35-70
Hava Hızı	<0,25 m/s

İçerideki nemin düşmesi yada aşırı artması da ısıl konforu bozan etkenlerdendir. Normal bir sıcaklığı göz önüne aldığımızda ortamın konforlu sayılabilmesi için bağıl nemin %35 ile %70 arasında olmalıdır. Şekil 3.3'tebağıl nem ve iç ortamla ilişkili konfor durumları verilmiştir.



Şekil 3.3 İç ortamdaki bağıl nem ve sıcaklığın konforla ilişkisi

Ortamda bulunan havanın çeşitli sebeplerle yer değiştirmesi (Klima, fan, açılan cam-kapı) de ortamdaki ısıl konforun bozulmasına sebep olabilir. Konforlu bir ortamda hava hızı 0,25 m/s'nin üzerine çıkmamalıdır.

Kış aylarında yapılan ölçümlerde kış aylarında bile 24-25 ^{o}C'ye çıkabildiği gözlemlenmiştir. Radyatörlerde termostatik vana olmamasından dolayı gereğinden fazla

ısının oluştuğu anlarda pencereler açılarak ortam konforu ayarlanmaya çalışılmaktadır. Ayrıca kullanılmayan mahallerde (atölye vb) sıcaklık seviyesi termostatik vana olmadığından kontrol edilememekte bu da ısı tüketim değerini artırmaktadır.

Dış duvarlarda ısı yalıtımının bulunmamasıduvar iç yüzey sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki farkın düşük değerlerde olmasına sebep olmaktadır. Buda mahalde bulunan kişilere konforsuzluk hissi yaşatmaktadır.

Binalarda yapılan incelemeler doğrultusunda radyatörlerin perde, sıra vb tarafından kapatıldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca hiçbir radyatör arkasında ısı kayıplarını azaltmak için yalıtım levhası olmadığı gözlemlenmiştir.

3.3 İncelenen Binanın Mevcut Durumu

Yapılan incelemelerde, enerji etütlerinde ve hesaplamalarda mevcut ısı tüketim değerinin çok yüksek olduğu görülmüştür. Bu yüksek tüketimin en büyük sebebi yalıtımsız olan dış duvarlardır. Çizelge 3.7'deTS825'e göre tavsiye edilen U değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 3.8TS825'e göre tavsiye edilen U değerleri (Bölgelendirme)

1. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ ADANA AYDIN İÇEL OSMANİYEANTALYA HATAY İZMİR **İli 2. Bölgede olupta kendisi 1. Bölgede olan Belediyeler** AYVALIK (Balıkesir)DALAMAN (Muğla) FETHİYE (Muğla)KÖYCEĞİZ (Muğla) BODRUM (Muğla)DATÇA (Muğla)GÖKOVA (Muğla) MARMARİS (Muğla)MİLAS (Muğla)
2. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ ADAPAZARI ÇANAKKALE İSTANBUL ORDU TEKİRDAĞ ADIYAMAN DENİZLİ KAHRAMANMARAŞ RİZE TRABZON AMASYA DİYARBAKIR KİLİS SAMSUN YALOVA BALIKESİR DÜZCE KOCAELİ SİİRT ZONGULDAK BARTIN EDİRNE MANİSA SİNOP BATMAN GAZİANTEP MARDİN ŞANLIURFABURSA GİRESUN MUĞLA ŞIRNAK **İli 3. Bölgede olupta kendisi 2. Bölgede olan Belediyeler** HOPA (Artvin) ARHAVİ (Artvin) **İli 4. Bölgede olupta kendisi 2. Bölgede olan Belediyeler** ABANA (Kastamonu) BOZKURT (Kastamonu) ÇATALZEYTİN (Kastamonu) İNEBOLU (Kastamonu) CİDE (Kastamonu) DOĞANYURT (Kastamonu)
3. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ AFYON BURDUR KARABÜK MALATYAAKSARAY ÇANKIRI KARAMAN NEVŞEHİR ANKARA ÇORUM KIRIKKALE NİĞDEARTVİN ELAZIĞ KIRKLARELİ TOKATBİLECİK ESKİŞEHİR KIRŞEHİR TUNCELİBİNGÖL IĞDIR KONYA UŞAKBOLU ISPARTA KÜTAHYA **İli 1. Bölgede olupta kendisi 3. Bölgede olan Belediyeler** POZANTI (Adana) KORKUTELİ (Antalya) **İli 2. Bölgede olupta kendisi 3. Bölgede olan Belediyeler** MERZİFON (Amasya) DURSUNBEY (Balıkesir) ULUS (Bartın) **İli 4. Bölgede olupta kendisi 3. Bölgede olan Belediyeler** TOSYA (Kastamonu)
4. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ AĞRI ERZURUM KAYSERİARDAHAN GÜMÜŞHANE MUŞ BAYBURT HAKKARİ SİVASBİTLİS KARS VANERZİNCAN KASTAMONU YOZGAT **İli 2. Bölgede olupta kendisi 4. Bölgede olan Belediyeler** KELES (Bursa) ŞEBİNKARAHİSAR (Giresun) ELBİSTAN (K.Maraş) MESUDİYE (Ordu)ULUDAĞ (Bursa)AFŞİN (K.Maraş) GÖKSUN (K.Maraş) **İli 3. Bölgede olupta kendisi 4. Bölgede olan Belediyeler** KIĞI (Bingöl) PÜLÜMÜR (Tunceli) SOLHAN (Bingöl)

Çizelge 3.9 TS825'e göre tavsiye edilen U değerleri

	U_D (W/m^2K)	U_T (W/m^2K)	U_t (W/m^2K)	U_p (W/m^2K)
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4

Çizelge 3.10 Hesaplanan U değerlerinin TS825 U değeri ile karşılaştırılması

	İncelenen Bina	**Türkiye 2.Bölge**
Dış duvar	1,774	0,6
Çatı	3,613	0,4
Taban	1,949	0,6
Pencereler	2,4	2,4

TS 825 Binalarda ısı yalıtım kuralları standardına göre binaların yıllık ısı enerjisi ihtiyaçları, binaların ısı kaybeden toplam yüzey alanlarının binaların brüt hacimlerinin oranlarına ($A_{Top}/V_{Brüt}$) göre sınırlandırılmaktadır. Bu sınırlamalara göre durum incelemesi yapıldığından (2. Bölge için)

Çizelge 3.11 Bölgelere göre Q'nun hesaplanması

A_N ile ilişkili	$Q'_1.DG= 46,62\ A/V + 17,38\ kWh/m^2$
$V_{brüt}$ile ilişkili	$Q'_1.DG= 14,92\ A/V + 5,56\ kWh/m^3$
A_N ile ilişkili	$Q'_2.DG= 68,59\ A/V + 32,30\ kWh/m^2$
$V_{brüt}$ ile ilişkili	$Q'_2.DG= 21,95\ A/V + 10,34\ kWh/m^3$
A_N ile ilişkili	$Q'_3.DG= 67,29\ A/V + 50,16\ kWh/m^2$
$V_{brüt}$ ile ilişkili	$Q'_3.DG= 21,74\ A/V + 16,05\ kWh/m^3$
A_N ile ilişkili	$Q'_4.DG= 82,81\ A/V + 87,70\ kWh/m^2$
$V_{brüt}$ ile ilişkili	$Q'_4.DG= 26,5\ A/V + 28,06\ kWh/m^3$

Çizelge 3.3'te$A_{Top}/V_{Brüt}$ = 0,35bulmuştuk. Bu durumuna göre birim hacim başına yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı :

Q= $21,95xA_{Top}/V_{Brüt}$ + 10,34 = 17,07 kWh/m^3 olmak zorundadır. Ancak incelenen durumda binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı Q = 42,71 kWh/m^3 olarak hesaplanmıştır.

Hesaplanan bu değerlere göre bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin üstünde olduğundan dolayı standartlara uygun değildir.

Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplanmasında, her ay için ısı kayıplarından ısı kazançlarının çıkarılması ile bulunan aylık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının toplamı olarak, aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$Q_{yıl} = \sum Q_{ay}$$

$$Q_{ay} = [H(T_i - T_{d,ay}) - \eta(\phi_i - \phi_{g,ay}) \text{ x } t]$$

Binanın özgül ısı kaybı iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ile havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybının toplamıdır.

$$H = H_i + H_v$$

$$H_i = \sum AU + IU_I$$

$$\sum AU = U_D A_D + 0.8U_{tav}A_{tav} + 0.5U_{tab}A_{tab} + U_p A_p + U_k A_k + U_d A_d + 0.5U_{ds}A_{ds}$$

Pencerelerden birim zamanda doğrudan sağlanan güneş enerjisi miktarını ifade etmektedir.

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

Aylık kazanç kullanım faktörü;

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

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

3.4 Enerji Tasarruf Potansiyelleri

İncelemeye konu olan binada yapılan gözlemler ve hesaplamalar doğrultusunda binadaki alınması gereken önlemleri ve enerji tasarruf potansiyellerini şu şekilde sıralayabiliriz.

- Dış duvarları yalıtımla kaplama

Şuan ki durum: Dış duvarlar incelendiğinde dıştan ve içten sıvalı tuğla duvar olduğu görülmüştür. Yalıtım mevcut değildir.

- Tesisat boru hatlarının yalıtımı

Şuan ki durum: Kazan dairesindeki boruların yalıtımlarının bozulmuş olduğu gözlenmiştir.

- Termostatik vanalar

Şuan ki durum: Binada kullanılan mahallerin çoğu kısmi zamanlı kullanılmaktadır ve mahallerde bulunan radyatörler de termostatik vana yoktur. Bu durumda kullanılmadığı zaman ya da mahal istenilen sıcaklığa ulaştığı zaman odaya verilen enerji azaltılamamaktadır.

3.5 Gerçekleştirilmesi Gereken Isı Rehabilitasyon Çalışmaları

Yapılan incelemedeki önerilerin bazıları binaların ısı ihtiyaçlarını azaltmaya yönelik önlem önerileri olmakla birlikte bazıları ısıtma tesisatındaki kayıpları azaltmaya yöneliktir.

3.5.1 Dış Duvarların Yalıtımı

Binaların dış duvarlarının yalıtılmasında genel olarak 3 çeşit yöntem uygulanmaktadır.

1. Duvarların dış yüzeyine yalıtım
2. Duvarların iç yüzeyine yalıtım
3. İki duvar arasına yalıtımdır.

3.5.1.1 Duvarların Dış Yüzeyine Yalıtım Uygulaması

Binaların yapı kabuğu ve yapı fiziği bakımından ısı yalıtımı için en uygun yöntem duvarların dış yüzeylerine yapılan yalıtımdır. Bu yöntem uygulandığında ısı

köprüleri ortadan kalkar, duvarlarda rutubet oluşumu engellenir, ısı kayıpları azalır ve ısıl konfor sağlanır. Bu yöntemin diğer bir avantajı da yoğuşma probleminin ortadan kalkmasıdır.

Dış yüzeyde yapılan yalıtım havalandırmalı sistem ve mantolama sistemi olmak üzere ikiye ayrılır.

3.5.1.1.1 Havalandırmalı Sistem

Bu sistem ısı yalıtım malzemesi ve kaplama malzemesi arasına boşluk bırakılması esasına dayanır. Yalıtım levhaları binanın dış yüzeyine monte edildikten sonra bir taşıyıcı sistem üzerine kaplama malzemeleri döşenir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus kaplama malzemesi ile yalıtım levhaları arasında en az 5 cm boşluk bırakılmasıdır.

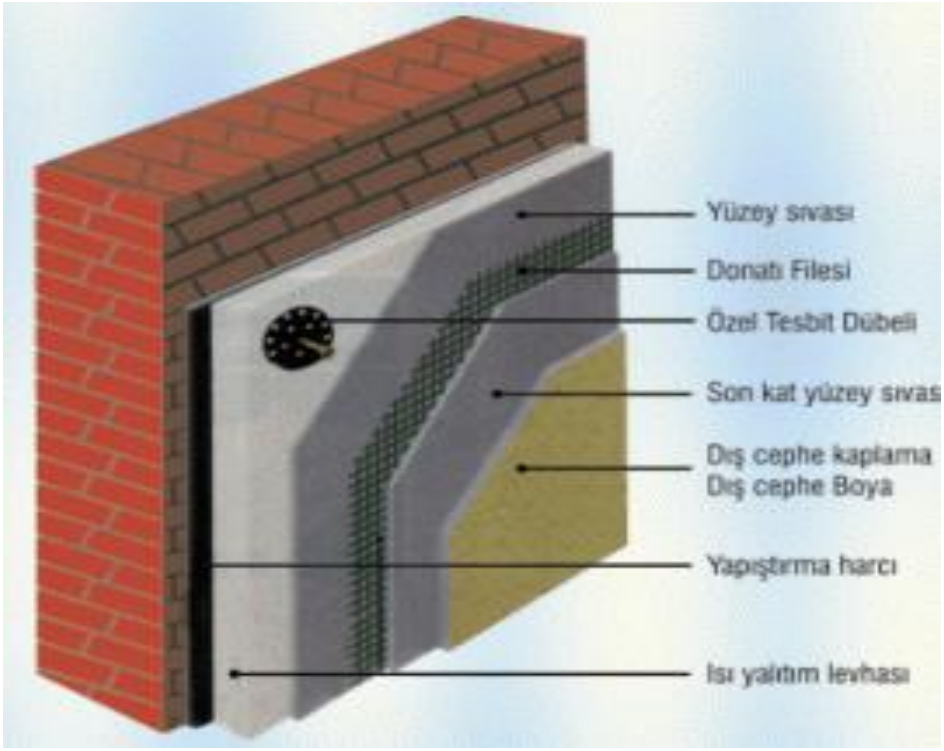
3.5.1.1.2 Mantolama Sistemi

Dış duvarların ısıl direncini yükseltmek ve duvardaki yoğuşmayı engellemek veya kontrol altına almak için gerekli yanıcılık sınıfına uygun ısı yalıtım levhalarının bir sistem bileşeni olarak, sisteme uygun malzemeler ile (Isı yalıtım levhası, file, yapıştırıcısı, sıvası, alkali dayanımlı sıva filesi, çeşitli profiller, gerekli ise uygun mekanik sabitleştiriciler ve boya, kaplama malzemeleri ile birlikte) binaların dışcephelerinde gerçekleştirilen yalıtım uygulamalarıdır [11]. Bu uygulamalarda genellikle;

a) EPS ısı yalıtım levhaları: TS 7316 EN 13163 standardına göre TSE belgeli ve TS 825'e uygun kalınlıkta, yoğunluğu en az 15 kg/m^3, kapalıortamda boyutsal kararlılığı oluşuncaya dek blok halinde dinlendirilmiş,yanma sınıfı B1 olan genleştirilmiş (ekspande) polistiren köpük levhalar [11].

b) XPS ısı yalıtım levhaları

c)Taşyünü ısı yalıtım levhaları: TS 825'e uygun kalınlıkta ve TS 901-1 EN 13162 standardına göre TSE belgeli, yoğunluğu 150 kg/m3 ve üzerinde olan, üretici tarafından sıva altı uygulamaları için özel üretilen ve taşyünülevhalar veya en az 90 kg/m3 yoğunluklu ve üretici tarafından özel üretilenlamel taşyünü kullanılır [11].



