



**BETONARME YAPILARDA RİJİT BETON İÇİN  
ALTERNATİF YALITIM ŞEKİLLER**

**Erdal BAYSU**

**2020  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı  
Dr. Öğr. Üyesi Bahadır ACAR**

**BETONARME YAPILARDA RİJİT BETON İÇİN ALTERNATİF YALITIM  
ŞEKİLLER**

**Erdal BAYSU**

**T.C.  
Karabük Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalında  
Yüksek Lisans Tezi  
Olarak Hazırlanmıştır**

**Tez Danışmanı  
Dr. Öğr. Üyesi Bahadır ACAR**

**KARABÜK  
Aralık 2020**

Erdal BAYSU tarafından hazırlanan “BETONARME YAPILARDA RİJİT BETON İÇİN ALTERNATİF YALITIM ŞEKİLLER ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Dr. Öğr. Üyesi Bahadır ACAR

.....

Tez Danışmanı, Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 10.12.2020

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Mehmet ÖZKAYMAK ( KBÜ)

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Bahadır ACAR ( KBÜ)

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Engin ÖZBAŞ ( OMÜ)

.....

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Hasan SOLMAZ

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

*“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”*

Erdal BAYSU

## **ÖZET**

**Yüksek Lisans Tezi**

### **BETONARME YAPILARDA RİJİT BETON İÇİNE ALTERNATİF YALITIM ŞEKİLLERİ**

**Erdal BAYSU**

**Karabük Üniversitesi**

**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü**

**Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı:**

**Dr. Öğr. Üyesi Bahadır ACAR**

**Aralık 2020, 75 sayfa**

Bu tez çalışmasının amacı; yalıtım uygulamalarındaki iş gücü ile malzeme maliyetini düşürmek, ve zaman tasarrufu sağlamaktır. Bu amaçla, zemin-tavan betonlarının ve duvar yapı ekipmanlarının içerisine ısı yalıtım malzemeleri eklenerek bir karışım elde edilmesi planlanmaktadır. Kompakt bir yapı kazanan karışım, ekstra bir ısı yalıtım uygulamasına ihtiyaç duymadan yapılarda kullanılabilir. Amaca uygun olarak 4 farklı ısı yalıtım malzemesi beton harcına eklenerek elde edilen karışımlar arasında ısı verimlilik açısından kıyaslama yapılacaktır. Uygulama 5 adet sabit beton blok duvar ve 1 adet yalıtım malzemesi karışımlı değişken beton blok duvardan oluşacaktır. Belirlenen ölçülerde hazırlanan kalıpların içine istenilen oranda çimento ve kumdan oluşan harç betonu hazırlanıp dökülmüştür. İlk başta kalıplara dökülen

beton içine herhangi bir yalıtım malzemesi karıştırılmadan 1 adet taban, 1 adet tavan, 2 adet yan duvar, 1 adet arka duvar ve 1 adet ön (değişken) duvar dökülmüştür. Daha sonra ön (değişken) duvarın içine çeşitli yalıtım malzemeleri karıştırılarak toplam 4 adet değişken duvar dökülüp hazırlanmıştır. Değişken beton blokların içerisinde kullanacağımız yalıtım malzemeleri sırasıyla talaş, cam elyaf, kauçuk ve strafor köpüktür. Bütün blok beton duvarlar hazırlandıktan sonra birleştirilip toplam 0,80 metrekare iç yüzey alanına sahip olan bir dikdörtgen prizma oluşturulmuştur.

**Anahtar Sözcükler :** Isı yalıtımı, cam yünü, taş yünü, PUR, EPS, XPS, Fenol Köpüğü, Cam Köpüğü, Seramik yünü, Betonarme

**Bilim Kodu** : 92808

## **ABSTRACT**

**M. Sc. Thesis**

### **ALTERNATIVE INSULATION FROMS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES TO RIGID CONCRETE**

**Erdal BAYSU**

**Karabük University**

**Institute of Graduate Programs**

**Department of Energy System Engineering**

**Thesis Advisor:**

**Assist Prof. Dr. Bahadır ACAR**

**December 2020, 75 pages**

The purpose of this thesis is; to reduce the cost of materials and to save time with the work force in insulation applications. For this purpose, it is planned to obtain a mixture by adding thermal insulation materials into floor-ceiling concretes and wall building equipment. The mixture, which has gained a compact structure, can be used in buildings without the need for an extra heat insulation application. In accordance with the purpose, a comparison will be made in terms of thermal efficiency between the mixtures obtained by adding 4 different thermal insulation materials to the concrete mortar. The application will consist of 5 fixed concrete block walls and 1 variable concrete block wall with a mixture of insulation material. Mortar concrete consisting of cement and sand in the desired ratio was prepared and poured into the molds prepared in the specified dimensions. At first, 1 floor, 1 ceiling, 2 side walls, 1 rear wall and 1 front (variable) wall were poured into the concrete that was poured

into the molds without mixing any insulation material. Afterwards, various insulation materials were mixed into the front (variable) wall and a total of 4 variable walls were poured and prepared. The insulation materials we will use in variable concrete blocks are sawdust, glass fiber, rubber and styrofoam, respectively. After all the block concrete walls were prepared, they were combined and a rectangular prism with a total interior surface area of 0.80 square meters was formed.

**Key Word** : Thermal insulation, glass wool, rock wool, PUR, EPS, XPS, Phenol Foam, Glass Foam, Ceramic wool, Reinforced concrete.

**Science Code** : 92808



## TEŞEKKÜR

Bu tez alıőmasının planlanmasında, araştırılmasında, yürütölmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalıőmamı bilimsel temeller ışığında őekillendiren sayın hocam Dr. Öğr. Ü. Bahadır ACAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Sevgili aileme manevi hiçbir yardımı esirgemedен yanımda oldukları için tüm kalbimle teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xvi
BÖLÜM 1 .....	1
GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2 .....	2
YALITIM ŞEKİLLERİ.....	2
2.1. DUVARLARIN DIŞTAN YALITIMI.....	2
2.1.1. Tuğla.....	2
2.1.2. Briket Bims.....	3
2.1.3. Gaz Beton .....	4
2.2. DUVARLARIN İÇTEN ISI YALITIMI.....	6
2.3. TOPRAK ALTI DIŞ CEPHELERDE VE DÖŞEMELERDE ISI YALITIMI	7
2.4. ÇİFT DUVAR ARASI (SANDVIÇ DUVAR) ISI YALITIMI .....	9
BÖLÜM 3 .....	11
LİTERATÜR ARAŞTIRMASI .....	11
3.1. ISIL PERFORMANS .....	12
3.2. MALİYET .....	12
3.3. UYGULAMA KOLAYLIĞI.....	13
3.4. GÜVENLİK VE SAĞLIK .....	13

	<b><u>Sayfa</u></b>
3.5. DAYANIM.....	13
3.6. AKUSTİK PERFORMANS.....	13
3.7. HAVA SIZDIRMAZLIK.....	13
3.8. ÇEVRESEL ETKİLER.....	14
3.9. MEVCUT OLMA DURUMU.....	14
BÖLÜM 4.....	21
ISI YALITIM ÇEŞİTLERİ VE ISI YALITIM MALZEMELERİ.....	21
4.1. YALITIM ÇEŞİTLERİ.....	21
4.1.1. Isı Yalıtımı.....	21
4.1.2. Su Yalıtımı.....	22
4.1.3. Tesisat Yalıtımı.....	22
4.1.4. Ses Yalıtımı.....	22
4.1.5. Yangın Yalıtımı.....	23
4.2. ISI YALITIM ETKİLERİ.....	23
4.3. ISI YALITIM MALZEMELERİ.....	24
4.4. ISI YALITIM MALZEMESİNDE OLMASI GEREKEN ÖZELLİKLER ...	25
4.5. ISI YALITIM MALZEMELERİNİN FİZİKİ BİÇİMLERİ.....	25
4.5.1. Yalıtım Malzemelerinin İç Yapısı.....	25
4.5.1.1. Tanecikli Yapı.....	25
4.5.1.2. Lifli Yapı.....	26
4.5.1.3. Hücreli Yapı.....	26
4.5.1.4. Reflektif Yapı.....	26
4.5.1.5. Son Grup Olarak adlandırılan Malzeme.....	26
4.5.2. Isı Yalıtım Malzemelerinden Beklenen Diğer Özellikler.....	26
4.5.2.1. Isı İletkenlik.....	26
4.5.2.2. Dış Etkenlere Karşı Direnç.....	27
4.5.2.3. Absorbsiyona Karşı Direnç.....	27
4.5.2.4. Yüksek Isıya Karşı Direnç.....	27
4.5.2.5. Yeniden Kullanımı.....	27
4.5.2.6. Ekonomik Olması.....	28
4.5.2.7. Sağlığa Etkisi.....	28

	<b><u>Sayfa</u></b>
4.6. YALITIM MALZEME TÜRLERİ .....	28
4.6.1. Cam Yünü .....	28
4.6.2. Bakalitli Cam Yünü .....	29
4.6.3. Bakalitsiz Cam Yünü .....	29
4.6.4. Taş yünü.....	29
4.6.5. Yüksek Yoğunluklu Taş yünü .....	29
4.6.6. Düşük Yoğunluklu Taş yünü .....	29
4.6.7. Genleştirilmiş Polistren ( EPS ) Isı Yalıtım Levhaları .....	30
4.6.8. Extrüde Polistren ( XPS ) Isı Yalıtım Levhaları .....	30
4.6.9. Poliüretan Köpük .....	30
4.6.10. Fenol Köpüğü .....	31
4.6.11. Cam Köpüğü.....	31
BÖLÜM 5 .....	33
ISI TRANSFER MEKANİZMALARI .....	33
5.1. ISI İLETTİMİ (KONDÜKSİYON).....	33
5.2. ISI TAŞINIMI (KONVEKSİYON) .....	34
5.3. ISI IŞINIMI (RADYASYON) .....	34
5.4. ISI YALITIMI, ÖNEMİ VE FAYDALARI .....	34
BÖLÜM 6 .....	41
MATERYAL VE METOT .....	41
6.1. DENEY HAZIRLIĞI .....	41
6.1.1. Blok Duvar Kalıpların İmalatı .....	44
6.1.2. Blok Beton Duvar İmalatı.....	44
6.1.3. Yalıtımsız Değişken Beton Blok Duvar .....	45
6.1.4. Talaş Karışımlı Değişken Beton Blok Duvar .....	46
6.1.5. Cam Elyaf Karışımlı Değişken Beton Blok Duvar.....	46
6.1.6. Granül Kauçuk Karışımlı Değişken Beton Blok Duvar .....	47
6.1.7. Strafor Köpük Karışımlı Değişken Beton Blok Duvar.....	47
BÖLÜM 7 .....	49

	<b><u>Sayfa</u></b>
DENEYLER VE SONUÇ.....	49
7.1. Deneý Ölçüm Cihazları.....	49
7.1.1. Termometre .....	49
7.1.2. Kızılötesi Termometre .....	50
7.1.3. Termostat .....	51
7.1.4. Rezistans .....	52
7.1.5. Wattmetre .....	52
7.1.6. Adaptör .....	54
7.2. UYGULAMANIN KURULUMU VE ÖLÇÜM PARAMETRELERİ.....	54
7.2.1. Uygulamanın Kurulumu .....	54
7.2.2. Ölçüm Parametreleri .....	56
7.2.3. Teorik Analiz .....	56
7.2.3.1. Isı İletim Kat Sayısı Hesabı .....	56
7.3. DENEYLER ve DEĞERLENDİRME .....	57
7.3.1. İç Yüzey Alanı Hesabı.....	57
7.3.2. İç Yüzey Alanına Göre Güç Hesabı; .....	58
7.4. DENEYLER .....	58
7.4.1. Düz Beton Blok .....	58
7.4.2. Talashlı Beton Blok .....	60
7.4.3. Cam Elyafly Beton Blok.....	61
7.4.4. Strafor Köpüklü Beton Blok.....	63
7.4.5. Granül Kauçuklu Beton Blok .....	65
KAYNAKLAR .....	70
EK AÇIKLAMALAR.....	73
DENEY SONUÇLARI .....	73
ÖZGEÇMİŞ .....	75