Şekil 3.4 Duvarların dış yüzüne yalıtım uygulaması

3.5.1.2 Duvarların İç Yüzüne Yalıtım Uygulaması

Mevcut olan binalarda kolayca uygulanan bir sistemdir. İç duvarların ve döşemelerin birleşim noktalarında ısı köprüleri oluşabileceğinden dolayı yalıtım verimini düşürebilir. Bu yüzden yapı fiziğine çok uygun bir sistem değildir.

Perdelerin ve betonarme kirişlerin iç taraflarına yalıtım uygulandığında ısı yalıtım malzemelerine bakılmaksızın betonarme ile ısı yalıtımı ara kesitinde yoğuşma olduğu gözlenmektedir.

Fakat başka bir seçenek olmadığı düşünüldüğünde bu sistemin;

- Uygulamada kolaylığı vardır.
- Alçı panolar veya sıva ile yalıtım malzemesi kolayca kaplanabilir.
- Maliyeti diğer sistemlere göre düşüktür.



Şekil 3.5 Duvarların iç yüzüne yalıtım uygulaması

3.5.1.3 İki Duvar Arasına Yalıtım (Sandviç duvar) Uygulaması

İki duvar arası yalıtım uygulamaları boşluklu ve boşluksuz olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır.

Boşluklu sandviç duvar uygulamasında yalıtım levhaları içteki duvar yüzeyine yerleştirilir. Boşluk dış duvar ile levha arasında bırakılır.

Boşluksuz sandviç duvar uygulamasında ise levhalar dış duvarın içe bakan yüzüne yerleştirildikten sonra boşluk bırakılmadan iç duvar örülür.

İki duvar arası yalıtım uygulamalarında iki duvar yatayda ve dikeyde 50 cm'lik aralıklarla özel tespit elemanlarıyla bağlanmalıdır.

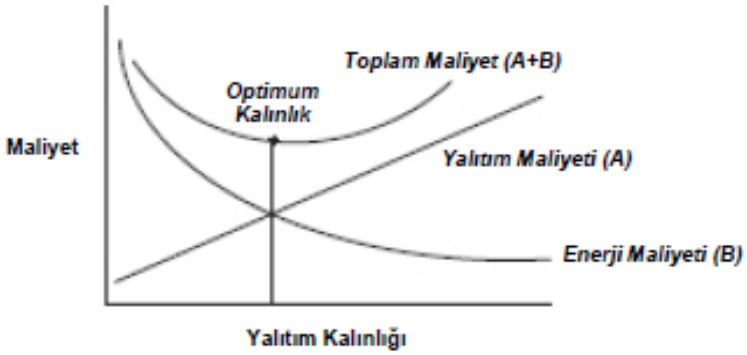


Şekil 3.6 İki duvar arası yalıtım

3.6 Optimum Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığı

Uygulanacak ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının artırılması herzaman, yalıtımdan daha iyi sonuçlar elde edileceği manasına gelmemelidir.Isı yalıtımı, her türdeki bina için aynı enerji etkinliğini sağlamaz. Yalıtımınetkinliği ve ekonomik değeri en iyi bir şekilde aşağıda belirtilen maddelerinfonksiyonu olan yapım-kullanım ömrü gider analizi (life-cyclecostanalysis) ile belirlenir (Şekil 3.7).

- Kullanılan enerjinin türü ve maliyeti (tasarruf edilen enerji miktarı)
- Binanın bulunduğu bölgedeki lokal iklim şartları
- Kullanılan klima sisteminin türü ve verimliliği
- Bina türü, fonksiyonu, büyüklüğü, şekli ve konstrüksiyonu
- Kullanılan yalıtım malzemesi türü
- Bakım maliyetleri
- Yalıtılacak olan yapı bileşenleri (çatı, duvar, vs.)
- Yalıtım maliyeti (malzeme ve montaj maliyetleri)



Şekil 3.7 Ekonomik yalıtım kalınlığı

BÖLÜM 4

ISI YALITIMI YAPILMASI DURUMUNDA SAĞLANACAK ENERJİ VE YAKIT TASARRUFU

4.1 Isı Yalıtımı Yapılacak Binanın İncelenmesi ve Hesaplamaları

Isı yalıtımı yapılmak istendiğinde belli bir maliyet karşımıza çıkmaktadır. Ancak bu maliyete karşılık uygulamadan hemen sonra sağlanan önemli bir maddi tasarrufta söz konusudur. Çünkü ısı yalıtımı yapılmış bir binada ısı kaybı azalacağı için yakıt tüketimi ve harcamaları da nemli şekilde azalacaktır.

Isı yalıtımı sonucu sağlanan enerji ve yakıt tasarrufu binamız üzerinde "TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" standardına göre hesap edilmiştir. Binamızın yalıtımsız durumu için ısıtmada kullanılan enerji ihtiyacı ve buradan çıkan değerle yakıt durumu belirlendikten sonra "TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" standardına göre yalıtılmış durumları için tekrardan hesaplamalar yapılarak yakıt tüketimi ve enerji ihtiyaçları belirlenmiştir. İki durumda ortaya çıkan fark tasarruf edilen enerji ve yakıt durumunu gösterecektir.

Yapılan hesaplama ve incelemeler sonucunda ortaya çıkan projeler Ekler kısmında verilmiştir. Çizelge 4.1'de binaya ait özellikler verilmiştir.

Çizelge 4.1 Binaya ait özellikler

Tavan Alanı (A_T)	16,6 x 61,8	1025,88 m^2
Döşeme-Taban Alanı (A_t)	16,6 x 61,8	1025,88 m^2
Pencere Alanı (A_p)		527,84 m^2
Dış Kapı Alanı (A_k)		11,25 m^2
Betonarme Alanı (A_{bet})	((61,8x2)+(16,6x2))x(0,12x3)	56,45 m^2
Dış Duvar Alanı	((16,6x10,75x2) + (61,8x10,75x2)) - A_p- A_{bet}	356,9 + 1328,7 - 446,7 - 56,45 = 1182,45 m^2
A_{top}	56,45 + 1182,45 + 1025,88 + 1025,88 + 527,88 + 11,25	3864.5 m^2
$V_{Brüt}$	61,8 x 16,6 x 10,75	11028,21 m^3
A_n: 0,32 x $V_{Brüt}$	0,32 x 11028,21	3529,02m^3

Çizelge 4.2 Yalıtımsız durum için eleman kesitleri

Binadaki Yapı Elemanları		**Yapı Elem. Kalın. d(m)**	**Isıl Ilet. Hesap Değ. W/mK**	**Isıl İlet. Dir. R m^2K/W**	**Isı Geçir. Kats. U m^2K/W**	**Isı Kayb. Yuzey A (m^2)**	**Isı Kaybı AxU W/K**
DUVAR: Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,03	1	0,030			
	7.1.2.2 TS EN 771-1 e uygun dolu veya	0,2	0,58	0,345			
	4.2 Çimento harcı	0,03	1,6	0,019			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0,040			
TOPLAM:				**0,564**	**1,774**	**1182,45**	**2098,11**
DUVAR: Dış Havaya Açık (Kolon kiriş)	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,03	1	0,030			
	5.1.1 Donatılı	0,2	2,5	0,080			
	4.2 Çimento harcı	0,03	1,6	0,019			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0,040			
TOPLAM:				**0,299**	**3,347**	**91,20**	**305,27**
TAVAN: Çatılı Çatı	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	4.2 Çimento harcı	0,03	1,6	0,019			
	5.1.1 Donatılı	0,12	2,5	0,048			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0,080			
TOPLAM **0,8xAxU**				**0,277**	**3,613**	**1025,88**	**2965,51**
DUVAR: Dış Havaya Açık (Kolon kiriş)	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,170			
	9.1.1 Linolyum	0,03	0,17	0,176			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,036			
	5.1.1 Donatılı	0,1	2,5	0,040			
	5.1.2 Donatısız	0,15	1,65	0,091			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0,000			
TOPLAM 0,5 x A x U				**0,513**	**1,949**	**1025,88**	**999,70**
Dış Pencere					2,4	527,84	1266,8
Dış Kapı					4	11,25	45
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =							**7.684,5**
∑AU = UDAD + Up.Ap+Uk.Ak+0.8 UT.AT+0.5 UtAt+UdAd+,,, ∑ AU = **7.684,5** Özgül ısı kaybı ; H = HT + Hv				İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; HT =∑AU + l Ul Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı Hv = 0,33 .nh .Vh = **2.329,16** W/K			
H = Hi + Hh = 10013,6 W/K							

Çizelge 4.3 Yalıtımsız durum için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H=H_T+H_V$ (W/K)	$\theta_i-\theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i-\theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T=\phi_i+\phi_s$ (W)	γ (-)	η_{Ay} (-)	Q_{Ay} (kj)
OCAK	10.013,66	17,1	171.234	17.645	12.335	29.980	0,18	1,00	366.129.036
ŞUBAT		15,6	156.213		15.282	32.927	0,21	0,99	320.410.588
MART		12,7	127.173		17.708	35.353	0,28	0,97	240.747.505
NİSAN		7,2	72.098		19.921	37.566	0,52	0,85	104.113.258
MAYIS		2,0	20.027		22.039	39.684	1,98	0,40	10.766.183
HAZİRAN		0,0	0		22.985	40.630	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		22.452	40.097	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		21.333	38.978	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,1	1.001		18.601	36.246	36,20	0,00	0
EKİM		5,9	59.081		15.429	33.074	0,56	0,83	81.982.612
KASIM		11,5	115.157		11.829	29.474	0,26	0,98	223.618.035
ARALIK		16,2	162.221		10.815	28.460	0,18	1,00	346.709.010

$Q_{ay} = [H(\theta_i-\theta_e)- \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})].t(J)]$ 1 kJ=0,278.10 KWh^{-3}

Toplam ısı kaybı $Q_{yıl}$ = 0,278x10^{-3} x 1.694.476.618(kj)= 471.064 kWh

İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay}$<= 5. An (W)

Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay}= \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times l_{i,ay} \times A_i$
Kazanç kayıp oranı $KKOay = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})/ H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$
Kazanç kullanım faktörü $\eta_{Ay} = 1- e^{(-1/KKOay)}$

A_{toplam}= 3.864,5 m^2
$V_{brüt}$= 11028,21 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi
$Q = Q_{yıl/VBrüt}$ 42,72 kWh/m^3 $A_n = 0,32 \times V_{Brüt}$ = 3.529,03 m^2

A_{toplam} / $V_{brüt}$ = 0,35 oranı 2. bölge için alınan Q' = 22,4 x A/ V +7,8 formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 15,65 kWh/m^3 bulunur.

$Q_{yıl} = \sum Q_{ay}$ = 1.694.476.618

Q > Q' (42,72>15,65) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin üstündedir. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygun değildir.