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 2.1. Tuğla.....	3
Şekil 2.2. Birket bims.....	4
Şekil 2.3. Gaz beton.....	5
Şekil 5.1. Yakıt tasarruf miktarları.....	37
Şekil 5.2. Türkiye enerji üretim ve tüketim oranları.....	38
Şekil 5.3. Ülkelere göre CO2 emisyon grafiği.....	39
Şekil 5.4. Yapılarda senelik enerji kaybı.....	40
Şekil 5.5. Dış cephelerde enerji kaybı.....	40
Şekil 5.6. Yapılarda enerji kaybı.....	41
Şekil 5.7. Yalıtımsız binalarda ısı kaybı.....	42
Şekil 6.1. Sistemde kullanılan termostat.....	43
Şekil 6.2. Uygulama rezistans montajı.....	44
Şekil 6.2. Beton blok autocad çizimi.....	45
Şekil 6.4. Yapılacak çalışma solidword çizimi.....	46
Şekil 6.5. Tavan kalıbı.....	46
Şekil 6.6. Taban kalıbı.....	46
Şekil 6.7. Ön kalıp.....	47
Şekil 6.8. Arka kalıp.....	47
Şekil 6.9. Yan kalıp.....	47
Şekil 6.10. Beton blok duvar imalatı.....	48
Şekil 6.11. Yalıtımsız değişken beton blok.....	48
Şekil 6.12. Talaş karışımlı değişken beton blok.....	49
Şekil 6.13. Cam elyaf karışımlı değişken beton blok.....	49
Şekil 6.14. Cam elyaf karışımlı değişken beton blok.....	49
Şekil 6.15. Granül kauçuk karışımlı değişken beton blok.....	50
Şekil 6.16. Strafor köpük karışımlı değişken beton blok.....	50
Şekil 6.17. Uygulamanın son hali.....	51
Şekil 7.1. Digital termometre.....	53

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 7.2. Kızılötesi termometre. ....	53
Şekil 7.3. Termometre.....	54
Şekil 7.4. Flanşlı rezistans. ....	55
Şekil 7.5. Digital wattmetre. ....	56
Şekil 7.6. Adaptör. ....	57
Şekil 7.7. Duvarların birleştirilerek uygulamanın kurulumu. ....	59
Şekil 7.8. Düz beton deney verileri.....	63
Şekil 7.9. Düz beton deney veri grafiği. ....	64
Şekil 7.10. Talaşlı beton deney verileri ....	65
Şekil 7.11. Talaşlı beton deney veri grafiği. ....	66
Şekil 7.12. Cam elyaf beton deney verileri.....	67
Şekil 7.13. Cam elyaf beton deney veri grafiği. ....	68
Şekil 7.14. Strafor köpük beton deney verileri. ....	69
Şekil 7.15. Strafor köpük beton deney veri grafiği.....	70
Şekil 7.16. Granül kauçuk beton deney verileri.....	71
Şekil 7.17. Granül kauçuk beton deney veri grafiği. ....	72
Şekil 7.18. Isı iletim katsayıları. ....	73

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Çizelge 2.1. Isı geçirgenlik katsayıları.....	74
Çizelge 2.2. Duvar malzemelerinin ısı geçirgenlik katsayıları .....	74
Çizelge 7.1. Isı iletim katsayıları .....	743
Çizelge Ek A.1. Deney sonuçları .....	74



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### SİMGELER

Q	: güç
k	: ısı iletim katsayısı
A	: alan
$\Delta T$	: sıcaklık farkı
L	: kalınlık
U	: ısı geçirgenlik katsayısı
W	: watt
K	: Kelvin
m	: metre
$^{\circ}C$	: derece
$\mu$	: mikron

### KISALTMALAR

XPS	: Extrude Polistren malzeme
EPS	: Expanded Polystyren Foam (Isı Yalıtım Plakası)
LPG	: Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
PUR	: Poliüretan
DIN	: Deutch Industrie Normen (Alman Endüstri Normları)
EN	: European Norm (Avrupa Normu)
TS	: Türk Standardı
EURIMA	: European insulation Manufacturers Association (Avrupa Mineral Yün Yalıtım Malzemeleri Üreticileri Birliği)

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Dünya üzerindeki gelişmiş ülkeler başta olmak üzere tüketilebilir enerji kaynaklarının çok hızlı tükenmesi üzerine tüm ülkeler enerji ihtiyaçlarını enerjiyi yetkin kullanma ve kontrol altına alma yöntemleri geliştirmişlerdir. Ülkemizde de; enerji tüketimleri başta konut ve endüstri sektörlerinde olmak üzere, her geçen yıl artmaktadır. Konutlarda kullanılan iklimlendirme sistemleri kurulu gücün büyük bir kısmını kapsamaktadır. Isı yalıtımı ile söz konusu bu enerjinin; etkin kullanılması, sağlanabilir. Yapılar kışın ısı kaybeder, yazın ise ısı kazanır. Kışın doğalgaz, kömür benzeri fosil yakıtlar, konfor şartlarına ulaşmak için ısı enerjisine dönüştürür, yazın ise ısınan evimizi soğutmak için klima gibi çeşitli soğutma sistemleri kullanırız. Isı yalıtımı mevsim şartlarına göre kış aylarında ısı ihtiyacını korumak için, yaz aylarda ise mahallin konfor şartına getirildiği durumu sabitleştirilmiş olur. Enerji sarfiyatını azaltmak ve daha konforlu yaşamak amacıyla binaların iç ve dış cephe duvarları, cam ve doğramaları, çatıları, zemin döşemeleri ve tesisatlarında, ısı transferini azaltan önlemler almaktır. Yaz aylarında serin, kışın aylarında ise daha iyi ısınmaya imkan sağlamak için standartlara uygun yapılacak montolama, ısıtma veya soğutmak amacıyla yaptığımız harcamalardan ortalama % 44 tasarruf edilebilir. Stabil oda sıcaklıklarına hem daha ucuz hem de konforlu ve sağlıklı mekanlar oluşturur. Konutlarda rutubet, küf, mantar ve siyah leke oluşmasına neden olan sıcak soğuk farkını olmayışından yoğunlaşmayı önler. Isının mahalde korunumuyla ayrıca yakıt sarfiyatı, haliyle egzoz gazları azaltılarak çevreye katkıda bulunulur. Ülkemizdeki inşaat yapılarının hızlı bir artış olmasına rağmen ısı yalıtımı uygulamalarının TS 825'de belirtilen şartlarda yapılmadığı görülmüştür. Bunun sonucunda yapıların ısıtılmasında enerji sarfiyatı artmış, sağlıksız, konfor şartlarında bihaber, üstelik yapı fiziği sorunları olan binalar var olmaya başlamış ve bunun akabinde sorunları oluşmuştur.

Yapılarda enerji tasarrufuna en büyük katkısı olan faktörün ve kalıcı çözümün ısı yalıtımı uygulamalarının TS 825'e uygun olmaması, bunun yol açtığı sorunları ortaya koyup öneriler getirilmiştir. Isı yalıtımı ile ısı kaçakları önlediği için ısıtma ve soğutma giderleri azaltılır buda bize enerji tasarrufu sağlar. Konutlarda ısınma amacı ile çeşitli fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarının sahip olduğu potansiyel enerjisi farklı yöntemler ile açığa çıkartılarak ısı enerji elde edilir. Bu elde edilen ısı enerjisi sayesinde mahal içi sıcaklık, konfor şartlarında tutulmak istenir. Dış ortam sıcaklığı, konut içerisindeki sıcaklıktan düşük olacağı için ısı dışarıya kaçmak isteyecektir. Kaybolan ısıyı minimize etmek amaçlı çeşitli yalıtım yöntemlerine başvurulmuştur. Isı yalıtımlarından birisi de duvarlardan kaynaklanan ısı kaybının önüne geçmektir.

## BÖLÜM 2

### YALITIM ŞEKİLLERİ

Duvarlarda ısı yalıtım yöntemleri şu şekildedir;

- Duvarların Dıştan Isı Yalıtımı
- Duvarların İçten Isı Yalıtımı
- Isı Yalıtımı, Toprak Altı Dış Cephelerde ve Temellerde
- Çift Duvar Arası (Sandviç Duvar) Isı Yalıtımı

#### 2.1. DUVARLARIN DIŞTAN YALITIMI

##### 2.1.1. Tuğla

Tuğla, güneş ışınları sayesinde yakılan bir tür topraktan yapılan farklı ölçülerde dikdörtgen, kare biçimli ve yüksek fırınlarda pişirilen ya da eski kerpiç tarzı bir yapı malzemesidir.



Şekil 2.1. Tuğla.

Özellikleri;

- Yaygın olarak kullanılır.
- Fiyatı uygundur.

- Kabaca çamur olduğundan ham malzemesi üretimi ve ulaşılabilmesi daha kolaydır.
- Herhangi bir kimyasal kullanımını üretim aşamasında gerektirmez. Doğal bir malzemedir.
- Boyutlandırılması kolay.
- Sağlam.
- Genel olarak 8-13 5-15 -18 -20 cm ebatlarında bulunur.
- İzotuğla, yatay tuğla, düşey yığma tuğla, asmolen, dış bacalar gibi türleri bulunmaktadır.
- Elektrik iletmez, düşük sıcaklıklara karşı dayanıklıdır ve yüksek sıcaklıklara maruz kalmasına deforme olmasına rağmen yanmaz.

### 2.1.2. Briket Bims

Isı yalıtımı, ses yalıtımı gibi alanlarda kullanılmaktadır. Hafif bir yapıya sahiptir, bu yüzden yapılarda elemanlarının hammaddesi olarak kullanılır.



Şekil 2.2 Briket bims.

Özellikleri;

- Isıya dayanması volkanik yapıya sahip olmasından kaynaklanır. Bims'in hammaddesi olan pomza, camsı volkanik kayadır.
- Hafif olması binaya diğer malzeme göre daha az yük bindirir. Yüksek katlı yapılarda tercih edilmesinin en temel sebebi sağlam ve hafif olmasıdır.
- Yüksek katlı yapılarda daha öncede belirtildiği gibi hafif bir maddedir ve bu nedenle bina ağırlığını azaltır. Bu nedenle çok daha fazla tercih edilir.
- Olası deprem anında ki sarsıntıyı azaltıcı etkisi vardır. Yine düşük ağırlıkta olması sebebiyle döşeme tarafında kullanılabilir.
- Mukavemeti yüksektir.

Genel olarak 10, 13, 15, 19, 25 cm ölçülerinde bulunur.

### 2.1.3. Gaz Beton

Kum, alüminyum, alçı, kireçtaşı ve suyun karışımından, bir seri endüstriyel işlem sonucu elde edilir.



Şekil 2.3 Gaz beton.

Özellikleri:

- Beton, tuğla tipi yapı elemanlarına göre daha düşük ağırlıktadır.
- Gözenekli bir yapı sahip malzemedir.

- Masif yapıya sahiptir. Hacmi bu gözeneklerden dolayı büyüktür.
- Gözeneklerden dolayı sayesinde ses ve ısı yalıtımı yüksektir.
- İlave bir yalıtım malzemesine ihtiyaç duymadan standartlara uygun ısı yalıtımını sağlayabilir.
- Isı transferi en düşük duvar malzemesi.
- Kolay işlenebilir, matkap ile delinebilir, çivi çakılıp vidalanabilir, esnek bir malzemedir, rendelenebilir, testereyle kesilebilir, tesisat için kanallar açılması kolaydır.
- Yangın halinde yüksek ısılara dayanıklıdır.
- Depreme karşı dayanımı yüksektir.
- Tüm iklim şartlarında kullanılabilir, tasarruf konusunda değerlidir.
- Geri dönüşümlü bir malzemedir.
- Üretiminde çevre kirliliği çok azdır.
- Kuvarsit, kireç, çimento ve su gibi doğada bulunan maddelerden elde edilir, çevreye zarar vermez.
- 7-8,5–13–7,5–20–25 cm ebatlarında bulunabilir.

Basınç farklılıkları sonucu hava akımı meydana gelir. Kış aylarında iç ortamdaki sıcak hava, kendisinden daha düşük basınç seviyesinde bulunan dış havaya doğru hareket eder. Bu yüzden yapı elemanlarının yalıtım yapılacak malzeme ve bulunduğu bölgelerin iklim şartlarına uygun seçilmeli. Seçilen malzemenin bölgeye uygun ısı geçirgenlik katsayılarına sahip olup olmadıkları kontrol edilmelidir.

Ülkemizde farklı ısı bölgesi sayısı 4 tanedir. Bu 4 bölge için belirlenen minimum ısıl geçirgenlik katsayıları vardır.

### **Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m\*\*2\*\*K)**

Burada belirtilmek istenen ve her ne kadar konu dışındaymış gibi görünsede diğer yapı malzemelerinin ısı transferine karşı ne kadar direnci olduğudur. U, malzemelerin ısı geçiş yönündeki kalınlı ve ısı iletim katsayısına ( $\lambda$ ) bağlıdır. U

değeri ne kadar küçülürse, ısı transferinde o oranda azalması beklenir. Birim hesabı olarak belirtecek olursak, U değeri 1 metrekaredeki enerji kaybıdır. Yapı yüzeyimizin alanı ile enerji birim fiyatı ve U değerlerinin çarpımı, bize enerji kaybından doğan maliyeti gösterir.

Çizelge 2.1. Isı geçirgenlik katsayıları.

1.Bölge	0,70
2.Bölge	0,60
3.Bölge	0,50
4.Bölge	0,40

Isı yalıtımında kullanılan ürünlerin, ısı transfer katsayıları farklı ebatları için farklılık gösterir. Aynı ebatta bulunup, değişik değerlerde de bulunabilir.

Çizelge 2.2. Duvar malzemelerinin ısı geçirgenlik katsayıları.

Malzeme	Tür	U
EPS	Tuğla l = 0,040 yalıtım yapılmış 5 cm	0,50
EPS	Birke bims l = 0,035 yalıtımlı 5 cm	0,38
EPS	Gazbeton l = 0,035 yalıtımlı 5 cm	0,30

Bahsedilen ısı yalıtım uygulamalarında, ısı yalıtım malzemesini duvara sabitlemek için yapıştırıcı, dübel, file vb. gibi ara malzemeler kullanılması gerekir. Ara malzemelerin kullanılmadığı bir ısı yalıtım uygulaması, ısı yalıtım malzemesinin duvar üzerinde istenilen verimle ve uzun ömürlü işlevini yerine getirmesi düşünülemez. Uygulamadaki yapıştırma işlemleri fazladan iş gücünü, zaman ve maliyet demektir.

## 2.2. DUVARLARIN İÇTEN ISI YALITIMI

Yapıların yalıtımında tercih edilen uygulamalardan biri de dış cephe giydirme, mantolama işlerinin yapılmadığı durumlarda tercih edilen iç cephe giydirme mantolama işidir. Site yönetimleri ortak mantolama kararı alamadığında daire sakinleri iç cephe mantolama tekniklerini uygulayarak ısı tasarrufu yapılmış olur. İskele kurmadan mantolama yapılması konusunda fırsat sunan iç mekan duvarlarında izolasyon aynı zamanda mantolama uygulaması için yerel



yönetimlerden izin almak gerekmemektedir. Dolayısıyla "mantolama belediye izin belgesi" gibi bir durum hiçbir yalıtım uygulaması için söz konusu değildir.

İç cephe ısı yalıtımının uygulaması, dış cephe giydirme, mantolama uygulaması ile birbirine çok benzemektedir. Mantolama için yerel yönetimlerden izin almak gerekir mi? diye soracak olursak, mantolama uygulamalarında belediyeden izin alınmasına gerek yoktur. İç cephe duvarları strafor köpük duvar panelleri ile kaplanır yada boya yapılır, ihtiyaç halinde alçıpen, sıva veya çeşitli strafor dekoratif malzemeler ile farklı tür uygulamalar yapılabilir.

### **2.3. TOPRAK ALTI DIŞ CEPHELERDE VE DÖŞEMELERDE ISI YALITIMI**

İnsanların konfor şartlarında bir yaşam sürdürebilmeleri için, konfor şart sıcaklığı, %50 bağıl nem ve 20-22°C sıcaklık değerine sahip mahaller konforlu mahaller olarak görülür. Kışın dış hava sıcaklıkları 20°C'nin oldukça altına düşer. Yazın ise hava sıcaklıkları 20°C'nin üzerinde olur. Enerji türlerinden biri olan ısı ve termodinamiğin 2. yasası şöyle tanımlar, oda sıcaklığı yüksek olan odadan hem komşusu olan odaya yani düşük sıcaklıklı ortama transfer olur. Yapı içinde istenen konfor şartlarının sağlanabilmesi için kış mevsiminde kaybolan ısının, karşılanması için ısıtma sistemi kurulur ve yaz aylarında kazanılan ısının konfor şartlarına getirmek için mahalın soğutulması gerekir. Bir yapıda ısı kazanç ve kayıplarının ayarlanması; soğutma ve ısıtma amaçlı olarak tüketilmesi gereken enerji miktarının asgariye düşürülmesi anlamına gelir. Gerek ısıtma, gerekse soğutma işlemleri için enerji sarfiyatı yapılır. Isıtma ve soğutma sistemleri, çoğu zaman soğuk veya sıcak akışkanların ilgili sistemler aracılığıyla gerçekleşmesi gerekir. Termodinamiğin 2. yasası gereği sıcak olan akışkandan mahale doğru veya mahalden soğuk akışkana doğru enerjinin kalitesini azaltan bir ısı transferi meydana gelmesi kaçınılmazdır. Yapılarda ve tesisatlarda ısı yalıtımı ısı kaybı ve kazançlarının sınırlandırılması için yapılan işleme denir. Farklı sıcaklıktaki iki ortam arasında, teknik olarak ısı yalıtımı, ısı geçişini azaltmak için uygulanır. Bina konforunun minimum enerji kullanarak sağlanması büyük bir önem taşımaktadır Halihazırda enerji sorunu göz önünde bulundurulduğunda. Gelişen teknoloji ve endüstriye bağlı olarak zaman geçtikçe artmakta ancak, ülkemiz başta olmak üzere diğer ülkelerin enerji ihtiyaçları; enerji

kaynaklarımız ve enerji üretimimiz azalmaktadır. Isı yalıtım işleminin çevreye ve yapıya birçok yararı vardır. Bunları şöyle sıralayabiliriz;

- Isı yalıtımı enerji sarfiyatını düşürür.
- Isı yalıtımı çevre kirliliğine neden olmaz.
- Isı yalıtımı ısı konfor şartlarını sağlar.
- Isı yalıtımı rutubet, nem ve küf yapmadığından sağlıklı yaşam sunar.
- Isı yalıtımı kısa vadede ilk yatırım maliyetini karşılar.

Yapılarda bilindiği üzere, dış duvarlar, döşeme, tavan, merdiven, cam yüzeyler, ısıtma sisteminin olmadığı yüzeyler üzerindeki zeminler ve açık geçişler üzerindeki zeminlerden ısı kaybı olmakta ve bu nedendir ki yapıların yakıt sarfiyatı yükselmektedir. Yapılardaki ısı kaybı ne şekilde nereden ne kadar oluyor; % 11-26'ı cam yüzeyler, % 12'u zemin (temeller), % 16-35'i bina dış cephelerde, % 26'i tavanlarda, , % 21-51'si plakalar arası boşluklardan oluşan ısı köprülerinde oluşmaktadır. Yapılarda, ısı yalıtımı yapılırken sadece ısı kaybı önlenmiyor yapıları; nem, küf, mantar, rutubet ve ayrıca korozyon gibi sıcak soğuk farkından oluşacak hasarlara karşı da koruyor. Böylece yapılan işlem yapının ömrüne olumlu yönde etki ederken yapının ömrünü arttırır. Bu işlem aynı zamanda yapının taşıma ve destek görevi gören kolon kiriş elemanların dış ve iç yüzeylerinde ortaya çıkacak ısı farklılıklarına da engel olmuş olur. Ayrıca ısı farkına bağlı olan termal gerilmelerin önüne geçilir. Ayrıca bu durum, ülkemizin deprem kuşağında olması gerçeği dikkate alınmaması durumunda dikkat ve hassasiyet gösterilmesi elzem bir konu olarak da karşımıza çıkmaktadır. Bunların yanı sıra ısı yalıtımı, ekonomik yönden birçok avantajları bulunuyor. Lakin ısı yalıtımının tasarrufunu çok kısa dönemde açıkça görmek mümkündür. Isı yalıtımı için harcanan maliyetler; daha az yakıt kullanımı ile yapılan harcamalardan tasarruf ile kendini 12 ila 24 ay gibi zaman içerisinde amorti eder. Bu yalıtım işlemi yapıldıktan sonra, mahaller içerisinde daha fazla alan kalacağından daha geniş bir konfor alanı kalmasına neden olur. Yalıtım işlemi hem insan sağlığı, hem bina sağlığı açısından çok önemli olduğu bir gerçek, bu yüzden bazı ülkelerde ısı yalıtımı yapılması için ülkeler vatandaşlarına teşvik veriyorlar. Örneğin, Hollanda'da zemin ve dış cephe yalıtımı yapmak zorunlu. Kiralık olan evlerde yer parkeleri istenirse kendisiyle birlikte yeni evine götürülebilir. İngiltere

ve Fransa’da da aynı durum söz konusu. Ülke bu durumu zorunlu hale getirirken sadece vatandaşını değil, dışa bağımlı enerji sarfiyatını, çevre kirliliği gibi durumları da düşünüyor.

#### **2.4. ÇİFT DUVAR ARASI (SANDVIÇ DUVAR) ISI YALITIMI**

Yapıların dış kısmında kalan duvarları için yapılan ısı yalıtımına ülkemizde “Mantolama” denilmektedir. Mantolama, yapının dış cephesine işlem gören ısı yalıtım plakalarının ile kaplanması yapılan işlemdir. İnşaat sektöründe günümüzde farklı şekillerde yapılan uygulamalar da görmekteyiz. Türkiye’de, en çok Ege Bölgesi’nde iki tuğla arasına örülen duvarlarda uygulanan sandviç duvar uygulaması gibi. Sandviç sistem yalıtımı yada sandviç yalıtım çift duvar arası ısı yalıtım uygulamaları sandviç duvar, gibi tanımlarla ifade edilmektedir. Bu sandviç duvar uygulamasında genellikle EPS ısı yalıtım plakasının düşük yoğunluklu ve ısı iletim katsayısı da düşük, yüksek performanslı olanları tercih edilmektedir. Sandviç duvar uygulamasında yapı dış cephesi sadece sıva ve sıva üstü boya işlemi ile korunur. Yani diğer bir açıdan bakacak olursak cephede 1 mm kalınlığında sadece boya filmi vardır. Yani bina duvarları yağmur, dolu, buzlanma-çözünme gibi doğa olaylarından korunamaz. Bu nedenle bina dış cephesine bakan duvarların ömrü kısa olur. Sandviç sistem yalıtımı yapılırken, uygulama esnasında plakalar arasında boşluk kalmamasına çok büyük önem gösterilmelidir. Kalan her boşluk ısı köprüne buda artı enerji sarfiyatına neden olacaktır. Plakalar arasındaki sızdırmazlığı bir boru içinden geçen akışkanın dışarıya sızmasıyla örneklendirebiliriz. Bu kaçak kullanmadığımız halde parasını ödediğimiz bir su faturası gibi. Yalıtım yapılırken ısı köprüleri ne kadar fazla ise harcanan enerji miktarı da doğru orantıda artacaktır. Bu nedenle yapılar tasarlanırken, yüzeylerin pürüzsüz olması önem taşımaktadır. Yüzeydeki her bir pürüz ısıtılmaya yada soğutulmaya çalışılan mahalden ısı transferi olmasına neden olur. Gerek eski yapılar gerekse yeni yapılan yapılarda maalesef bu duruma dikkat edilmemektedir. Sandviç duvar uygulamalarında, iki farklı duvar katmanının deprem anında açılıp birbirlerinden ayrılmaması için sık aralıklarla metal veya tel kelepçelerle birbirine bağlanması gerekmektedir. Ülkemizde bu önlemin minimum düzeyde uygulandığı görülmüştür. Türkiye’de yapılan uygulamalarda, her iki duvar arasında dilatasyon detayları ön görülmeden, bu duvarların birlikte çalışmalarını sağlayacak bağlantı elemanları kullanılmamakta, bu nedenle duvar katmanları

birbirinden ayrılmakta hatta yıkılmaktadır. Bu tez çalışmasının amacı; yalıtım uygulamalarındaki iş gücü ile malzeme maliyetini düşürmek, ve zaman tasarrufu sağlamaktır. Bu amaçla, zemin-tavan betonlarının ve duvar yapı ekipmanlarının içerisine ısı yalıtım malzemeleri eklenerek bir karışım elde edilmesi planlanmaktadır. Kompakt bir yapı kazanan karışım, ekstra bir ısı yalıtım uygulamasına ihtiyaç duymadan yapılarda kullanılabilir. Amaca uygun olarak 4 farklı ısı yalıtım malzemesi beton harcına eklenerek elde edilen karışımlar arasında ısıl verimlilik açısından kıyaslama yapılacaktır.

## BÖLÜM 3

### LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

TS 825 “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” göre ısıtılacak mahalleri arasında konutlar, yönetim binaları ve hizmet binaları minimum sıcaklığı 19°C olmalıdır. Otel, lokanta, okullar, tiyatro ve konser salonları, kışlalar, ceza ve tutukevleri, müze ve galeriler, hava limanları 20°C olmalı. Hastaneler 22°C, yüzme havuzları 26°C, imalat ve atölyeler ise 16°C sıcaklığında olmalı. Ayrıca yeni yapılan binalarda yıllık ısıtma enerji ihtiyacı, sınırlandırılan yıllık ısıtma enerji ihtiyacından küçük olmamalıdır. [1].