Çizelge 4.4 Yalıtımsız durum için yıllık ısı ihtiyacı

		Müsaade edilen Maksimum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	**Hesaplanan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı**
A_{Top} $V_{brüt}$ A/V A_n	3864,5 m^2 11028,21 m^2 0,35 m^2 3529,0272 m^2	Q^1 = 15,64 kWh/m^3	Q^1 = 42,71 kWh/m^3
Birim hacim veya birim alan başına tüketilecek yakıt miktarı (kg,m^3) 860x$Q_{yıl}$/(Yakıtın kalorifik değeri x Sistem verimi)[Kcal/(kg,m^2)]=103857,04 kg yakıt			

Çizelge 4.5 Yalıtımlı durum için eleman kesitleri

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elem. Kalın. d(m)	Isıl İlet. Hesap Değ. W/mK	Isıl İlet. Dir. R m^2K/W	Isı Geçir. Kats. U m^2K/W	Isı Kayb. Yuzey A (m^2)	Isı Kaybı AxU W/K
DUVAR: Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,03	1	0,030			
	7.1.2.2 TS EN 771-1 e uygun dolu veya	0,2	0,58	0,345			
	4.2 Çimento harcı	0,03	1,6	0,019			
	10.3.1.1.5 Polistiren - Partiküler Köpük - TS	0,05	0,04	1,250			
	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan	0,008	0,35	0,023			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0,040			
TOPLAM:				**1,836**	**0,545**	**1182,45**	**643,88**
DUVAR: Dış Havaya Açık (Kolon kiriş)	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,03	1	0,030			
	5.1.1 Donatılı	0,2	2,5	0,080			
	4.2 Çimento harcı	0,03	1,6	0,019			
	10.3.1.1.5 Polistiren - Partiküler Köpük - TS	0,05	0,04	1,250			
	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan	0,008	0,35	0,023			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0,040			
TOPLAM:				**1,549**	**0,646**	**91,20**	**58,89**
TAVAN: Çatılı Çatı	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	4.2 Çimento harcı	0,03	1,6	0,019			
	5.1.1 Donatılı	0,12	2,5	0,048			
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,12	0,04	3,000			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0,080			
TOPLAM **0,8xAxU**				**3,277**	**0,305**	**1025,88**	**250,06**
DUVAR: Dış Havaya Açık (Kolon kiriş)	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,170			
	9.1.1 Linolyum	0,03	0,17	0,176			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,036			
	5.1.1 Donatılı	0,1	2,5	0,040			
	5.1.2 Donatısız	0,15	1,65	0,091			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0,000			
TOPLAM **0,5 x A x U**				**0,513**	**1,949**	**1025,88**	**999,70**
Dış Pencere					2,4	527,84	1266,8
Dış Kapı					4	11,25	45
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =							**3.270**
∑AU = UDAD + Up.Ap+Uk.Ak+0.8 UT.AT+0.5 UtAt+UdAd+,,, ∑ AU = **3.270** Özgül ısı kaybı ; H = HT + Hv				İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; HT =∑AU + l Ul Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı Hv= 0,33 .nh.Vh= **2.329,16** W/K			
H = Hi+ Hh= 5.599,16 W/K							

Çizelge 4.6 Yalıtım malzemeleri sıralanışı ve detayları

1. İç sıva:0.03 m

(4.1 Kireç harcı, kireç-çimento harcı)

2. Duvar: 0,2 m

(7.1.2.2 TS EN 771-1 e uygun dolu veya düşük delikli tuğla)

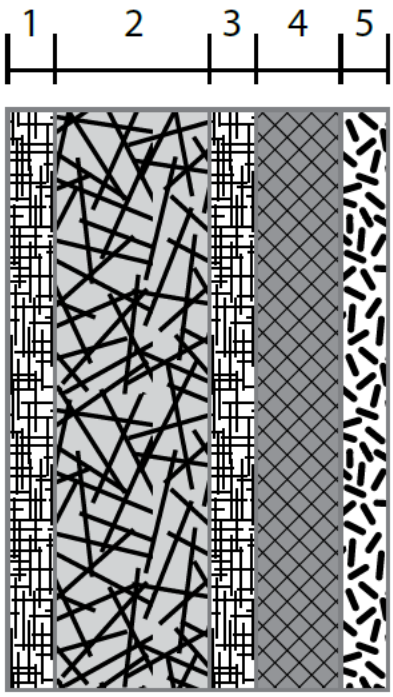
3. Dış sıva:0,03 m

(4.2 Çimento harcı)

4. Yalıtım levhası: 0,05 m

(10.3.1.1.5 Polistiren - Partiküler Köpük – TS 7316 EN 13163'e uygun ısı iletkenlik grubu)

5. Anorganik esaslı dış sıva: 0,008 m



Çizelge 4.7 Yalıtımlıdurum için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H=H_T+H_V$ (W/K)	$\theta_i-\theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i-\theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T=\phi_i+\phi_s$ (W)	γ (-)	η_{Ay} (-)	Q_{Ay} (kj)
OCAK	5.599,16	17,1	95.746	17.645	12.335	29.980	0,31	0,96	173.572.596
ŞUBAT		15,6	87.347		15.282	32.927	0,38	0,93	147.030.412
MART		12,7	71.109		17.708	35.353	0,50	0,86	105.508.998
NİSAN		7,2	40.314		19.921	37.566	0,93	0,66	40.228.493
MAYIS		2,0	11.198		22.039	39.684	3,54	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		22.985	40.630	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		22.452	40.097	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		21.333	38.978	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,1	560		18.601	36.246	64,73	0,00	0
EKİM		5,9	33.035		15.429	33.074	1,00	0,63	31.618.108
KASIM		11,5	64.390		11.829	29.474	0,46	0,89	98.906.417
ARALIK		16,2	90.706		10.815	28.460	0,31	0,96	164.293.122

$Q_{ay} = [H(\theta_i-\theta_e)- \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})].t(J)]$ 1 kJ=0,278.10 KWh^{-3}

$Q_{yıl} = \sum Q_{ay}$= 761.158.636

Toplam ısı kaybı $Q_{yıl}$ = 0,278x10^{-3} x 761.158.636 (kj)= 211.602kWh

İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay}$<= 5. An (W)

Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay}= \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times l_{i,ay} \times A_i$
Kazanç kayıp oranı $KKOay = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})/ H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$
Kazanç kullanım faktörü $\eta_{Ay} = 1- e^{(-1/KKOay)}$

A_{toplam}= 3.864,5 m^2
$V_{brüt}$= 11028,21 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi
$Q = Q_{yıl/VBrüt}$19,19kWh/m^3 $A_n = 0,32 \times V_{Brüt}$ = 3.529,03 m^2

$A_{toplam} / V_{brüt}$ = 0,35 oranı 2. bölge için alınan Q' = 22,4 x A/ V +7,8 formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 15,65kWh/m^3 bulunur.

Q > Q' (19,19>15,65) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin üstündedir.

Çizelge 4.8 Yalıtımlı durum için yıllık ısı ihtiyacı

	İzin Verilen Maksimum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	**Hesaplanan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı**
A_{Top} 3864,5 m^2 $V_{brüt}$ 11028,21 m^2 A/V 0,35 m^2 A_n 3529,0272 m^2	Q^i = 17564 kWh/m^3	Q^i = 19,19kWh/m^3
Birim alan veya birim hacim başına tüketilecek yakıt miktarı (kg,m^3) 860x$Q_{yıl}$/(Sistem verimixYakıtınkalorifik değeri)[Kcal/(kg,m^2)]= 46652,55 kg yakıt		

Yalıtımlı ve yalıtımsız binalarda gerçekleşen ısı kayıpları çizelge 4.9'da karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucu binadaki ısı kayıplarının önemli oranda fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Mevcut olan bu ısı kayıplarının yalıtım yapılması halinde ciddi oranda düşeceği gözükmektedir.

Yalıtımsız binanın ve yalıtım yapıldığı düşünülen binanın inceleme ve hesaplamaları sonucunda gerçekleşen ısı kayıpları Çizelge 4.8'degösterilmektedir.

Çizelge 4.9 Yalıtımlı ve yalıtımsız binada gerçekleşen ısı kayıpları

Yapı bileşeni	**Yalıtımsız bina ısı kaybı AxU (W/K)**	**Yalıtımlı bina ısı kaybı AxU (W/K)**
Dış duvar	2098,11	643,88
Dış duvar (kolon-kiriş)	305,27	58,89
Çatı	2965,51	250,46

Bir yılda gerçekleşen ısı kayıplarını incelediğimizde (Çizelge 4.8); yalıtımsız binada bir yılda 471.064 kWh ısı kaybı varken yalıtım yapıldığında bu kayıplar 211.602 kWh'e kadar düşmektedir. Isı kayıplarındaki bu düşüş binamızda daha az yakıtla daha fazla ısıl konfor sağlanabileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.10 Hesaplama yapılan binadaki yıllık ısıtma ihtiyaçları

	Toplam Isı Kaybı ($Q_{yıl}$) (kWh)	Birim Başına Düşen Yıllık Isıtma İhtiyacı ($Q = Q_{yıl/VBrüt}$) (kWh/m^3)
Yalıtımsız Bina	471.064	42,72
Yalıtımlı Bina	211.602	19,19

Çizelge 4.11Yıllık ısı ihtiyacının ve tükenebilecek yakıt miktarının karşılaştırılması

Bina Durumu	Hesaplanan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı (Q^l)	Tükenebilecek Yakıt Miktarı
Yalıtımsız turum	42,71 kWh/m^3	103857,04 Kg
Yalıtımlı durum	19,19 kWh/m^3	46652,55 Kg

Çizelge 4.11'deki değerlere göre binada, TS 825 binalarda ısı yalıtım kurallarına uyularak yalıtım yapılması durumunda ısıtma amaçlı enerji tüketiminde ve yakıt tüketiminde %55,08'lik bir azalma sağlanmaktadır. Buda demektir ki kömür sarfiyatımızda 57204,49 kg azalma olacaktır. Diğer bir deyişle ısıtma maliyetinde %55,08'lik net bir kazanç durumu söz konusudur.

4.2Isı Yalıtım Uygulamasının Maliyeti

Binada gerçekleştirilecek olan ısı yalıtım uygulamasının maliyeti 5 cm EPS($16kg/m^3$) ve 5 cm XPS (30 kg/m^3)olmak üzere iki farklı malzemede fiyat hesaplanmıştır. Ayrıca Bu maliyet göz önünde bulundurularak yakıt tüketimi ve yakıt tutarındaki azalma değerlendirilmiştir. Bina dış duvar alanı 1182,45 metrekare olup hesaplama yapılırken bu değer alınmıştır. Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13'de farklı yalıtım levhaları için gerekli malzeme listesi ve fiyatları verilmiştir.

Çizelge 4.12 EPS(16kg/m^3) için gerekli olan malzeme ve fiyat listesi

Mantolama Alanı = 1182,45 m^2		
Yalıtım Levhası = 5 cm EPS(16kg/m^3)		
Malzeme	Miktar	Fiyat
5 cm EPS(16kg/m^3)	237 paket	8058 TL
EPS Yapıştırma Harcı	4728 kg (190 torba)	1235 TL
EPS Sıva Harcı	5910 kg (237 torba)	1959 TL
Dekoratif Mineral Sıva	3546 kg (142 torba)	1349 TL
Sıva Filesi 160 gr	1182 m^2 (24 rulo)	1200 TL
Geniş Başlıklı Dübel	9456 adet	567 TL
PVC Fileli Köşe Profili	295,5 metre (119 adet)	119 TL
Toplam = 14187 TL + (KDV)= 16740 TL		

Çizelge 4.13 XPS (30kg/m^3) için gerekli olan malzeme ve fiyat listesi

Isı Yalıtım Alanı = 1182,45 m^2		
Yalıtım Levhası = XPS (30kg/m^3)		
Malzeme	Miktar	Fiyat
XPS (30kg/m^3)	198 paket	12870 TL
EPS Yapıştırma Harcı	4728 kg (190 torba)	1235 TL
EPS Sıva Harcı	5910 kg (237 torba)	1959 TL
Dekoratif Mineral Sıva	3546 kg (142 torba)	1349 TL
Sıva Filesi 160 gr	1182 m^2 (24 rulo)	1200 TL
Geniş Başlıklı Dübel	9456 adet	567 TL
PVC Fileli Köşe Profili	295,5 metre (119 adet)	119 TL
Toplam = 18999 TL + (KDV)=22418 TL		

Mantolama şirketleri, yapı marketler ve işi yapan ustalarla yapılan görüşmeler doğrultusunda dış cephe ısı yalıtımı için iskele + işçilik bedelinin metrekare bazında 15 TL ile 21 TL arasında olduğu saptanmıştır. Yaptığımız hesaplamalarda bu tutar ortalama bir değer olarak metrekaresi 18 TL işçilik bedeli + iskele olarak hesap edilmiştir.

Çizelge 4.14 1182,45 m^2 ısı yalıtım alanı için toplam tutar

Malzeme Grubu	Malzeme Fiyatı (KDV Dahil)	İşçilik+İskele Fiyatı	Toplam
EPS(16kg/m^3) ısı yalıtım levhası ve malzemeleri	16740 TL	21284 TL	38024 TL
XPS (30kg/m^3) ısı yalıtım levhası ve malzemeleri	22418 TL	21284 TL	43702 TL

4.3 Sağlanan Enerji ve Yakıt Tasarrufu İle Yalıtım Maliyetinin Karşılaştırılması

İnceleme ve hesaplamalar doğrultusunda 57204,49 kg yakıt tasarrufu yapılabileceği ortaya çıkmıştı. Maden kömürünün birim fiyatının 1 TON = 225 TL (KDV dahil) olduğu bilindiğine göre buradan yılda ne kadar TL tasarruf yapabileceğini bulabiliriz. Bu durumda;

57204,49 kg = 57,20449 Ton

57,20449 x 225 = 12871 TL yıllık yakıt tasarruf yapılabilir.

EPS(16kg/m^3) ve malzemeleri ile iskele ve işçilik fiyatları toplamda 38024 TL olarak hesaplanmıştı. Öyleyse incelenen binaya yalıtım yapılması durumunda;

38024 TL / 12871 TL = 2,95 yıl

İncelenen binaya yalıtım yapılması durumunda binanın kendini amorti etmesi durumunun yaklaşık olarak 3 yıl gibi kısa bir sürede gerçekleştiği görülmektedir.