TS 825 Isı yalıtım yönetmeliği göre belediye sınırları içinde bir yere ısı yalıtımı yapılacaksa TS 825’de belirtilen hesaplamalar kullanmak zorunluluğu vardır. Belediye sınırları dışında kalan köy gibi mezralarda 2 kata kadar 100 m<sup>2</sup>’den küçük olması, toplam pencere alanı dış duvar alanına %12’sinden küçük olması halinde ısı yalıtım projesi yapılma zorunluluğu aranmaz. Örnek bir bina projesini inceleyerek binanın alternatif ısı yalıtım çözümleri ile yalıtımsız durumu karşılaştırıldığında, binanın ısı yalıtımsız halindeki yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının yalıtımlı duruma göre daha fazla olduğu görülmüştür. Yapılan bu incelemede yapılarda ısı kaybının çok fazla olduğu dış cephelerin ısı yalıtımı yapılan bir yapıda enerji tüketiminde %40 oranında düşüş sağlanabileceği anlaşılmıştır. Kış aylarında ısı kayıplarının önlenmesinin yanında, yaz aylarında da ısı kazançları önlenerek, soğutma enerjisi ihtiyacının azalması yapılacak ısı yalıtımı ile sağlanacaktır. Yapılan hesaplamalar yapının ömrü düşünüldüğünde, ısı yalıtımının tasarruflu olduğunu göstermektedir. Ayrıca ısıtma sisteminde kullanılacak malzemelerin boyutlarındaki küçülmeler ısıtma sisteminin ilk maliyetinde de bir azalma sağlayacaktır [2].

Isı kaybı ve kazançlarına etki eden faktörler, yapının bulunduğu bölgenin iklim şartları yani; bina bazlı baktığımızda kuzey yada güney cephe olması coğrafik açıdan bakıldığında enlem ve boylamı, bölgenin güneşlenme süresi, toprak sıcaklığı, rüzgar şiddeti, havadaki nem miktarı gibi iklimsel özellikleri, yapının şekli, ne renkte dış cepheye boyandığı, kullanılan yapı elemanlarının standartları ve bölgeye uygulduğu ve yalıtım malzemelerinin boyutsal ve fiziksel özelliklere dikkat edilmelidir. Ayrıca ısı iletim katsayısı yapı elemanının ısı direncini azaltacağından toplam ısı geçiş katsayısı bundan dolayıda ısı kaybı artmaktadır. Binanın ısı kazançlarını yükselten bu işlem, soğutma için harcanan enerji yükünü ve dolayısıyla enerji tüketimini de artırır. Binalardaki ısı kaybı ve kazançlarının azaltılması genel olarak projede kullanılan yapı elemanlarının bölgeye uygunluğuna bağlıdır. Bunlara ilaveten, yapı elemanını ısı direncini artırmak için, ısı iletim katsayısı düşük, en yüksek kalınlıkta ısı yalıtım malzemelerini kullanmak ısı konfor şartlarına göre olumlu katkı sağlayacaktır [3].

### **3.1. ISIL PERFORMANS**

- Isıl direnç
- Yüksek ısı dirence sahip yalıtım malzemeleri (camyünü, taşyünü, polistiren, polietilen, poliüretan, ...)
- Malzeme kalınlığına karşı ısı direnç
- Malzeme yoğunluğuna karşı ısı direnç
- İşletme sıcaklık aralığına karşı ısı direnç
- Isı köprüleri
- Isı yalıtımının duvarlar ve çatı boyunca sürekliliğinin sağlanması
- Isı depolama

### **3.2. MALİYET**

- Isı yalıtımının ek maliyeti
- Malzeme ve işçilik kalitesi için ek maliyet
- Klima ekipmanlarının boyutlarının küçülmesi ve ilk yatırım maliyetleri üzerine etkisi

- İşletme maliyetleri üzerine etkisi

### **3.3. UYGULAMA KOLAYLIĞI**

- Hızlı ve kolay uygulanabilirlik
- İşletme, bakım ve değiştirilebilme kolaylığı

### **3.4. GÜVENLİK VE SAĞLIK**

- Yangına karşı direnç gösterebilme özelliği
- Sağlık riskleri (zehirli duman vs.)
- Yapısal sağlamlık (Yük taşıma veya taşıyamama durumları)
- Deri veya göz tahrişi

### **3.5. DAYANIM**

- Isıl direncin zamanla değişimi
- Su ve buhar etkileri
- Boyutsal kararlılık (Isıl genleşme ve büzölmeler)
- Basma ve eğilme dayanımı
- Kimyasal ve korozyon etkenler
- Biyolojik etkenler

### **3.6. AKUSTİK PERFORMANS**

- Ses absorpsiyonu
- Ses yalıtımı

### **3.7. HAVA SIZDIRMAZLIK**

- Buhar enfiltrasyon bariyeri
- Duvar/çatı yapım kalitesi

### 3.8. ÇEVRESEL ETKİLER

- İç iklim şartları
- Dış iklim şartları

### 3.9. MEVCUT OLMA DURUMU

Son olarak mevcut olma durumudur [4].

Günümüzde alternatif enerji kaynakları, tüketilebilir yakıt sistemlerinden farklıdır. Alternatif enerji kaynakları ömrü boyunca (güneş, biyokütle, rüzgar, dalga v.b.) kullanımından ekonomik kazanç yatırım maliyetine göre analiz edilmeli. Fosil enerji kaynakları olan (doğalgaz, petrol, kömür) genellikle daha düşük ilk yatırım maliyeti yüksek kurulum maliyetlerinden dolayı senelik işletme bütçeleri kısmen büyüktür. Alternatif enerjili kaynaklarının ise ilk yatırım maliyeti yüksek. Fakat bu kaynakların kullanım ömür boyunca yenilenemeyen enerjisi kökenli enerji tüketim maliyetleri göre daha ihmal edilebilir seviyededir. Ömür maliyet analizi yöntemini kullanarak Kırklareli şehrinde 6 farklı yakıt (doğalgaz, ithal ve yerli kömür, elektrik, Likit Petrol Gazı, fuel-oil) türü için bina dış cephesine genleştirilmiş polistren (EPS) yada taşıyünü yalıtım malzemesi ile sandviç duvarda EPS yalıtım malzemesinin uygulanması durumlarında yapılması gereken en uygun yalıtım kalınlığını alarak hesaplamışlardır. Bu hesaplamalar sonucunda beş farklı duvar modelinde, iki farklı yalıtım ürünü ile uygulamaları ve her bir yakıt için hesaplanan optimum yalıtım kalınlıklarının geri ödeme süreleri ile yıllık yakıt ve enerji tasarruflarını incelemişlerdir. Bu incelemeler sonucunda en iyi yakıtın yerli kömür ve EPS yalıtım maddesinin uygulanmasında en uygun yalıtım kalınlığını 0.029 ile 0.039 m aralığında, geri ödeme sürelerini 24 ile 48 ay aralığında ve enerji tasarrufunu ise % 19 ile % 43 aralığında elde etmişlerdir [5].

Enerji tasarrufuna atıfta bulunarak, yalıtım tekniklerinin öneminin bir kez daha güncelliğini koruması için önemli çalışmalara yer vermeye çalışmıştır. Ayrıca ısı ve ısı transferi hakkında temel bilgiler vermiş, yalıtım tekniklerine değinmiş ve yapılarda ısı yalıtımı uygulamasının önemi üzerinde durmuştur. Isı yalıtım



malzemeleri ile ilgili tanımlamalar yapmış, ısı yalıtımında sıklıkla kullanılan malzemeler ve bu malzemelerde istenilen özellikleri detaylı olarak anlatmıştır. Yapılarda en büyük ısı kaybının olduğu yerler cephe duvarları, zemin döşemeler, taşıyıcı giriş ve kolonlar uygulanan ısı yalıtım şekilleri ve uygulamada kullanılan malzeme türleri anlatmıştır. Ayrıca geleneksel yalıtım sistemi dediğimiz dübel, file vb. malzemeler yerine yalıtım işlemi tek bir kalemde yapılan ve adına modern yalıtım sistemi denildiği yeni bir uygulama şeklinden bahsetmiştir. Teknolojik gelişmelerin üretim miktarlarına, zamanda oluşturduğu tasarrufa, meydana getirdiği kalite ve beraberinde de teşvik ediciliğini ön plana çıkartmıştır. Termal kamera ile yapılan çekimleri yapı ya da diğer sektörlerin yalıtım yapıp ve yalıtım olmadan önceki durumları arasındaki farkları incelemiştir. Çıkan sonuçlar ışığında gereken önlemlerin nasıl alınması gerektiği, zamandan tasarruf ile hem mali açıdan kazanç sağlanması ve hem de sağlık açısından oluşabilecek zararların önüne geçilmesi gibi önem arz eden konuları gün yüzüne çıkarmaya çalışmıştır [6].

Binalarda enerji verimliliği üzerinden yaptığı incelemede bilgisayar ortamında ısı köprülerinin etkilerinin değerlendirilmesini incelemiştir. Çalışmanın başlangıcında duvar kesişimler inde ki ısı transferini Sisley adlı bilgisayar programında modellemiş ve bu çalışma sonucunda bu modelleri Clim 2000 adlı programa uyarlamışlardır. Ve bu modelleme sonuçlarını ısı yasalarından elde edilen modellerle kıyaslama yaparak standart duvar modellerinde, binaların ısı kayıplarının değerlendirilmesindeki çalışmalarda ısı kayıplarının modellenmesinde %5'lik ilave bir hassasiyet sağlamıştır [7].

Elazığ ilinde kullanılan farklı duvar tipleri için maksimum yalıtım kalınlığının belirlenmesi ve ekonomi analizi üzerinde çalışmalarda bulmuştur. Üç farklı yakıt türü (elektrik, kömür, doğalgaz) , Üç farklı duvar tipi (yatay delikli tuğla duvar, sandviç duvar ve gaz beton duvar ) ve üç farklı yalıtım malzemesi (EPS, XPS, Taşyünü) üzerinde enerji tasarrufu, yıllık net kazanç ve geri ödeme süreleri üzerinde hesaplamalar yapmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda Elâzığ ili için en ideal duvar tipi gaz beton en uygun yalıtım malzemesi taşyünü ve en karlı yakıt türünün doğalgaz olduğunu tespit etmiştir [8].

Düzce iline ait optimum yalıtım kalınlığını hesaplamak için bina dış cephelerinde sürekli olarak kullanılan iki malzemeyi ele alalım (gazbeton ve yatay delikli tuğla) kullanmıştır. Isıtmada yaygın olarak kullanılan (doğalgaz, fuel-oil, kömür, elektrik, ve LPG) kullanıldığı hesaplamalarda, yalıtım malzemesi olarak XPS (ekstrude polistren) kullanmıştır. Bu çalışmaların neticesinde, yapı malzemesi olarak tuğla kullanıldığında, en düşük ve en uygun yalıtım kalınlığının 0.07 m olduğu hesaplamıştır. Son durumda enerji kazancı % 50 olarak belirlerken geri ödeme süresini 20 ay olarak bulmuştur. Yapı malzemesi olarak gazbeton kullanıldığında çıkan sonuçlar sırasıyla 0.06 m, % 29 ve 40 ay olarak hesaplamıştır [9].

Gaz beton duvarı ve yatay delikli tuğla duvarını kullanmışlardır. Çalışmalarında kullandıkları duvar tiplerindeki yalıtım şekilleri ise sandviç yalıtım ve dıştan yalıtım olmak üzeredir. Çalışmanın söz konusu duvarlardan gerçekleşen ısı kaybını mevcut hesaplamalar yoluyla belirlemiş ve ömür maliyet analizine göre en uygun ısı yalıtım kalınlıklarının 0,033 ile 0,132 m aralığında, geri ödeme sürelerinin 15 ile 52 ay aralığında ve enerji tasarruflarının ise 6,41 ile 189,7 TL/m<sup>2</sup> aralığında değişim gösterdiklerini hesaplamışlardır [10].

Üç tane farklı yalıtım malzemesi ile ülkemizdeki bu şehirler için en uygun yalıtım kalınlığı, mali karşılığı, yalıtım, il maliyet yatırım tutarı ve geri ödeme sürelerini hesaplamıştır [11].

Yapılarda malzeme yapısı, yapı fiziği sorunları ve ısısal etkiler malzemede standart ve kalite kontrolü hakkında bilgi verilmiştir. Yapı fiziği açısından projelendirme ve malzeme türlerinin seçiminde ısı ile ilgili alınması gereken önlemler belirtilmiştir [12].

Yalıtım kalınlığının duvar metrekaresinin %12 altında kalan pencere alanı üzerine sayısal etkisi olarak hesaplanmış. Bu nedenle farklı yalıtım kalınlıklarına sahip duvarda cam alanı %100'e kadar %12'lik bir artışla artırılarak camın tek cam ve çift cam olması halinde ısı kaybı ve kazançları hesaplanmıştır. Cephe duvarlarının bütün yönleri için hesaplamalar tekrarlanarak neticeler kış ve yaz iklim koşulları için grafikler halinde hazırlanmış. Hesaplamalar sonrasında, yalıtım kalınlığının pencere

alanı üzerine etkisinin kış aylarında daha fazla olduğu tespit edilmiş. Dış cephelere uygulanan yalıtımın en uygun kalınlığını soğutma ve ısıtma derece gün değerlerini göz önüne alınarak belirlemişlerdir. Hesaplamalar İzmir, Erzurum, Adana, İstanbul ve Elazığ şehirleri için yapılmıştır. Bu durumda dış duvarlara EPS yalıtım malzemesi uygulanırsa artan yalıtım kalınlıklarına göre en uygun yalıtım kalınlığı, enerji tasarrufu ve maliyet hesabı ve ödeme süresi hesaplanmıştır. Sonuç olarak incelenen şehirlere göre en uygun yalıtım kalınlığının 0,05 ile 0,086 m arasında değiştiği, yıllık tasarrufun 19,92 ile 89,19 TL/m<sup>2</sup> arasında değiştiği ve geri ödeme süresinin ise 16 ile 24 ay arasında değiştiği görülmüştür [13].

1. İklim bölgesi olan İzmir'deki bazı kamu kurum ve inşaat firmalarına ait yapılarına ait örnek yapılardaki ısı yalıtım malzemeleri, özellikleri, uygulandığı yerler ve karşılaşılan sorunların araştırılmasını amaçlamıştır. Yapıların ısıtılmasında kullanılan senelik ısıtma enerjisi sarfiyatının sınırlanmasına, bu yolla enerji ihtiyacının hesaplanması ve enerji tasarrufu esnasında kullanılacak mimari detayların belirlenmesi hedeflemiştir. Örneğin alınan yapılarda TS 825'ten yararlanarak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarını belirlenmiş. Bu doğrultuda yalıtım malzemesinin, kalınlığı, özelliği ve doğru malzeme tercihi gibi mimariyi ilgilendiren detayları gözleme dayalı olarak sahada incelemiştir. İzmir ilindeki XPS ve EPS'nin kullanıldığı yalıtım yapılan yapılar ile yalıtım olmayan yapıların senelik ısıtma enerjisinin ihtiyaçlarını mukayese edilmiş. Araştırmada bulunulan bina ve ofis ısı yalıtımı olan ve yalıtım olmayan olarak yapılan hesaplamalarında senelik ısıtma enerjisi ihtiyacının 2,8 katı kadar tasarruf edildiği sonucuna ulaşmıştır. Standartlara uygun ısı yalıtımı yapılan binalarda yoğunlaşma sorunlarının giderildiği, konfor şartlarına göre ortamların oluştuğunu tespit etmiştir [14].

Isı yalıtımı ile güçlendirilen bir yapı kabuğunun sağladığı kazançlar;

- Isıl korunum yüzeyini arttırarak istenmeyen ısı kayıp ve kazançlarını azaltır,
- Bina içinde tüketilen enerji miktarını azaltarak ekonomik katkı sağlar,
- Kabuk konstrüksiyonunu dış etkenlerden koruyarak meydana gelebilecek yapı hasarlarını en aza indirmekte (yalıtım özellikle dıştan yapıldığında),

- İç mekanda duvar yüzey sıcaklıklarını konfor sıcaklığına ulaştırır,
- Yalıtımın sürekliliğine bağlı olarak ısı ve nem köprülerini ortadan kaldırarak yoğuşma ve terlemeyi önleyerek sağlıklı bir yaşam ortamı oluşturur [15].

Yapıların, dizayn edilme nedenlerine uygun olarak, insanlara hizmet vermesi ve uzun yıllar boyunca değerini koruyabilmesi, dış ve iç olumsuz etkilere karşı iyi muhafaza olmasına bağlıdır. Yapıların dış ve iç etkenlerden muhafaza edilebilmesi için yalıtım yapılmış veya yalıtımsız olmasıyla ilgilidir. Yalıtım; yapının taşıyıcı unsurlarını barındıran olan kolon, kiriş ve yapı bileşenleri ile birlikte, tüm bu dış ve iç etkenlerden korumayı, konforlu ve sağlıklı iç mekânlar oluşturmayı hedefler. Yalıtımın en temel amacı, hem binayı hem de binanın içindeki insanları korumaya yönelik tasarlanmalıdır. Yalıtım, bakım masraflarını azaltmak, yalıtım yapılması halinde yapılarda nem, küf rutubet olmayacağından yapının ömrünü uzar ve kullanıcı için sağlıklı, huzurlu, konfor şartlarına uygun rahat kullanabileceği iç mekânlar oluşturur. [16].

Yapılarda Isı Yalıtım Yönetmeliklerine göre 1. Derece-Gün Bölgesi'nde bulunan Antalya'da bims blok, gaz beton ve tuğla kullanılması halinde ısı konfor şartlarını sağlayan dış cephe sistemleri ve en uygun yalıtım malzemesi kalınlıkları incelenmiştir ve ilave olarak oluşturulan dış cephe sistemlerinin maliyet analizleri yapılmış, 1. Derece-Gün Bölgesi'nde kullanılması uygun olan dış cephe sistemleri belirlenmiştir. Yapılan çalışmalara göre uygulama yapan teknik ekiplerin malzemelerle ilgili detaylı bilgiye haiz olmadıkları görülmüştür. Yapılan incelemeler esnasında gaz beton ve bims bloğun, tuğladan daha verimli özelliklere sahip olduğu tespit edilmiş. Sistemlerin maliyet incelemelerinde ise bims blok ile oluşturulan sistemlerin, gaz betonla oluşturulan sistemlerden daha ucuz olduğu tespit edilmiş. Lakin 1. Derece-Gün Bölgesi'nde bir tek dış cephe sisteminin uyguladığını söylemek doğru bir yaklaşım değildir. Malzeme seçerken önemli olan malzemelerin özelliklerini, malzemenin hitap edeceği bölgenin iklim şartlarını, oluşturulacak dış cephe sisteminin gereksinimleri konusunda bilinçlenmek ve dış cephe sistemini bu araştırmalar neticesinde oluşturmaktır. [17].

Yalıtım malzemesi olarak XPS, EPS ve taş yünü kullanılan bir deneyde kullanılan malzemelerin, enerji verimliliğine, uygulama sonrası etkilerinin incelenmesine başlandı. Oluşturulan deney düzeneğinde mahal sıcaklığı 16-22 °C sıcaklıkta kalması şartı ile dış ortam sıcaklıkları farklı değerlerde deneye tabi tutuldu. (-20, -15, -10 ve -5 C) yalıtım malzemelerin 5, 10, 20 ve 24 saatlik zaman dilimlerinde tüketilen enerji bir sayaç yardımı ile ölçüldü. Deneysel sonuçlar ile TS 825 standartında verilen hesap metodu ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Ayrıca tuğla ve gazbeton duvarlar üzerine çimento esaslı hazır ve alçı sıva uygulanıp 24 saat içerisindeki enerji kaybının ne kadar olduğu gözlemlendi. Çıkan sonuçlar birbirileri ile mukayese edilip enerji verimliliği açısından değerlendirilmiştir. Ayrıca, bu deney çalışmasında kullanılan tuğla, gazbeton ve sıvaların - 20°C düşük sıcaklık etkisi sonrasındaki dayanım kayıpları belirlenmiştir. Sonuç olarak; enerji verimliliği açısından yalıtım malzemelerinden EPS, kompozit malzemelerden ise gazbeton ve çimento esaslı iç-dış sıva ile hazırlanan numunenin en iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. [18].

Farklı yalıtım malzemeler, farklı duvar tiplerinde kullanılarak. Yapılan yapılar için en uygun yalıtım kalınlığını belirlemeye çalışıldı. Bir ısıtma sistemi tasarlanarak enerji kaynağı olarak doğalgaz kullanıldı. Yalıtım malzemesi olarak, taşyünü, Neopar ve EPS seçildi. Bu malzemelerin her birinin termal iletkenlik katsayıları birbirinden farklı olup, uygulandıkları yüzeydeki, ısı transfer katsayıları incelendi. Yıllık ısıtma gereksinimi göz önünde bulundurularak, ısıtma derece-gün sayısına göre hesaplamalar yapıldı. İzolasyon kalınlıkları 2 cm ile 5 cm. Buna ilaveten, en uygun izolasyon kalınlığının saptanmasında kullanılan malzemelerinin enerji verimi, maliyeti ve izolasyon süresi, enflasyon oranları değerlendirildi. Bu yapılarda iki farklı kompozit duvar yapısı olduğu görülmüştür. Binaların biri örnek bina olarak seçildi; haddelenmiş polistren (XPS), EPS ( $k_{\text{Neopor}} = 0,033 \text{ W/m.K}$ ), ve taş yünü doğalgazı yakıt olarak kullanan örnek binaya uygulanması ile en uygun yalıtım kalınlıkları sırasıyla 11,62 cm, 8,98 cm ve 6,25 cm bulundu. [19].

Pilot alan olarak seçilen, Türkiye'deki sıcaklığı düşük ve en düşük bölgelerinde olan 4. İklim bölgesinde bulunan Elazığ ve 3. İklim bölgesinde bulunan Konya şehir merkezlerindeki mevcut ve inşaat aşamasındaki yapıları kapsamaktadır. Bu çalışmada, Erzincan şehrinden ise 2 yapı inşaat aşamasında 5 yapı ise

tamamlanmış. Bu yapıların Konya şehrinde 2 tanesi inşaat durumunda, 1 tanesi de tamamlanmış durumda 3 emsal, örneği üzerinde inceleme yapılmıştır. Yapılan incelemeler ısı yalıtımı ile ilgili görseller aktarılmıştır. İncelemenin ilk bölümü giriş bölümüdür. İlk bölümde yapının dış cephesine uygulanan yalıtım sistemini enerji sarfiyatına oranı incelendi. İkinci bölümde araştırma hakkında daha önce yapılmış, tezler, makaleler, sempozyumlar, kitaplar, tezler araştırıldı. Üçüncü bölümde metod ve materyal konularına değinilmiş. Dördüncü bölümde, pilot bölgelerden seçilen 10 emsal yapının çalışmalarımız kapsamında projelendirme detayları ve bilgileri, yalıtım imalatlarının yapılış şekilleri anlatıldı. Araştırmanın sonuç ve öneri başlığında yapılan incelemeler doğrultusunda çıkan neticeler anlatılıp termal cihaz görüntüleri incelenmiştir. Öneri kısmındaki, literatür kısmındaki dergi, makale, tezler ve diğer yayınların karşılaştırması yapılmış. Sonuç bölümünde ise, yapılan çalışmaların sonuç ve öneriler çalışmasında ise Erzincan ve Konya şehrinde incelenen tüm yapıların ısı yalıtımı yapılmış ve ısı yalıtımı yapılmamış halleri sarf edecekleri enerji ve kazanılacak enerji tasarrufu miktarları hesaplanmış ve yapılara ait yoğuşma grafikleri çizilmiştir. [20].

## BÖLÜM 4

### ISI YALITIM ÇEŞİTLERİ VE ISI YALITIM MALZEMELERİ

Yapıyı ve içindeki yaşayan canlıları nem, su, ses, soğuk ve sıcaklığa karşı korumak için alınan tedbirlere yalıtım denilmektedir. Binaların dış ve etkilerden muhafaza edebilmek ancak yalıtım uygulamaları ile mümkün olabilmektedir. İmalat şekline doğru yapılmış bina yalıtım uygulamaları, sağlıklı, gürültüsüz, mal ve can güvenliği sağlanmış ortam meydana getirmiş olur.

Isı, su, ses ve yangın izolasyon uygulamaları, enerji tasarrufu, hava kirliliği, konfor şartlarına uygun bir yaşam, gürültüden yoksun, sağlıklı iç mekanlar ve yaşanabilir gelecek için gerekliliktir. Yalıtım yapılan yapılarda yalıtım olmayan yapılara göre %35 - %54 arası daha az enerji kullanmaktadır. Uygulanan yalıtım yöntemleri sayesinde hem birey hem de ülke ekonomisine katkı sağlanmış olur.

#### 4.1. YALITIM ÇEŞİTLERİ

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

##### 4.1.1. Isı Yalıtımı

Isı yalıtımı, soğuk yada sıcak havanın ısı köprüleri vasıtasıyla yapılara nüfuz etmesi, girmesini yada çıkmasını önlemek namına yapılan işlemlerdir. Enerji sarfiyatları sürekli artan ısınma giderleri için ayrılan para miktarını da yükseltmektedir.

Toplam tüketilen enerjinin üçte biri kadar yapılar için sarf edildiği varsayıldığında ısı yalıtımı artık bir zorunluluk durumuna gelmiş demektir. Enerji tasarrufunun ile birlikte ısı yalıtımı, yapıların kullanım ömrünü uzatmak, malideğerlerini arttırmak, istenilen konforda, sağlamlıkta, sağlıklı bir ömür devam ettirmek, çevre kirliliğini asgariye indirmek ve sağlıklı bir düzen oluşturmak için biran evvel başlanması gereken elzem bir durumdur.