BÖLÜM 5

TARTIŞMA VE SONUÇ

Edirne ve ilçelerinde tüketilen enerjinin büyük bir bölümü konutların ısıtılmasına harcanmaktadır. Bu yüzden ısı tüketimini azaltacak önlemlerin alınması büyük önem taşımaktadır. Enerji tüketiminin bu kadar yüksek olduğu binaların çoğunda ısı yalıtımına gerekli önem verilmemektedir. Binamıza ısı yalıtımı yaptığımızda sadece kendimize ekonomik katkı yapmayacağız, aynı zamanda sistem daha verimli çalışacak ve daha az yakıt yakacaktır. Yalıtım sayesinde duvar içindeki malzemeleri korozyondan koruyabilir ve iç yüzeylerindeki küflenmelere ve kabarmalara engel olabiliriz. Yaşanan mahallerde bölgesel sıcak-soğuk farkları oluşmayacağından hastalanma riskimiz azalacaktır. Isı yalıtımı, yaz aylarında, yaşadığımız mekanın aşırı ısınmasına engel olacağından serinlemek için yaptığımız elektrik harcamaları da önemli ölçüde azalacaktır.

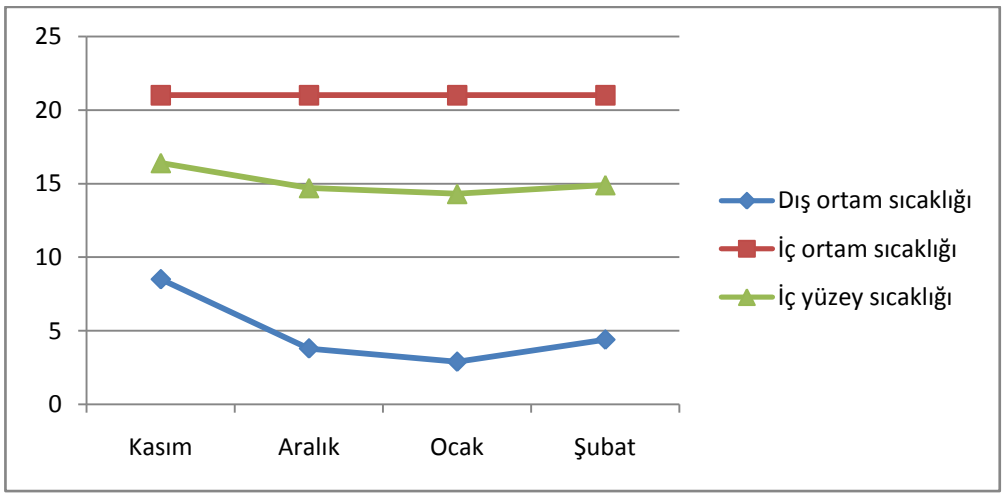
Trakya Üniversitesi Keşan Meslek Yüksekokulu ısıtma amaçlı her yıl yaklaşık 100 ton (1 bina için) kömür tüketmekte ve bütçenin büyük bir bölümünü ısınmaya harcamaktadır.

Yapılan incelemelere göre yüksek yakıt tüketiminin sebebi binadaki ısı yalıtımının yetersiz oluşudur. Yüksek enerji tüketimine neden olan böyle binalar yüksek enerji tasarrufu potansiyeline de sahiptirler.

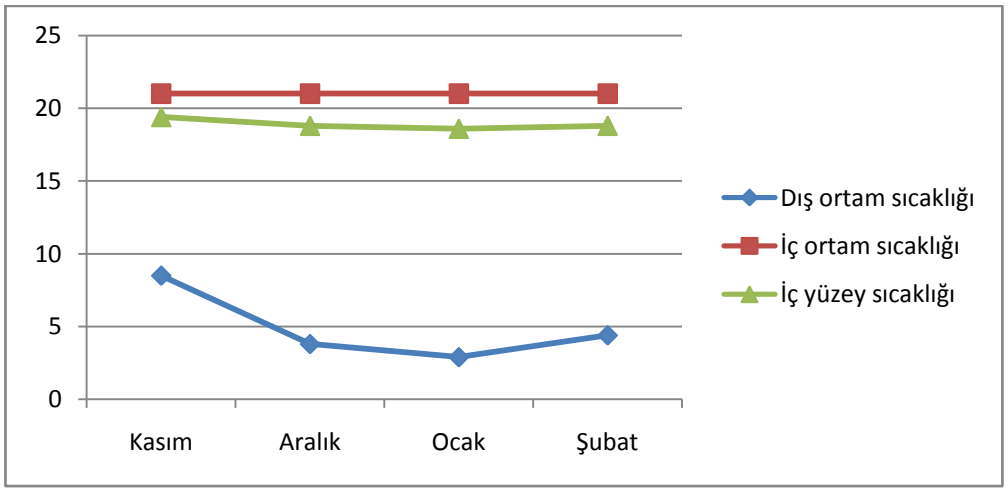
İncelemelerde görüldüğü üzere bina yalıtımsız haldeyken gerçekleşen ısı kayıpları ile yalıtım yapılması durumunda gerçekleşecek ısı kayıpları arasında ciddi oranda fark mevcuttur. Dış duvarların ve çatının yalıtımsız olduğu durumda gerçekleşen ısı kayıpları çok fazladır. Bu durum hem ısıl konforun sağlanamamasına hem de yakıt giderlerinin fazla olmasına neden olmaktadır. Dış duvarlara ve çatıya yalıtım yapılması durumunda yüksek oranda enerji tasarrufu sağlanacak buda doğrudan harcanan yakıta etki edecektir.

Yalıtımsız bir bina ile binaya yalıtım yapılması durumu incelendiğinde ısı kayıplarının ve birim hacim başına düşen yıllık ısıtma ihtiyacının yalıtım yapılması durumunda yarı yarıya azaldığı ve bu durum yakıt sarfiyatın da önemli ölçüde tasarruf sağlanabileceğini göstermiştir.

Şekil 5.1 ve Şekil 5.2'de binanın dış ortam veiç duvaryüzey sıcaklıkları gösterilmektedir.Yalıtımsız binanın aylara göre iç duvar yüzey sıcaklıkları incelendiğinde; Kasım ayında: 16,4 °C, Aralık ayında: 14,7 °C, Ocak ayında: 14,3 °C, Şubat ayında: 14,9 °C olduğu görülmüştür. Dış ortam sıcaklığı değişmekle birlikte, iç ortam sıcaklığı bütün durumlarda 21 °C olarak belirlenmiştir.



Şekil 5.1 Yalıtımsız binanın aylık ortalama dış ortam ve iç duvar yüzey sıcaklıkları



Şekil 5.2 Yalıtımlı binanın aylık ortalama dış ortam ve iç duvar yüzey sıcaklıkları

Yalıtım yapılması durumunda aynı dış ortam ve iç ortam sıcaklığında iç duvar yüzey sıcaklıklarıKasım ayında: 19,4 °C, Aralık ayında: 18,8 °C, Ocak ayında: 18,6 °C, Şubat ayında: 18,8 °C olduğu görülmüştür. Bu durumda; binaya yalıtım yapıldıktan sonra iç duvar yüzey sıcaklıklarında yaklaşık olarak 4°C'liksıcaklık artışı gözlenmektedir ve bu artış ısıl konforu yakalamamızda büyük etken olmaktadır.

Bu çalışmada yıllık ısı ihtiyacının ve tüketilebilecek yakıt miktarının karşılaştırılması incelenmiştir. Sonuçlar yalıtım yapılmasının % 55'lik bir tasarruf sağlanabileceğini göstermiştir. Yalıtım yapılması durumunda37.000 TL ile 43.000 TL arasında bir maliyet karşımıza çıkmaktadır. Fakat yakıt giderlerinden yapacağımız yaklaşık %55'lik tasarruf bize yalıtım için harcadığımız parayı 3 yıl gibi kısa bir sürede geri kazanmamızı sağlayacaktır.Binamızın bulunduğu bölgeye doğalgaz gelme durumu gündemdedir. Aynı hesaplamaları doğalgaz için yaparsak karşımıza ciddi farklar çıkmaktadır.

Binamızın yalıtımsız hali gerekli hesaplamalar yapıldığında yılda 57879,85 m^3 doğalgaz harcamaktadır. Doğalgazın metreküp fiyatının 1,0021 TL olduğu günümüzde yıllık yakıt harcamamız 57879,85 TL olacaktır. Binamıza yalıtım yapıldığında bu rakam 25992,74 m^3'e inecek ve yakıt harcamalarımız için ayırmamız gereken bütçede 25992,74 TL'ye düşecektir. Hesaplamalar yalıtım yapıldığında ve doğalgaz kullanıldığında 31887,11 TL yakıt tasarrufu yapılabileceğini göstermektedir.

Binaya yalıtım yaptığımızda yaklaşık olarak 40000 TL'lik bir maliyet karşımıza çıkmaktaydı. Binamızda doğalgaz kullandığımızda yaklaşık olarak bir yıl üç ay gibi kısa bir sürede kendini amorti ettiği görülmektedir.

KAYNAKÇA

1. Selim Çetinkaya, Termodinamik, Nobel Yayın, Ankara, Şubat 2011
2. Şükran Dilmaç, "Yapıların Korunumu ve Yalıtımı Ders Notları", Dersnotları yayınlanmamıştır.
3. M.S. Homoud, "Performancecharacteristicsandpracticalapplications of commonbuildingthermalinsulationmaterials", BuildingandEnvironment, 2005
4. "Yalıtım" Yapı ve Yalıtım Teknolojileri Dergisi Mayıs-Haziran, 2006
5. Y. A. Çengel, Michael, A. Boles, Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik, McGrawHill - Literatür Yayıncılık, İstanbul, 1999.
6. A. Hepbaşlı, "Endüstriyel işletmelerde ekserji yönetim sisteminin kurulması gerekli mi?", Termodinamik Dergisi, Sayı:190, 2008.
7. I. Dinçer, "The role of exergy in energypolicymaking", EnergyPolicy, vol. 30, pp.137-149, 2002
8. Y.A. Çengel, M. A. Boles, Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik. Çeviren Derbentli, ,McGrawHill – Literatür, İstanbul, 1996.
9. Z. Rant,"Exergyandenergy". Wiss. Z. Tech. Univ. Dresden. Vol. 13(4), pp. 1145–1149, 1964.
10. J.E. Ahem, TheExergyMethod of EnergySystem. John WilleyandSons, Inc. Toronto, 1980.
11. Isı, Su, Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği, www.izoder.org
12. K. Ülgen, Yapılarda Enerji Verimliliği ve Yönetimi Semineri, İYEM, Gebze, 2005,
13. A.Bolattürk, "Determination of optimum insulationthicknessforbuildingwallswithrespecttovariousfuelsandclimatezones in Turkey", AppliedThermalEngineering, 2006
14. T. Ueno, F. Sano, O .Saeki, K Tsuji., "Effectiveness of an energy-consumptioninformationsystem on energysavings in residentialhousesbased on monitored data", AppliedEnergy,2006
15. Trakya Üniversitesi web sitesi, www.trakya.edu.tr

16. İZODER Teknik Yayınları: “Türkiye’de Yalıtım Gerçeği”–2006
17. K. Pıhtılı, “Soğutma Tekniğinde En Ekonomik Yalıtım Kalınlığı”, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, Cilt 11, Sayı 3, 31-37, 1988

EKLER

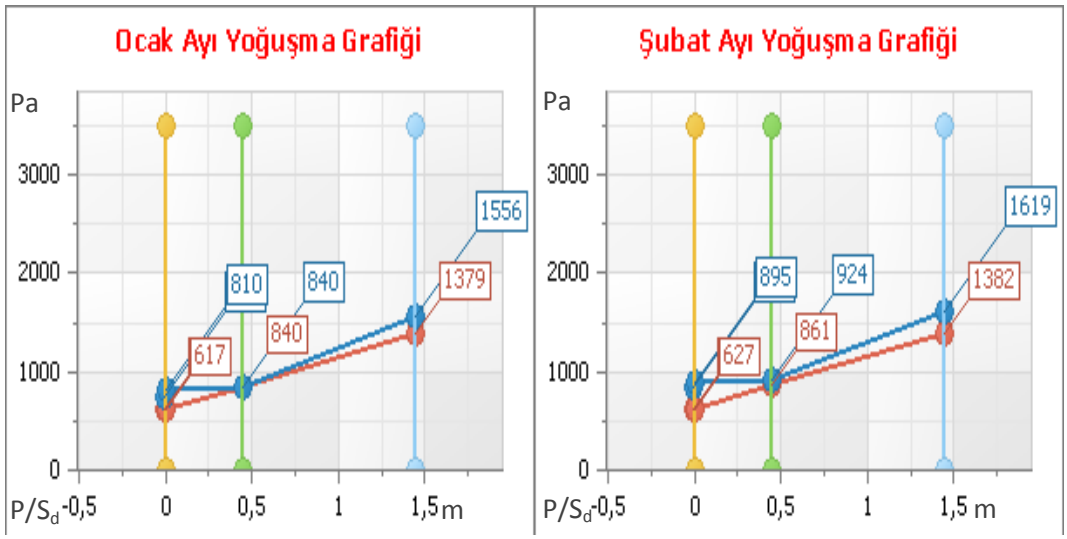
Çizelge A1 Yalıtımsız dış duvar bileşeninin termofiziksel özellikleri

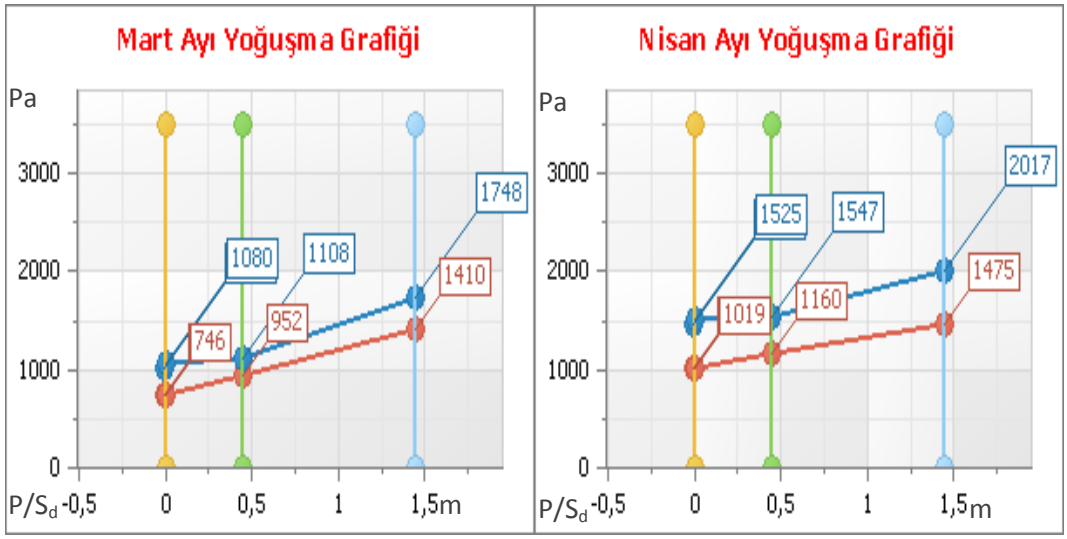
Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) (Sd_t)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (Λ_h)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci (R)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci (Kümülatif) (R_T)
-	-	m	-	m	m	W/(mK)	m^2K/W	m^2K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısıl iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.2 Çimento harcı	0,03	15	0,45	0,45	1,6	0,019	0,059
2	7.1.2.2 TS EN 771-1 e uygun dolu veya düşey delikli tuğla duvar	0,2	5	1	1,45	0,58	0,345	0,404
3	4.1 Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	15	0,45	1,9	1	0,03	0,434
-	İç yüzeyin yüzeysel ısıl iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	0,684
				Sd_T	1,9		1/U:	0,684

Çizelge A2 Yalıtımsız dış duvar bileşeninin basınç ve sıcaklık dağılımı

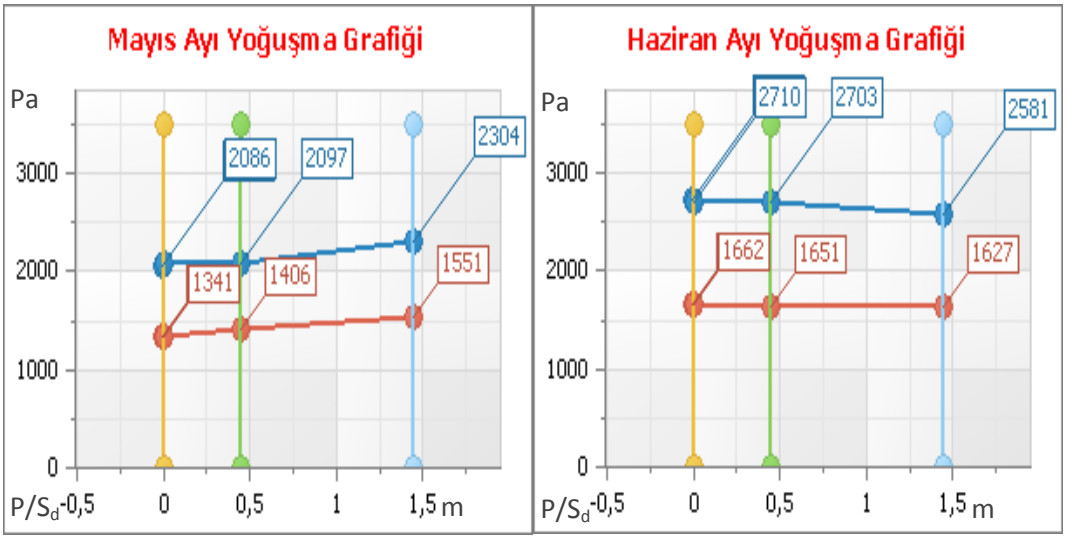
	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat	
	Sıcaklık Dağılımı (^0C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (^0C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (^0C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (^0C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836
Dış Yüzey	9,2	1165	4,8	860	3,9	810	5,3	895
1.Yüzey	9,5	1193	5,2	889	4,4	840	5,8	924
2. Yüzey	15,8	1804	13,9	1593	13,5	1556	14,2	1619
İç Yüzey	16,4	1868	14,7	1673	14,3	1638	14,9	1697
İç ortam	21	2486	21	2486	21	2486	21	2486

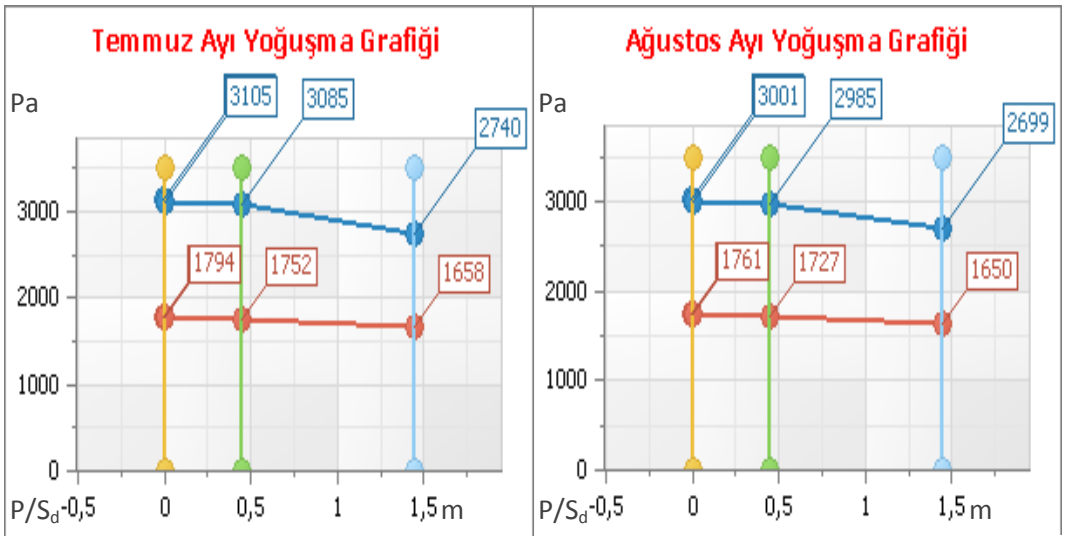
Çizelge A3 Yalıtımsız dış duvar bileşeninin yoğuşma grafiği



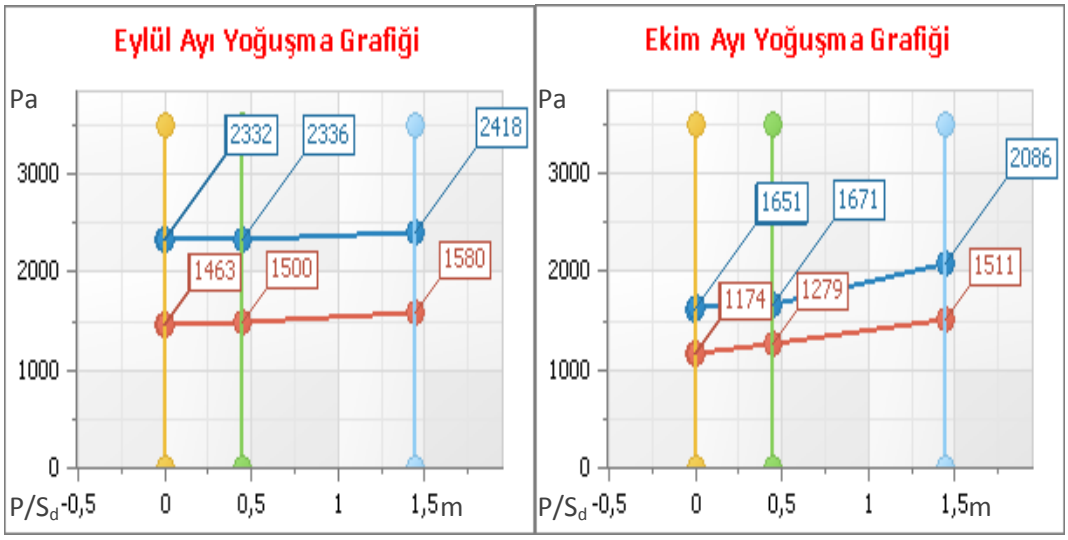


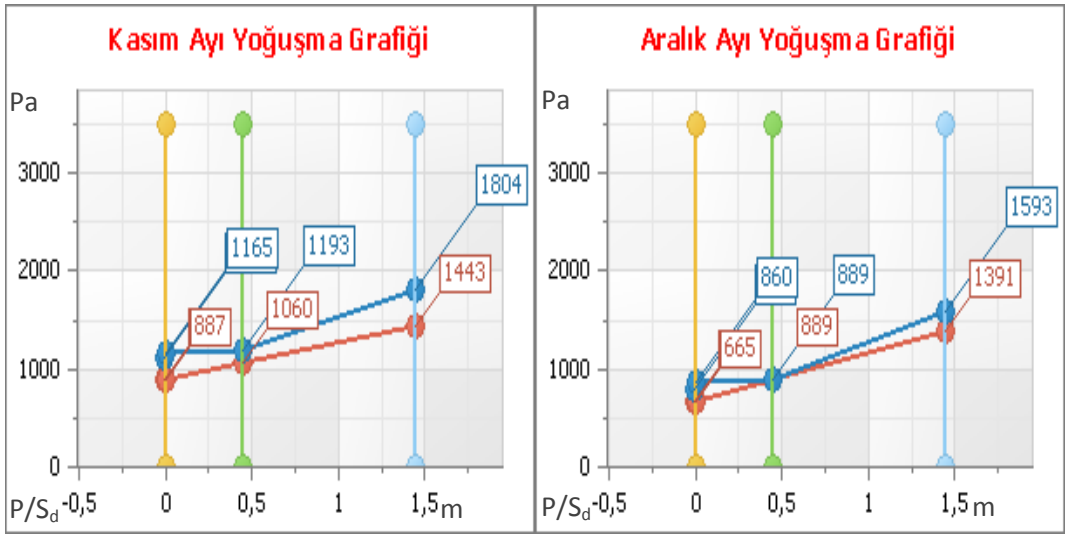
Çizelge A3 Yalıtımsız dış duvar bileşeninin yoğuşma grafiği (devamı)





Çizelge A3 Yalıtımsız dış duvar bileşeninin yoğuşma grafiği (devamı)





"İç yüzey sıcaklığı ile kabul edilen iç ortam sıcaklığı arasındaki fark 3 °C'den fazla olamaz" şartını sağlamamaktadır.

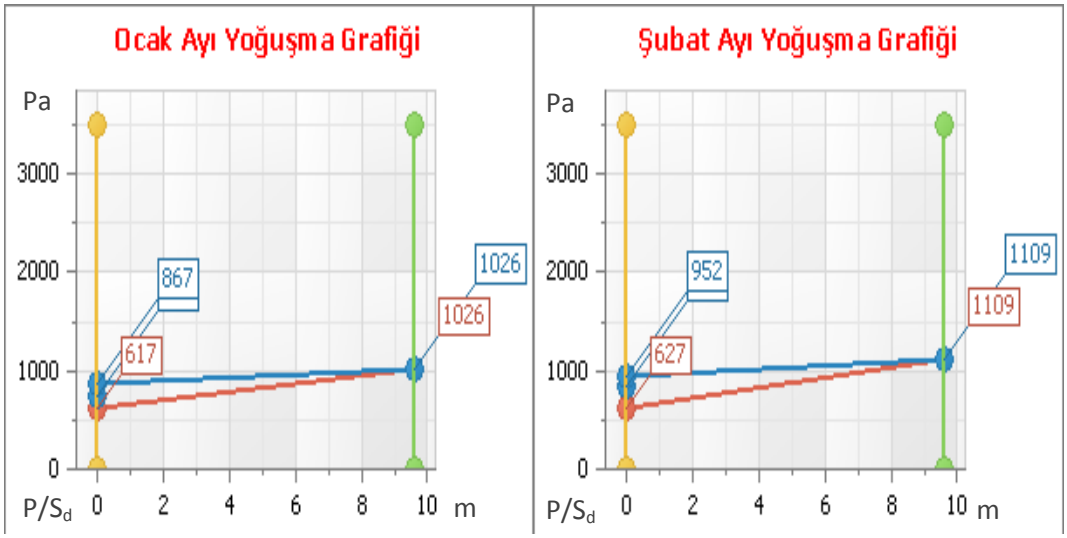
Çizelge A4 Yalıtımsız çatı bileşeninin termofiziksel özellikleri