#### **4.1.2. Su Yalıtımı**

Suyun yada nemin, yapının özelliklerine zarar vermesini önlemek amacı ile uygulanır. Bina temellerinde, çatılarda, havuzlarda ve duvarlarda uygulanır. Su yalıtımı olmayan yapılarda, suyun korozyon etkisinden kaynaklanan yapı bozuklukları meydana gelmektedir. Su yalıtımı, bir yapının veya nesnenin suya dayanıklı olması veya su geçirmez olması böylece sudan olabildiğince etkilenmemesi veya çeşitli koşullar içinde su akışına direnç göstermesi işlemidir. Bu tür yalıtım malzemeleri ıslak hacimler veya belirli derinliklerde su altında kullanılabilir.

#### **4.1.3. Tesisat Yalıtımı**

Tesisat yalıtımı temel düzeyde sistemlerdeki sıcak soğuk nedeniyle terleme olmaması için yapılan imalatlara denir. Kendinden yalıtımlı boru veya havalandırma kanallarına hava kaçaklarını önleme ve verim sağlama için, tesisat üzerine ise, imalat sonrasında kauçuk malzeme ile kaplanma yapılır. Tesisatta sistemlerinde taş yünü, cam yünü, kauçuk köpüğü, polietilen köpüğü, vana ceketleri gibi malzemeler ısı geçişine karşı yüksek direnç gösteren malzemeler uygulanır. Isıtma ve soğutma amaçlı dizayn edilen tüm tesisatlar da enerji kaybını asgari seviyelere düşürmek için yalıtım uygulanır.

#### **4.1.4. Ses Yalıtımı**

Gürültü ve istenmeyen sesler, hayat standardı ve sağlığımızın yanı sıra konfor şartlarında olumsuz etkilemektedir. Özellikle yapılarının cephelerinden istenmeyen sesleri engellemek, için yapılır. Yapıların tavan duvar gibi diğer mahallere komşu



olan cephelerinde gelen sesleri buldukları mahalden minimum düzeyde duyulur. Bu yazı imalatın teknik detayları ve uygulamanın yapılış şeklini anlatmak için hazırlanmıştır. İnsan seslerinin fazla olduğu konut, fabrika, ofis, mağaza, ve kafe-restoran gibi ve seslerin birbirine karıştığı, yankı sorunlarının en aza indirgenmesini amaçlayan yalıtım şeklidir. Kaliteli ve konfor şartlarında bir hayat sunmaktadır. Sesi engellemenin en temel yöntemi sesin çıkış noktasını kapatmaktır. Ses dalgaları, çıkışında nesnelere çarparak yada hava zerrecikleri dokunduğunda ışınlar olarak ilerler. Bunun için ilk yapılacak işlem sesi çıktığı noktada azaltmaktır. Gürültü kirliliğini en alt seviyelere düşürmek için, mekanik aksamalarda, duvar cephelerinde ve tesisatlarda yalıtım uygulaması yapılır.

#### **4.1.5. Yangın Yalıtımı**

Yanma olayı, belli bir alevlenme sıcaklığına maruz kalmış maddenin oksijen ile tepkimeye girmesi sonucu oluşan kimyasal reaksiyondur. Bir başka deyişle, yanıcı maddelerin oksijen ile girdikleri kimyasal reaksiyonudur. Bu olay ile yanıcı maddenin içindeki kimyasal enerji ortaya çıkar. Yanma olayı gerçekleştiğinde ise enerji, ışık, ses ve sıcaklık gibi değişik enerji türlerinde kendini gösterir. Bazen bir başka yanıcı maddeye ihtiyaç duyulur maddeyi tutuşma sıcaklığına ulaştırmak için. Böyle bir durumda 3 faktör birlikte bulunur yangın üçgeni olarak adlandırılan. Bunlar, oksijenle tutuşma sıcaklığındaki maddenin yanıcı özelliğinin olmasıyla mümkündür.. Yangın ise, maddenin oksijen ve ısıyla birleşmesi sonucunda meydana gelen yanma reaksiyonlarından kaynaklanan bir olaydır. Kontrolsüz ve istemsiz meydana gelir. Yapılarda yapının tamamen zarar görmesini engellemek, söndürülmesi için zaman kazanılmasını sağlamak için uygulanan yalıtım şeklidir. Yalıtım malzemeleri uygulama alanına göre dikkatli bir şekilde seçilmelidir.

#### **4.2. ISI YALITIM ETKİLERİ**

Kış mevsiminde ısınma, yaz mevsiminde ise soğutma amacı ile sarf ettiğimiz enerjiyi minimize etmek ve konfor şartlarına uygun hale getirmek amacı ile yapılmaktadır. Binalarda bu uygulamalar dış cephe duvarlarında, çatılarda, tesisatlarında ısı geçişini azaltmayı amaçlamaktadır.

### Önemi ve Faydaları;

- Konutlarda nem, rutubet ve küflenmelerin oluşmasına sebep olan yoğuşmayı engeller
- Sağlıklı, konforlu ve ferah bir ortam oluşmasını sağlar
- Yönetmeliklere uygun yapılmış bir ısı yalıtımı enerji giderlerini ortalama %50 oranında azaltır
- Düşük yakıt sarfiyatı neticesiyle atık gazların oluşturduğu çevre kirliliğini azaltır

### Uygulama Alanları;

- Bina çatı ve duvarları
- Toprak temaslı mahaller
- Zemin-tavan döşemeleri
- Tesisat ve havalandırma kanalları

### **4.3. ISI YALITIM MALZEMELERİ**

Türkiye'deki TS 825 standart Alman DIN 4108 standardına göre revize edilmiştir. Ülkemizde derece-gün sayılarına göre 4 bölge belirlenmiş. Bu bölgelere göre tavsiye edilen dış cephe duvar tavan, pencere, döşeme için ısı geçiş katsayıları verilmiş. Bu ısı iletim katsayısı 0,060 kcal/mh°C değerinin altında olan malzemelere ısı yalıtım malzemesi bitişik nizamdaki yapı malzemelerinin ısı iletim direncini artırmak ya da dışarıya kaçan ısı miktarının minimuma indirmek için kullanılan malzemelerdir. Bu değerlerin üzerinde kalan malzemeler de yapı malzemesi olarak adlandırılmaktadırlar. Isı yalıtım malzemeleri yapıların çatı, duvar ve döşemelerini oluşturan yapı elemanlarında ve tesisat türlerinin yalıtımında kullanılabilirler. Bu malzemeler ile birlikte pencerelerde kullanılan nitelikli doğramalar ve yalıtım camı üniteleri de etkin ısı yalıtımında büyük önem taşımaktadır. En iyi ısı yalıtımı

seçebilmek için ısı yalıtım malzemelerinin türlerini, nerede kullanılacaklarını, ne şekilde uygulamanın yapılacağını özelliklerini iyi bilmek gerekmektedir.

#### **4.4. ISI YALITIM MALZEMESİNDE OLMASI GEREKEN ÖZELLİKLER**

- Hafif ağırlıkta olmalıdır.
- Uzun ömürlü olmalıdır.
- İlk fiziksel özelliğini kaybetmemelidir.
- Ekonomik ve temin edilebilir.
- Kokusuz olmalıdır.
- Nemi ve suyu atabilmeli.
- Haşere ve bakterilerin barınmaya elverişli olmamalıdır.
- Deformeye karşı dayanıklı olmalıdır.
- Yanma sıcaklığına dayanıklı olmamalıdır.
- Taşıma kolaylığı ve insan sağlığına zarar verici maddeler içermemeli.

#### **4.5. ISI YALITIM MALZEMELERİNİN FİZİKİ BİÇİMLERİ**

Uygulamaların çoğunda gevşek dolgu olarak imalat yapılabilen, ısı transferi olacak yüzeylerin yalıtılmasında çeşitli doğal ve doğal olmayan malzemeler kullanılmaktadır. Böyle durumlarda yalıtım malzemesi yalıtılacak yere dökülmektedir. Yüzeyi esnek özellikte olan malzeme ile yalıtımın ömrü uzatılabilir.

##### **4.5.1. Yalıtım Malzemelerinin İç Yapısı**

###### **4.5.1.1. Tanecikli Yapı**

Taneciklerin düzensiz olması, malzemenin tanecikli bir yapıya sahip olması tanecikler arasındaki hava boşluklarının olması nedeniyle, hava hareketleri oldukça minimum düzeydedir. Bu nedenle taşınım yoluyla ısı kaybı düşüktür.

#### **4.5.1.2. Lifli Yapı**

Malzemenin lifler arasında oluşan hava tabakaları taşınım oluşacak serbest hava boşlukların genişliği ve lif sayısı nedeniyle yoğunlukları düşüktür. Isı çıkışına karşı direnç oluşturmakta ve ısı kaybını en aza indirmektedir.

#### **4.5.1.3. Hücreli Yapı**

Isı transferini en aza indirmek için hücreli ısı yalıtım malzemelerinin taşınım yoluyla hücre yapısının olabildiğince küçük olması gerekir.

#### **4.5.1.4. Reflektif Yapı**

Bu malzemenin absorbe edebilme katsayısının düşük olduğundan bu malzeme türü ısının büyük bir bölümünü geri yansıtır.

#### **4.5.1.5. Son Grup Olarak adlandırılan Malzeme**

Gerçekte tüm özellikleri bir arada barındıran bu malzeme yukarıdaki diğer yapıdaki malzeme türlerinden iki ya da daha fazlasının karışımıyla oluşturulur.

### **4.5.2. Isı Yalıtım Malzemelerinden Beklenen Diğer Özellikler**

#### **4.5.2.1. Isı İletkenlik**

Gözenekli veya lifli yapıda olmaları nedeniyle giydirme amaçlı kullanılan malzemelerin, ısı iletkenlikleri düşük olmaktadır. Kristal yapıdaki katılara göre şekilsiz yapıdaki katılar, daha çok gaz boşluklarına sahiptir. Bu nedenle bu tür malzemelerin ısı iletkenlikleri daha küçüktür. Tüm faktörlerin eşit olması durumunda ısı yalıtım malzemeleri arasından seçim yapılırken düşük ısı iletkenliğe sahip malzeme seçimi yapılacak uygulamadan beklenen geri dönüşün sağlanması bakımından önem arz eder.

#### **4.5.2.2. Dış Etkenlere Karşı Direnç**

Yalıtım malzemeleri yapısı gereği kırılğan ve kolay zarar görebilecek yapıda malzemelerdir. Genellikle uygulama bittikten sonra sıva boya gibi imalatlar ile korumaya alınması gerekir. Kolay işlenebilmesi için zayıf yapıdadırlar.

#### **4.5.2.3. Absorbsiyona Karşı Direnç**

Isı yalıtımında kullanılan malzemelerin sıcaklığa bağılı olarak ısı iletkenliğinin kat sayısının artması nemi absorbe etmemesine neden olmaktadır. Yapılan yalıtım uygulaması nemli ya da atmosferik şartlarda ise yalıtımın üst tarafının sızdırmaz bir tabaka ile örtülmesi gerekmektedir. Aksi durumda yapılan uygulamada bozulmalar yaşanabilmektedir.

#### **4.5.2.4. Yüksek Isıya Karşı Direnç**

Özellikle yüksek ısı barındıran mahallere yapılacak olan yalıtım uygulaması, mahale uygun yalıtım malzemesi seçilmelidir. Örnek verecek olarak kazan dairesi olarak tanımlanan bir mahal tavan yüzeylerinin EPS değil, taşıyünü kaplaması gerekmektedir. Malzemelerin sıcaklığa dayanma limiti, malzeme türü gibi seçimler bu tür uygulamalarda önem taşımaktadır. Malzemenin maksimum yüzey sıcaklığının daima üzerinde olmak durumundadır. Malzemenin belli derecenin üzerinde bir sıcaklıkta çalıştırılmamalıdır.

#### **4.5.2.5. Yeniden Kullanımı**

Metal malzemelerin yer değıştirmesi kolaydır. Plastik yalıtım malzemeleri dışında diğere birçok yalıtım malzemesinin geri dönüşümü mümkündür. Plastik malzemelerin hem hasara karşı direnci düşük hem sağılık açısından yeniden kullanılması uygun değıldir.

#### **4.5.2.6. Ekonomik Olması**

Malzeme seçiminin ekonomik olması malzemeyi uygun iklim şartları, kullanılacak mahalle kullanılan yalıtım malzemesinin uygunluğu, imalatın doğru yapıldığı durumlarda çok kısa sürelerde ilk yatırım maliyeti tasarruf ile kendini amorti edecektir. Doğru koşul, doğru malzeme ve doğru imalat yapılırsa var olan yapının değeri katlamakla birlikte yapının ömrünü uzatır.

#### **4.5.2.7. Sağlığa Etkisi**

Yalıtım malzemelerinden çıkan tozlar insan sağlığına zarar verebilir ve solunum yoluyla ciğerlere gidebilir. Bu malzemeler arasında asbest direk insanların temas edeceği mahallerde olmamalı, insan sağlığına zarar veren malzemedir. Bu tür malzemelerin kullanılırken kişisel koruyucu malzemeler kullanılarak, eldiven, maske gözlük gibi, çalışma ortamından uzak bir yerde kesiminin yapılmalıdır. Bazı yalıtım malzemeleri ise deri ile teması kesmek için eldiven kullanılmalı teması halinde kaşıntıya sebep olur.

### **4.6. YALITIM MALZEME TÜRLERİ**

Yapıları konfor şartlarına getirip, yapının ömrünü uzatmak için kullanılan bazı yalıtım malzemesi türleri şunlardır; Cam yünü, Bakalitli Cam yünü, Bakalitsiz Cam yünü, Taşyünü, Yüksek yoğunluklu taş yünü, Düşük yoğunluklu taş yünü, Genletirilmiş plakaları (EPS), Extrüde polistren plakalar (XPS), Poliüretan köpük, Fenol köpük, Cam köpüğü gibi.

#### **4.6.1. Cam Yünü**

Isı etkisi ile sıvı durumuna geçmiş camın farklı yöntemlerle lif haline getirilmiştir. Silis kumu ana maddesini oluşturmaktadır. Bakalitsiz ve bakalitli olmak üzere iki tür bulunmaktadır.

#### **4.6.2. Bakalitli Cam Yünü**

Yoğunluğu: 11/81 kg/m<sup>3</sup>

Kullanılan sıcaklık aralığı: +230°C

Isı İletim Katsayısı: 20°C de ortalama sıcaklıkta: 0,040 W/mK

Su Buhar Geçişi: 542 µgm/Nh

#### **4.6.3. Bakalitsiz Cam Yünü**

Yoğunluğu: 130 kg/m<sup>3</sup>

Kullanılan sıcaklık aralığı: +555°C

Isı İletim Katsayısı: 50°C de ortalama sıcaklıkta 0,045 W/mK

#### **4.6.4. Taş yünü**

Dolomit, kireç taşı, bazalt, gibi doğal minerallerden elde edilir. Lifli bir yapıya sahip ısı yalıtım malzemeleridir. İki farklı yoğunluk türünde üretilmektedir. Düşük ve yüksek yoğunluklu türleri mevcuttur.

#### **4.6.5. Yüksek Yoğunluklu Taş yünü**

Yoğunluğu: 100 kg/m<sup>3</sup>

Kullanılan sıcaklık aralığı: 0°C ile 800°C

Isı İletim Katsayısı: 50°C ortalama sıcaklıkta 0,043 W/mK

Su Buhar Geçişi: 542 µgm/Nh

#### **4.6.6. Düşük Yoğunluklu Taş yünü**

Yoğunluğu: 33 kg/m<sup>3</sup>

Kullanılan sıcaklık aralığı: 0 ile 800°C

Isı İletim Katsayısı: 50°C ortalama sıcaklıkta 0,043 W/mK

Su Buhar Geçişi: 542  $\mu\text{gm/Nh}$

#### **4.6.7. Genleştirilmiş Polistren ( EPS ) Isı Yalıtım Levhaları**

Polistren kimyasal yapıya sahip organik bir izolasyon malzemesidir. Sert köpükte de denilir.

Yoğunluğu: 15/30  $\text{kg/m}^3$

Kullanılan Sıcaklık aralığı : -100 ile +80°C arası.

Isı İletim Katsayısı: 10°C ortalama sıcaklıkta 0,033 W/mK

Su Buhar Geçişi: 25  $\mu\text{gm/Nh}$

#### **4.6.8. Extrüde Polistren ( XPS ) Isı Yalıtım Levhaları**

Genleştirilmiş polistren'in işlem görerek banttandır çekilerek üretilmiş halidir.

Yoğunluğu: 45  $\text{kg/m}^3$

Kullanılan sıcaklık aralığı : -60 / +75°C arası.

Isı İletim Katsayısı: 10°C ortalama sıcaklıkta 0,026 W/mK

Su Buhar Geçişi: 0.15 / 0.075  $\mu\text{gm/Nh}$

#### **4.6.9. Poliüretan Köpük**

Poliol ve izosiyonat gibi iki kimyasal maddenin karışıımı ile elde edilir. Havayla temas geçtiğinde yapısı kabarıp sertleşerek elde edilen plastik yapıda bir köpüktür.

Yoğunluğu: 50  $\text{kg/m}^3$

Kullanım sıcaklık aralığı : -180 / +110°C arası.

Isı İletim Katsayısı: 10°C ortalama sıcaklıkta 0,046 W/mK

Su Buhar Geçişi: 0  $\mu\text{gm/Nh}$



#### **4.6.10. Fenol Köpüğü**

Genel olarak ısı yalıtımın ötesinde yangın tehlikesi olan kısımlarda kullanılır. Fenol, formaldehitin şişirilip ardından sertleşmesi sonucu elde edilir. Kırılgan ama sert, gözenekli olmasının yanında, yüzeyi sürtünme sırasında tozlaşmaya başlar.

Yoğunluğu: 30/35 kg/m<sup>3</sup>

Kullanım sıcaklık aralığı : -180 / +120°C arası.

Isı İletim Katsayısı: 0,04 W/mK

Su Buhar Geçişi: 6.8 µgm/Nh

#### **4.6.11. Cam Köpüğü**

Cam köpüğü levhalar, kolay kırılabilen, sürtünmeye dayanıksız, çok sert basınca dayanıklı, ama yüzeyi sürtünmesi sonucu deforme olan ısı yalıtım malzemesidir.

Yoğunluğu: 135 kg/m<sup>3</sup>

Kullanılan sıcaklık aralığı: -260 / +430°C arası.

Isı İletim Katsayısı: 10°C ortalama sıcaklıkta 0,046 W/mK

Su Buhar Geçişi: 0 µgm/Nh

#### **Türkiye’de Üretilen Bazı Yalıtım Malzemeleri ve Standartları**

Ahşap Lifli Levhalar: (TS-304)

Ahşap Yünlü Levhalar: (TS-EN-13171)

Camyünü: (TS-901-EN-13162)

Cam Köpüğü : (TS-EN-13167)

Expand Polistren (EPS): (TS7316 – EN-13163)

Extrüde Polistren: (XPS): (TS-11989 – EN-13164)

Fenol Köpüğü: (TS-2193 – EN-13166)

Taşyünü: (TS-901- EN-13162)

Genleştirilmiş Perlit (EPB): (TS-EN-13169)

Genleştirilmiş Mantar (ICB): (TS-EN-13170)

Mantar Levhalar: (TS-304 )

Poliüretan Köpük (PUR): (TS-EN-13165 )

Polietilen Köpük: (TS-418-EN-12201)

### **İthal Edilen Bazı Yalıtım Malzemeleri**

Aqua Panel Meşli Çimento Bazlı Yalıtım Malzemeleri

Elastomerik Kauçuk Köpüğü

Knauf Vidipan

Melamin Köpüğü

Poli İzosiyonat Köpük

PVC Köpük

Seramik Yünü

Vermikulit

## BÖLÜM 5

### ISI TRANSFER MEKANİZMALARI

Isı transferi farklı sıcaklıklardaki iki veya daha fazla cisim arasında iletim, taşınım veya ışınım yolu ile gerçekleşen enerji geçişinin incelenmesidir.

Isı transferi şekilleri 3 şekilde olur.

#### 5.1. ISI İLETİMİ (KONDÜKSİYON)

Genel olarak katı nesnelere arasındaki ısı geçişini konu alsa da, Gaz ve sıvı haldeki maddelerde de ısı transferine rastlanır. Hareketsiz haldeki sıvı ve gazlarda kısmen de olsa katı özelliği gösterdiğinde ısı geçiş şeklinin de ısı iletimi verileriyle bulunabilmektedir. Isı iletim katsayısı gösterimi ( $k$ ), birbirine paralel duran iki yüzey arasındaki sıcaklık farkı birim alan ( $1 \text{ m}^2$ ) ve  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  olduğunda birim zamanda ( $1 \text{ saat}$ ) ve bu alana dik yöndeki birim kalınlıktan ( $1 \text{ m}$ ) geçen ısı miktarıdır. Birimi  $\text{kcal/mh } ^\circ\text{C} = 1,163 \text{ W/m.K}$  'dir.

Katı veya durgun akışkan içerisinde sıcaklık farkı olması halinde, ısı transferi iletim ile gerçekleşir.

$$\dot{Q} = -k \cdot A \cdot \frac{dT}{dx} \quad (5.1)$$

Veya

$$\dot{Q} = -k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{L} \quad (5.2)$$

## 5.2. ISI TAŞINIMI (KONVEKSİYON)

Gaz ve sıvı maddelerin hareket halinde iken geçen ısı şekline denir. Gaz ve sıvı maddelerde ısı, bağlı olduğu kütle hareketli hale geçtiğinde içlerindeki parçacıklarının yer değiştirmeleriyle ısı taşınımı olur. Isı taşınım katsayısı (h) akışkanın türüne, taşınım şekline, fiziksel ve termal özellikleri, akış hızına ve akış geometrisi bağlı olarak değişmektedir.

Yüzey ile hareket halindeki akışkanın sıcaklıkları farklı ise, ısı transferi taşınım ile gerçekleşir

$$\dot{Q} = h \cdot A_s \cdot (T_s - T_\infty) \quad (5.3)$$

## 5.3. ISI IŞINIMI (RADYASYON)

Elektromanyetik dalgalar yayılırken sıcaklığın mutlak sıfırdan büyük olma halidir. Isı enerjisini elektromanyetik enerjiye dönüştürmekte denilebilir. Ayrıca gaz formundaki akışkanlarda ısı taşınımı ve ısı ışınımı karmaşık şekilde olur.

Sonlu sıcaklığa sahip cismin elektromanyetik dalgalar halinde yaydığı enerjidir.

$$\dot{Q}_{yay} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A_s \cdot (T_s^4 - T_c^4) \quad (5.4)$$

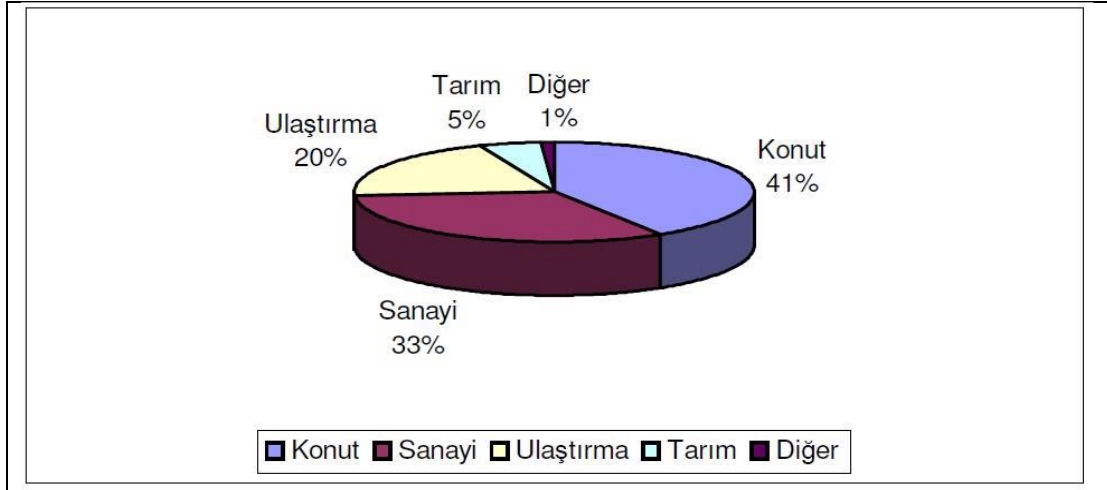
## 5.4. ISI YALITIMI, ÖNEMİ VE FAYDALARI