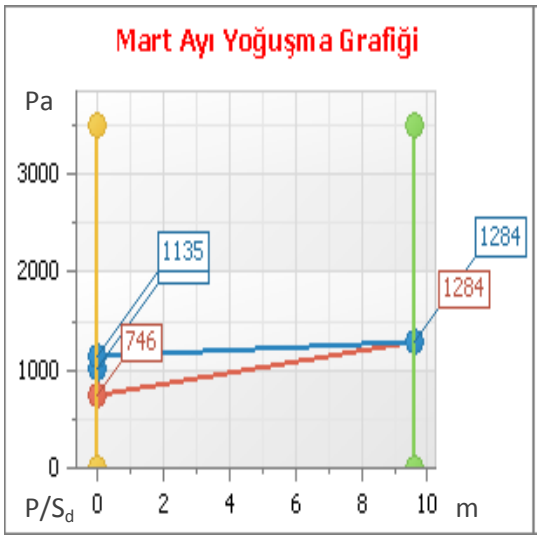
Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) (Sd_t)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (Λ_h)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci (R)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci (Kümülatif) (R_T)
-	-	m	-	m	m	W/(mK)	m^2K/W	m^2K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısıl iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	5.1.1 Donatılı	0,12	80	9,6	9,6	2,5	0,048	0,088
2	4.2 Çimento harcı	0,03	15	0,45	10,05	1,6	0,019	0,107
-	İç yüzeyin yüzeysel ısıl iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	0,684
				Sd_T	9,6		1/U:	0,357

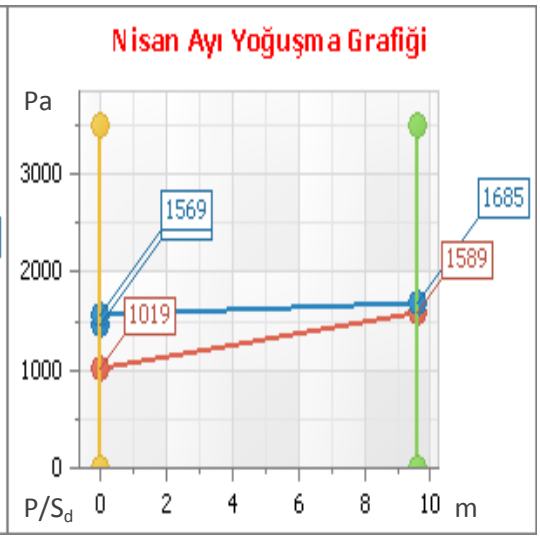
Çizelge A5 Yalıtımsız çatı bileşeninin basınç ve sıcaklık dağılımı

	Ekim		Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart		Nisan	
	Sıc. Dağ. (^{0}C)	Bas. Dağ (Pa)	Sıc. Dağ. (^{0}C)	Bas. Dağ (Pa)	Sıc. Dağ. (^{0}C)	Bas. Dağ (Pa)	Sıc. Dağ. (^{0}C)	Bas. Dağ (Pa)	Sıc. Dağ. (^{0}C)	Bas. Dağ (Pa)	Sıc. Dağ. (^{0}C)	Bas. Dağ (Pa)	Sıc. Dağ. (^{0}C)	Bas. Dağ (Pa)
Dış ortam	14,1	1608	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022	12,8	1477
Dış Yüzey	14,8	1691	9,9	1219	5,7	917	4,9	867	6,2	952	8,8	1135	13,7	1569
1.Yüzey	15,8	1794	11,5	1364	8,0	1075	7,3	1026	8,4	1109	10,6	1284	14,8	1685
İç Yüzey	16,1	1837	12,2	1425	8,9	1144	8,3	1096	9,3	1177	11,4	1348	15,2	1733
İç ortam	21	2486	21	2486	21	2486	21	2486	21	2486	21	2486	21	2486

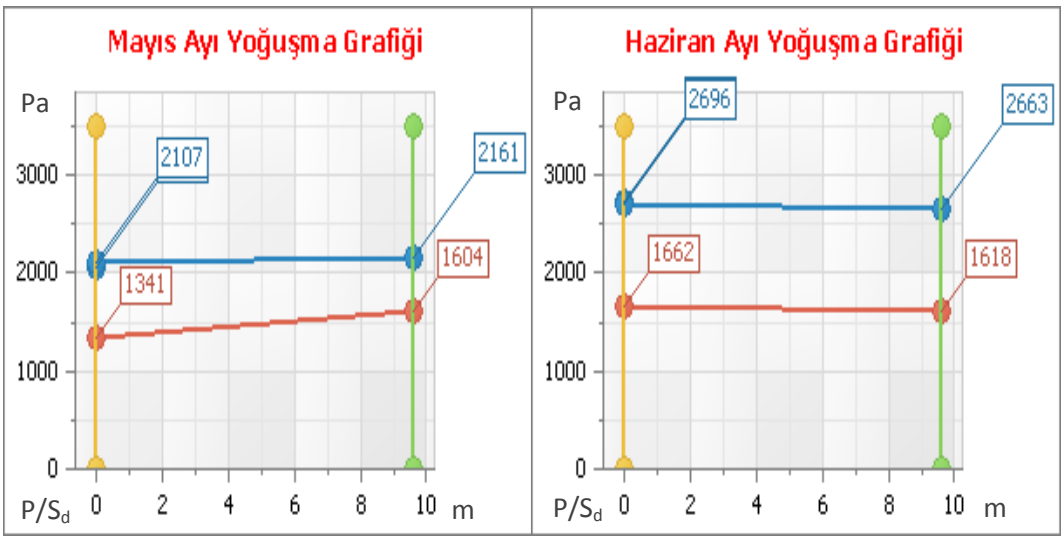
Çizelge A6 Yalıtımsız çatı bileşeninin yoğuşma grafiği

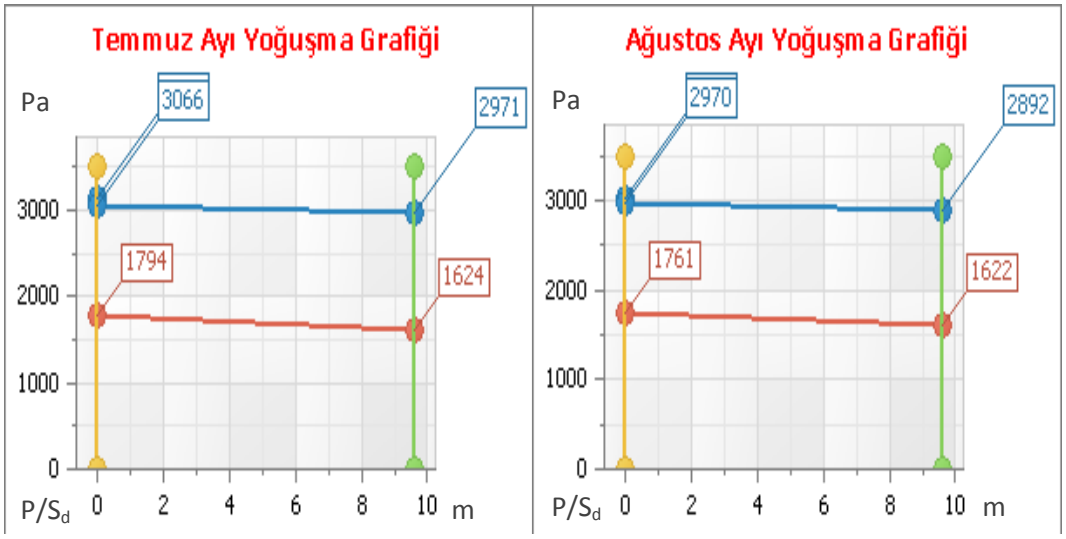




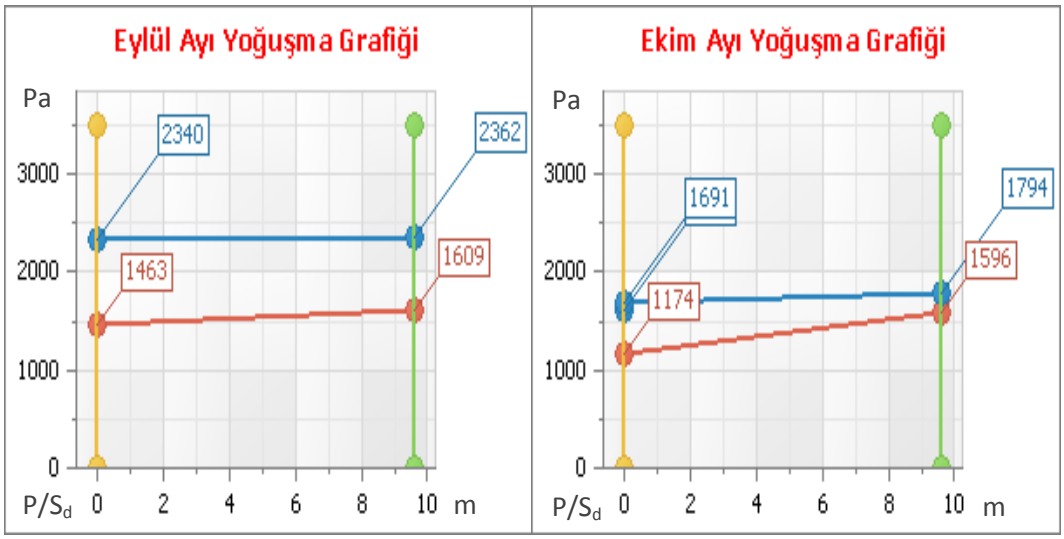


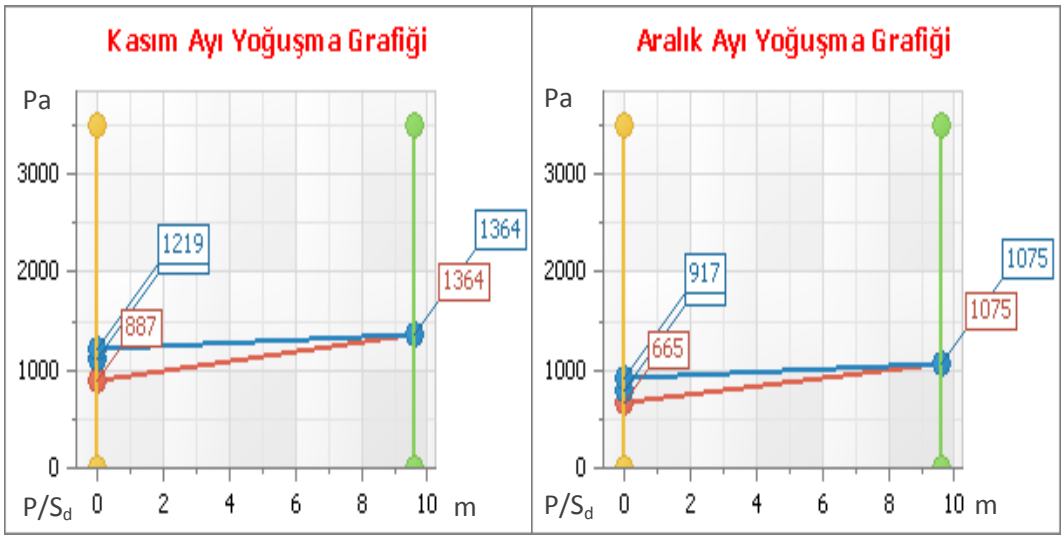
Çizelge A6 Yalıtımsız çatı bileşeninin yoğuşma grafiği (devamı)





Çizelge A6 Yalıtımsız çatı bileşeninin yoğuşma grafiği (devamı)





"İç yüzey sıcaklığı ile kabul edilen iç ortam sıcaklığı arasındaki fark 3 °C'den fazla olamaz" şartını sağlamamaktadır.

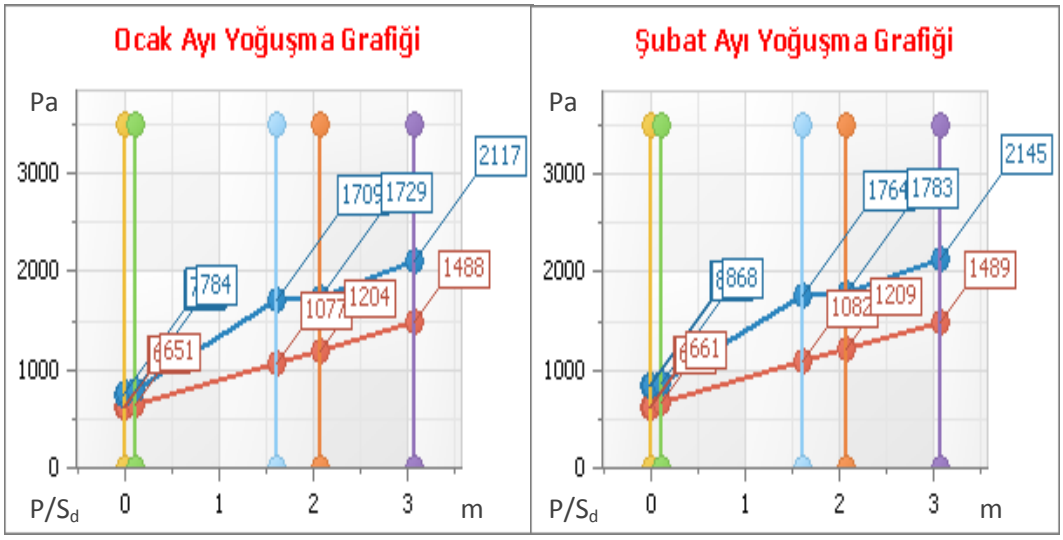
Çizelge B1 Yalıtımlı dış duvar bileşeninin termofiziksel özellikleri

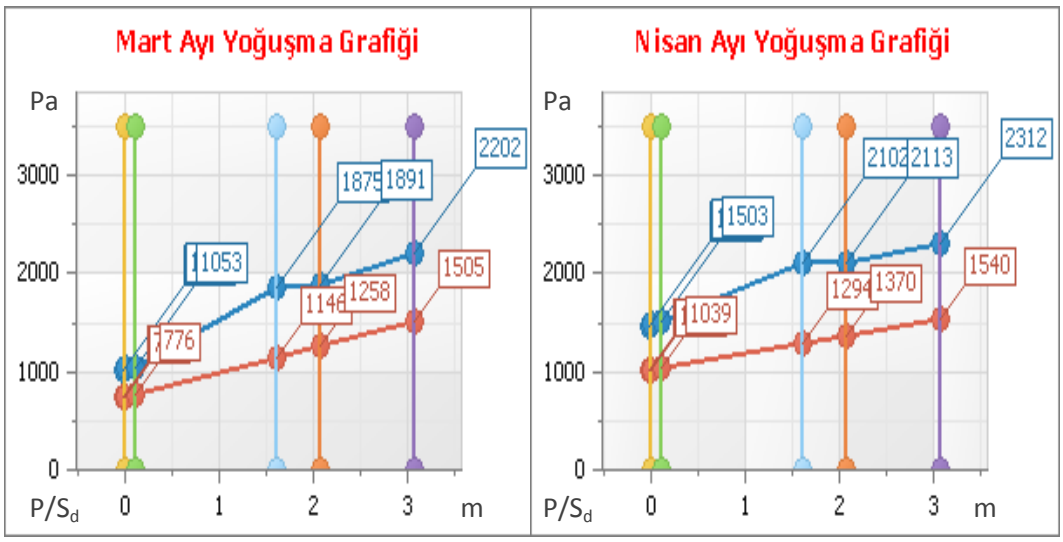
Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) (Sd_t)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (Λ_h)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci (R)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci (Kümülatif) (R_T)
-	-	m	-	m	m	W/(mK)	m^2K/W	m^2K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısıl iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,008	15	0,12	0,12	0,35	0,023	0,063
2	10.3.1.1.5 Polistiren-partiküler köpük- TS 7316 EN13163 e uygun ısı iletkenlik grupları 0,4	0,05	30	1,5	1,62	0,04	1,25	1,313
3	4.2 Çimento harcı	0,03	15	0,45	2,07	1,6	0,019	1,332
4	7.1.2.2 TS EN 771-1 e uygun dolu veya düşey delikli tuğla duvar	0,2	5	1	3,07	0,58	0,345	1,677
5	4.1 Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	15	0,45	3,52	1	0,03	1,707
-	İç yüzeyin yüzeysel ısıl iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	1,957
				Sd_T	3,52		1/U:	1,957

Çizelge B2 Yalıtımlı dış duvar bileşeninin basınç ve sıcaklık dağılımı

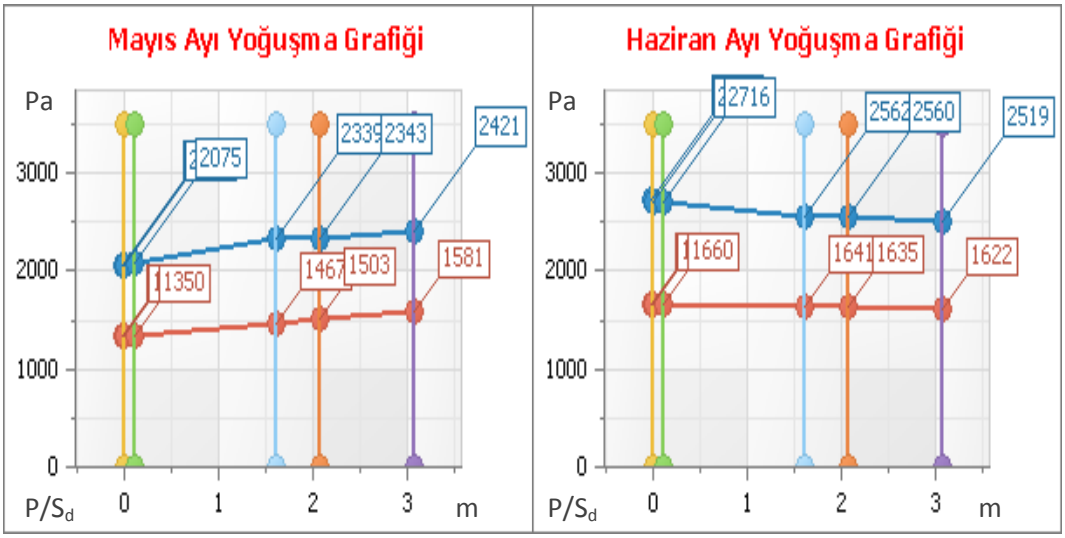
	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart		Nisan	
	Sıc. Dağ. (^{0}C)	Bas. Dağ (Pa)	Sıc. Dağ. (^{0}C)	Bas. Dağ (Pa)	Sıc. Dağ. (^{0}C)	Bas. Dağ (Pa)	Sıc. Dağ. (^{0}C)	Bas. Dağ (Pa)	Sıc. Dağ. (^{0}C)	Bas. Dağ (Pa)	Sıc. Dağ. (^{0}C)	Bas. Dağ (Pa)
Dış ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022	12,8	1477
Dış Yüzey	8,7	1129	4,1	822	3,2	772	4,7	856	7,5	1042	12,9	1494
1.Yüzey	8,9	1140	4,3	833	3,4	794	4,9	868	7,7	1053	13,0	1503
2. Yüzey	16,8	1923	15,3	1742	15,0	1709	15,5	1764	16,4	1875	18,3	2102
3. Yüzey	17,0	1938	15,5	1761	15,2	1729	15,6	1783	16,6	1891	18,3	2113
4. Yüzey	19,2	2225	18,5	2134	18,4	2117	18,6	2145	19,0	2202	19,8	2312
İç Yüzey	19,4	2252	18,8	2169	18,6	2154	18,8	2180	19,2	2231	19,9	2330
İç ortam	21	2486	21	2486	21	2486	21	2486	21	2486	21	2486

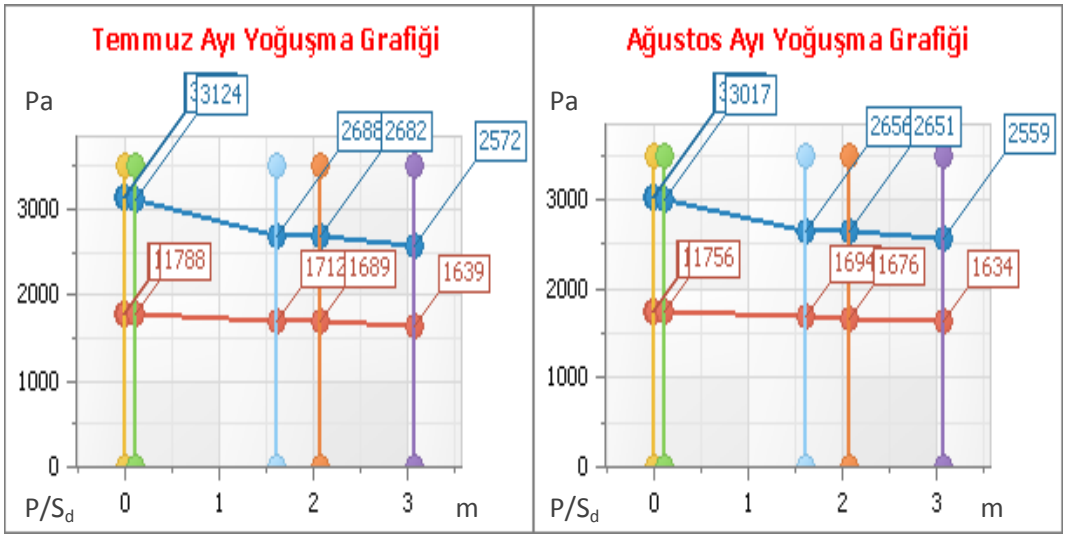
Çizelge B3 Yalıtımlı dış duvar bileşeninin yoğuşma grafiği



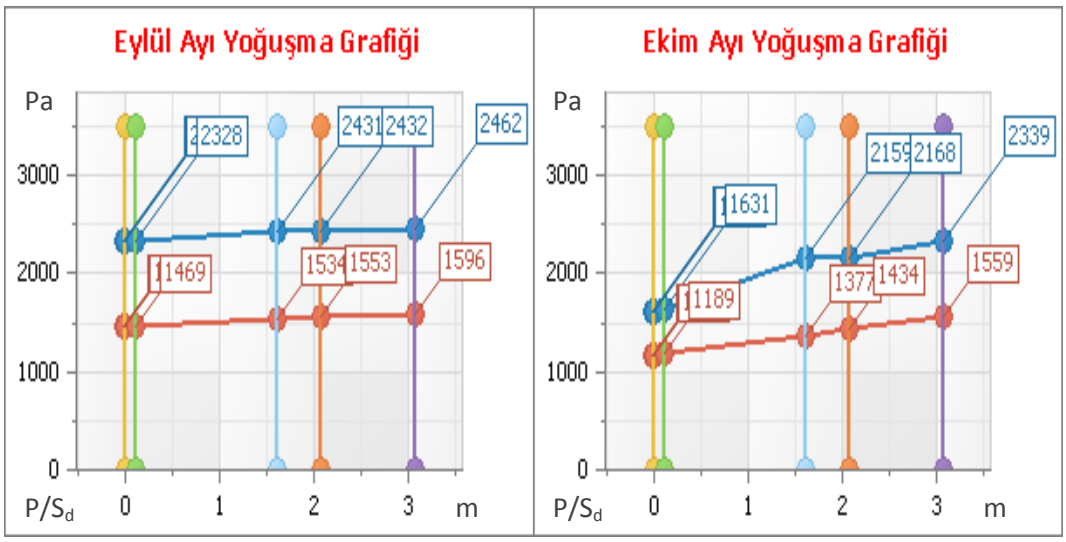


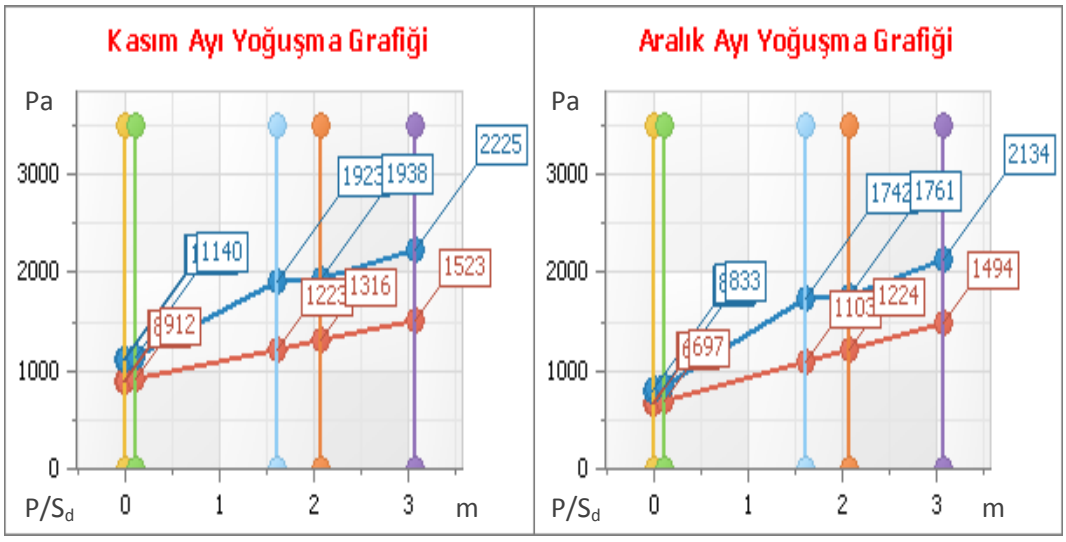
Çizelge B3 Yalıtımlı dış duvar bileşeninin yoğuşma grafiği (devamı)





Çizelge B3 Yalıtımlı dış duvar bileşeninin yoğuşma grafiği (devamı)





Yapı Bileşeninde yoğuşma meydana gelmemiştir. Standarda uygundur.

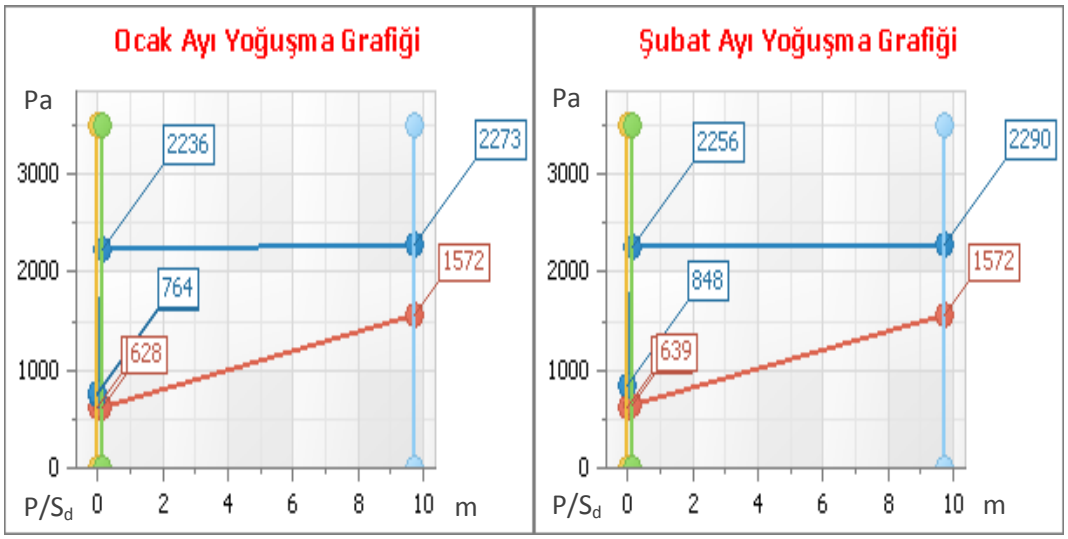
Çizelge B4 Yalıtımlı çatı bileşeninin termofiziksel özellikleri

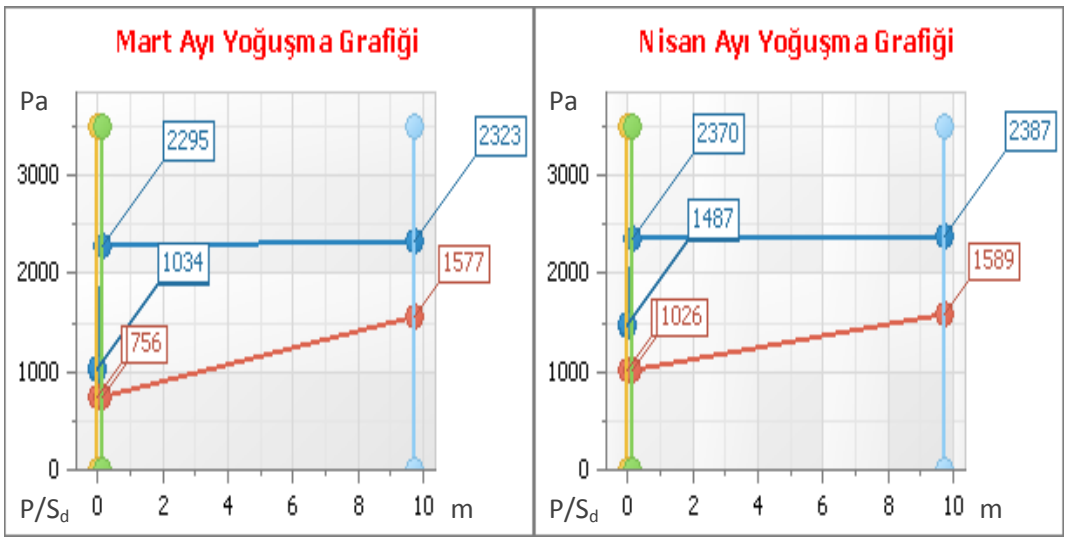
Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) (Sd_t)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (Λ_h)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci (R)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci (Kümülatif) (R_T)
-	-	m	-	m	m	W/(mK)	m^2K/W	m^2K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısıl iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (taş yünü, cam yünü) TS 901 EN 13162 10 a uygun ısıl iletkenlik	0,12	1	0,12	0,12	0,04	3	3,04
2	5.1.1 Donatılı	0,12	80	9,6	9,72	2,5	0,048	3,088
3	4.2 Çimento harcı	0,03	15	0,45	10,17	1,6	0,019	3,107
-	İç yüzeyin yüzeysel ısıl iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	3,357
				Sd_T	9,72		1/U:	3,357

Çizelge B5 Yalıtımlı Çatı bileşeninin basınç ve sıcaklık dağılımı

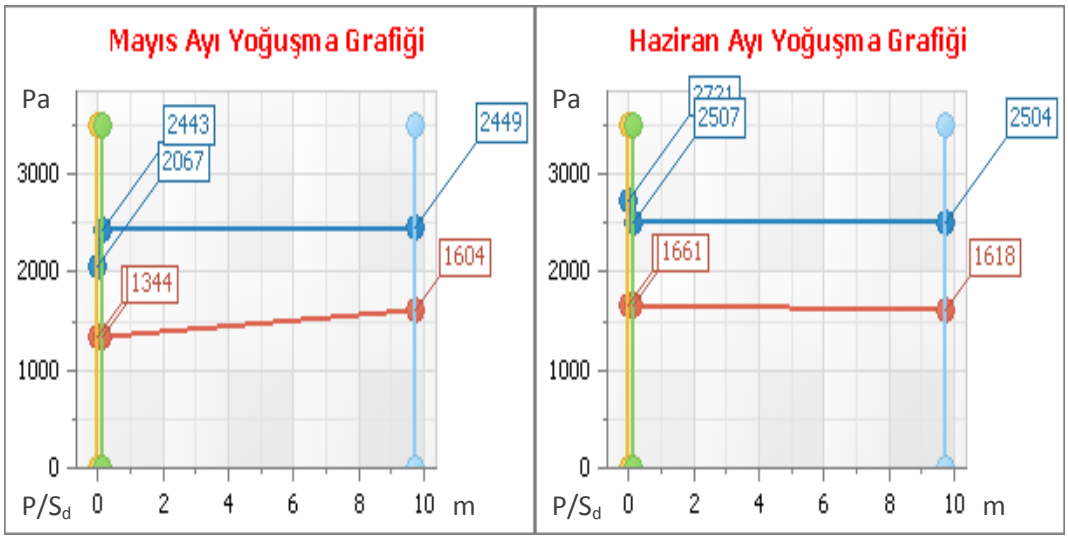
	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart		Nisan	
	Sıc. Dağ. (^{0}C)	Bas. Dağ (Pa)	Sıc. Dağ. (^{0}C)	Bas. Dağ (Pa)	Sıc. Dağ. (^{0}C)	Bas. Dağ (Pa)	Sıc. Dağ. (^{0}C)	Bas. Dağ (Pa)	Sıc. Dağ. (^{0}C)	Bas. Dağ (Pa)	Sıc. Dağ. (^{0}C)	Bas. Dağ (Pa)
Dış ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022	12,8	1477
Dış Yüzey	8,6	1121	4,0	813	3,1	764	4,5	848	7,4	1034	12,8	1487
1.Yüzey	19,8	2311	19,3	2248	19,2	2236	19,4	2256	19,7	2295	20,2	2370
2. Yüzey	19,9	2337	19,6	2283	19,5	2273	19,6	2290	19,9	2323	20,3	2394
İç Yüzey	20,0	2347	19,7	2297	19,6	2287	19,7	2303	19,9	2334	20,3	2394
İç ortam	21	2486	21	2486	21	2486	21	2486	21	2486	21	2486

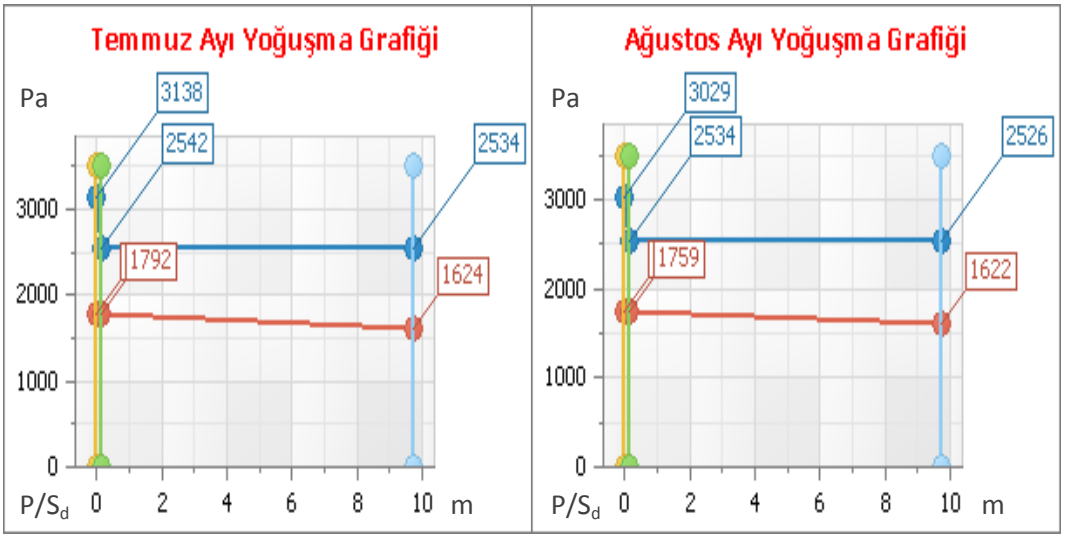
Çizelge B6 Yalıtımlı çatı bileşeninin yoğuşma grafiği



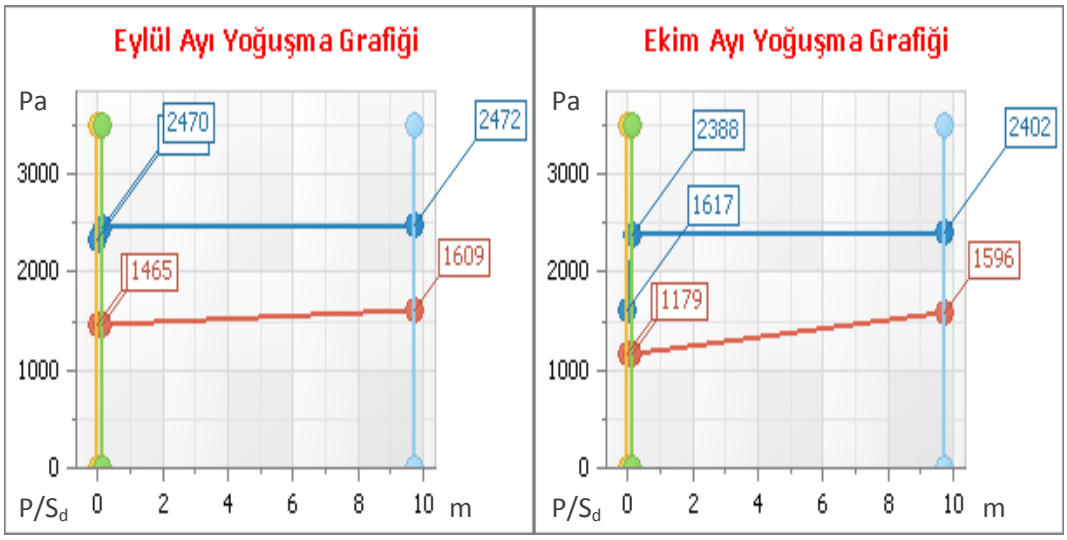


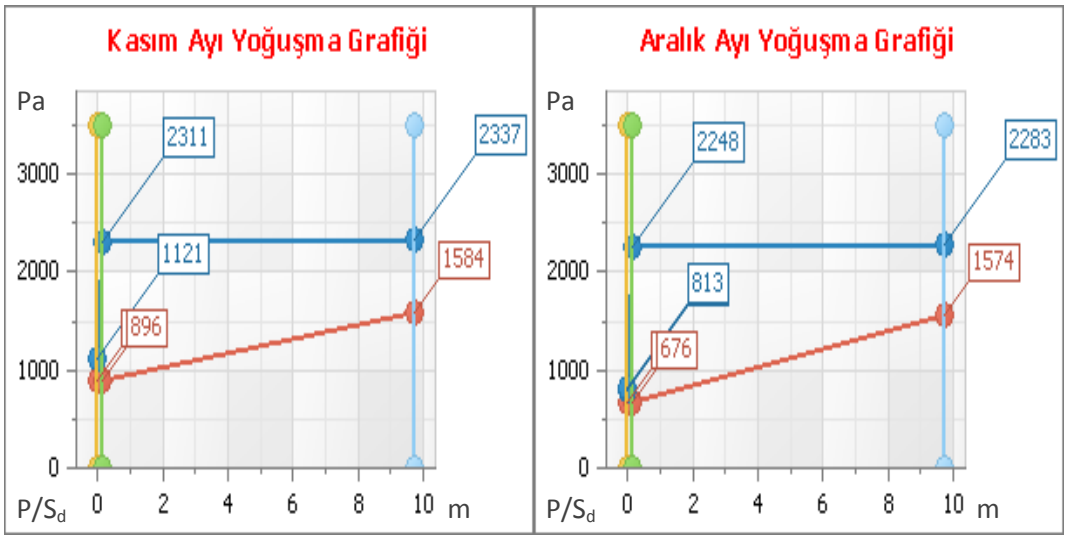
Çizelge B6 Yalıtımlı çatı bileşeninin yoğuşma grafiği (devamı)





Çizelge B6 Yalıtımlı çatı bileşeninin yoğuşma grafiği (devamı)





Yapı Bileşeninde yoğuşma meydana gelmemiştir. Standarda uygundur.

ÖZGEÇMİŞ

Murat GENÇER, 1985 yılında Keşan/Edirne'de doğdu. İlk ve ortaokul eğitimini Keşan'da tamamladı. Lise eğitimini Gelibolu/Çanakkale'de Armatör Yakup Aksoy Denizcilik Anadolu Meslek Lisesi – Gemi Makineleri bölümünde tamamladı. 2010 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Resmi ve Konstrüksiyon Öğretmenliği bölümünden mezun oldu.

Askerlik görevini Ankara'da kısa dönem olarak yaptı ve 09/2010'da terhis oldu. 2011 yılı bahar döneminde Trakya Üniversitesi Keşan Meslek Yüksekokulu'nda öğretim elemanı olarak çalışmaya başladı. 2012 yılı bahar döneminde Keşan Halk Eğitim Merkezi'nde ücretli usta öğreticiliğe başladı. Halen Keşan Meslek Yüksekokulu ve Keşan Halk Eğitim Merkezi'nde görev almaya devam etmektedir.