Bina dışı çevrede etkili olan iklim elemanlarının yıl boyunca aldığı değerlere bağlı olarak yılın belirli dönemlerinde ısıl konfor koşullarını sağlamak için ek yapma enerji sistemleri gerekli olmaktadır. Ancak sistemlerin çalıştırılmasında kullanılan enerji kaynaklarının giderek azalması, kullanımlarının çevre kirliliğine yol açması ve işletme giderleri bu sistemlerin verimli kullanılmasını, dolayısıyla enerji tasarrufunu zorunlu kılmaktadır. Enerji tasarrufunun sağlanması, tasarım aşamasında binaya ilişkin tasarım parametreleri için uygun değerlerin belirlenmesinin yanı sıra bina kabuğu ve tesisatta yeterli yalıtım önlemlerinin alınmasını da gerektirmektedir. İç çevredeki konfor koşulları ve enerji harcamaları, önemli ölçüde, iç ve dış çevreyi birbirinden ayıran bina kabuğunun kazandığı ve kaybettiği ısı miktarlarına bağlı

olarak değişim göstermektedir. Bu nedenle bu bölümde bina kabuğundaki yalıtım uygulamaları ağırlıklı olarak ele alınmaktadır. Ülkemizde enerji ihtiyacı her geçen gün sanıldığından fazla miktarda artmaktadır. Bu enerji talebini karşılamak için alternatif enerji arayışlarının yanında, var olan enerjiyi de verimli kullanmak zorunluluğu vardır. Üretilen enerji miktarını en verimli kullanma yöntemlerinden biride kullanım amacına uygun kullanmaktır. Konfor şartlarında yaşamak için insanların belli standartlara ihtiyaç duyar. Bu ihtiyaçlardan bazıları yaz aylarında mahallin çok sıcak olmaması ve bunaltıcı bir ortam sağlamaması gerekmektedir. Ortamı konfor şartlarında tutmak için devam enerji sarf etmek yerine, sarf edilen enerji ile yaratılan konforlu ortamı bu konfor şartından tutmak gerek. Buda yapıların yalıtımı ile mümkün olabilecek bir durumdur. Isı yalıtımı yapıyı istenilen konfor şartında sabit tutarken, yapının ısınıp, soğumasını sonucu yoğuşma gibi durumlara mahal vermez. Yapıya sıcak soğuk etkisi ne kadar fazla olursa yapının ömrü o kadar kısa olur. Bu sadece yapıyı değil aynı şeklide insan sağlığını da aynı derece etkiler. Yapıda bulunan nemli ve küflü oda çeşitli akciğer rahatsızlıklara neden olduğu ispatlanmıştır.

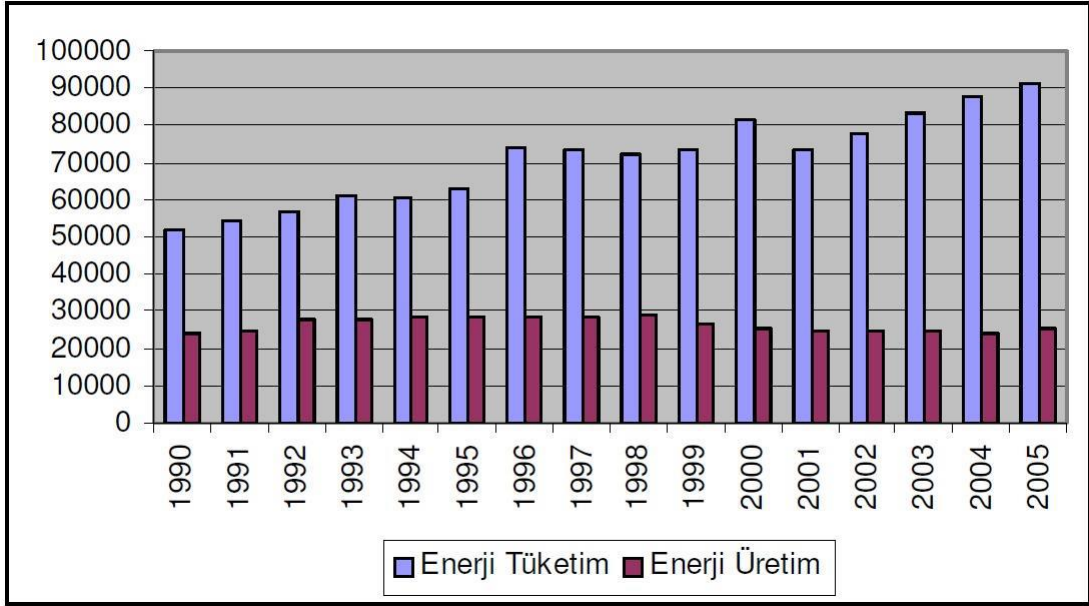
Sanayide ve evlerimizde kullanılan enerjinin çoğu ortamı konfor şartına getirmek için ısıtma ve soğutma sistemlerine enerji sağlamak için kullanılır. Söz konusu bu enerjiyi boşa harcamamak daha fazla enerji tüketmemek için, yapının yalıtımlı hale getirilmesi gerekmektedir. Yapılardaki he bir mahal için farklı ortam sıcaklıkları belirlenmiştir. Yapı tasarımıda bulunurken, bunu dikkate alarak tasarlamak gerekmektedir. Yapının her bir bölümden diğerine ısı geçişi olur. Yapı cepheleri, duvar kalınlıkları ortam sıcaklığını tutacak şekilde tasarlanmalı, iç ve dış duvar cephelerin yalıtımlı hale getirilmesi gerekmektedir. Yalıtım uygulaması ile yapıların ömrü uzarken, aynı zaman çevrede göz önünde bulundurulur. Yapıda ısıtma için fosil yakıt kullanılıyorsa, ısıtma sarfiyatı çok fazla olmayacağından çevre kirliliği de asgari düzeyde olacaktır. Aynı zamanda dışa bağımlı bir enerji ihtiyacımız varken bu durum daha da önem arz ediyor. Kabaca bir örnek verecek olursak yalıtımsız bir binada aylık enerji sarfiyatımızın yalıtımlı bir bina ile %40 düşürebiliriz. Milli servet bilinci burada devreye girmeli. Şekil 5,1'de konut, tarım, sanayi ve ulaştırma gibi alanlarda enerji tüketimi görölüyor %41 ile birinci sırayı ev ve sonrasında sanayilerde kullanılan ısıtması ve soğutması sistemleri için tasarruf edilen enerji

miktarı yer alır. Sanayi sektörünün tasarruf edilen enerji miktarı oranı %33'dür. Yalıtım yapılan bölgelere bakıldığında %86'lık bir oranla enerji tasarrufu sağladığı tespit edilmiştir. Yapılarda ve sanayi alanlarında iklimlendirme sistemleri için toplam %74'lük enerji tüketimi yapıldığında dahi yalıtım yapıldığında çok büyük tasarruf miktarlarına denk geldiği görülmektedir. Bu konuda yapılan birçok çalışmada, ısı yalıtım olmayan ve ısı yalıtımı yapılan durumlardaki sonuçları değerlendirilmiştir.



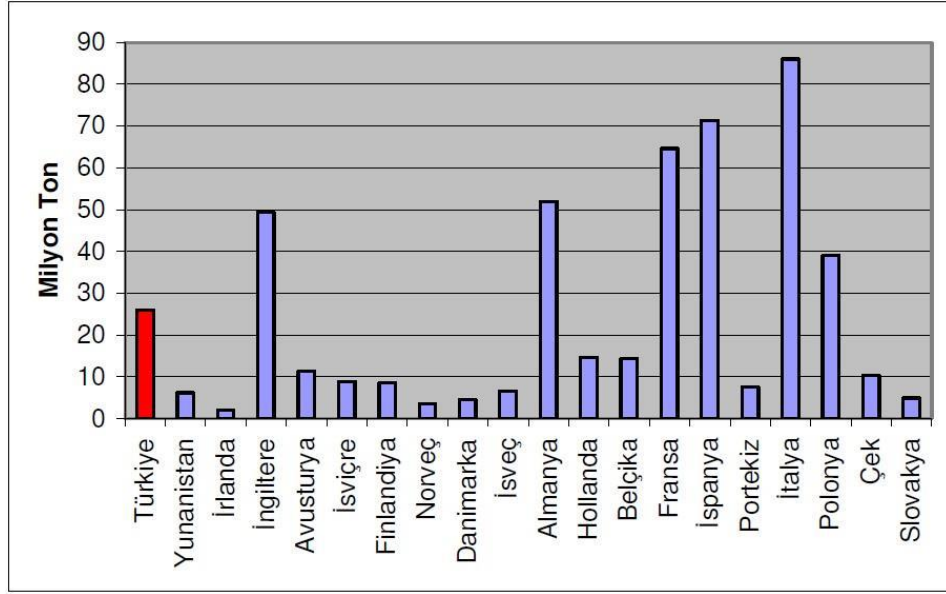
Şekil 5.1. Yakıt tasarruf miktarları.

Isı yalıtımı uygulamasından sonra çevre kirliliğinde azalma ve fosil yakıt tüketimi azalmasından dolayı hava kirliliğinde düşüş olduğu açıkça görülmüştür. Yakıt tasarrufu miktarı hesapladığımızda Şekil 5.1 ve 5.2 'deki sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 5.2'de Türkiye'deki enerji üretim ve tüketim oranları verilmiştir. 2005 yılında enerji üretim ve tüketim değerlerinin oranlarına bakarsak %63'lük fark olduğu görülecektir. Ortalama %63 yakıt tasarrufu yapılmakta. Şekil 5.2'de verilen %63 tasarruf, ülkenin dışa bağımlı enerji ihtiyacının aynı oranlarda düşmesi anlamına gelir. Yalıtım için yapılan yatırımlar aynı şekilde tasarruf olarak cebimize ve ülkemize geri dönmektedir.

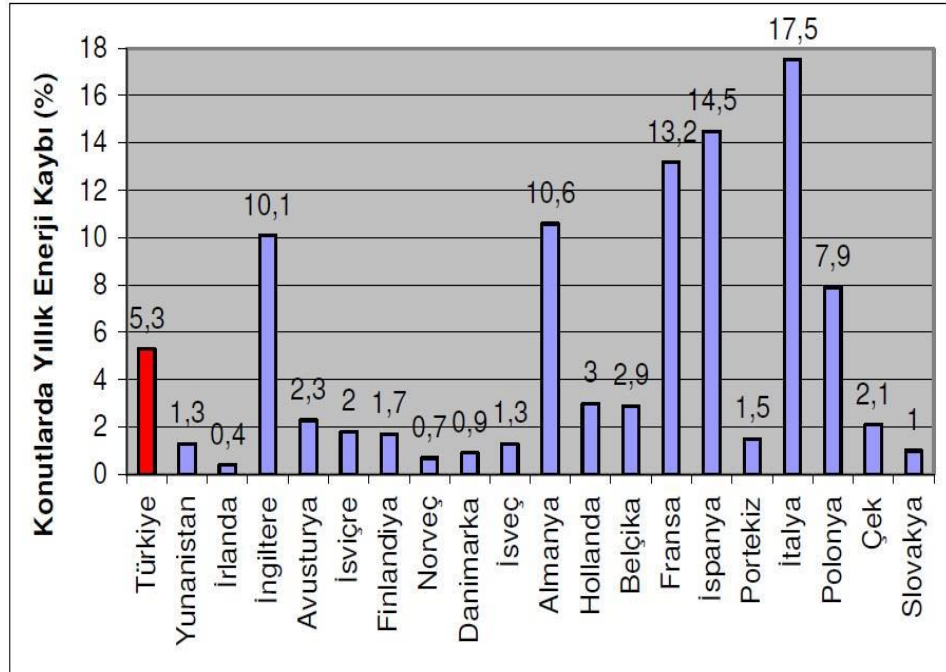


Şekil 5.2. Türkiye’de enerji üretim ve tüketimi oranları.

Günümüzde yapılaşmanın artmasıyla birlikte yapıların konfor şartlarını yakalamak için enerji sarfiyatı da artmaktadır. Sarf edilen enerji verimli kullanmak bir zorunluluk haline gelmiştir. Enerjiyi verimli kullanamadığımız da yapı ömürlerinin kısalması, çevreye yayılan SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ve CO<sub>2</sub> gibi zehirli gazlar insan sağlığının bozulması neden olur. Bunlara bağlı olarak çevre kirliliği, küresel sorunlar, enerji tüketimine bağlı olarak üretimde kullanılan yakıt giderlerinin artması gibi sorunlar meydana gelir. Çevre kirliliği ile ilgili ‘Avrupa Mineral Yün Yalıtım Malzemeleri Üreticileri Birliği’ EURIMA tarafından yapılan incelemelerde yapılardan çıkan yıllara ait toplam CO<sub>2</sub> emisyonlarının miktarları tespit edilmiştir. Ülkemizde toplumun iklim değişikliği ve küresel ısınma yada yapılarda ısı yalıtımının çevre için taşıdığı önemi konusunda yeterince bilinçli olmadığı saptanmıştır. İnsanların, kişisel çabaların CO<sub>2</sub> emisyonlarını azaltmak açısından binalarda yalıtımı geliştirme konusunda gösterecekleri gayretle düşürülebilir ama bu hassas konunun farkında olmadıkları açıkça ortadadır. Bu yüzden yapılarda yalıtım standartlarının yükseltilmesi için gayret gösterilmesi gerekmektedir.

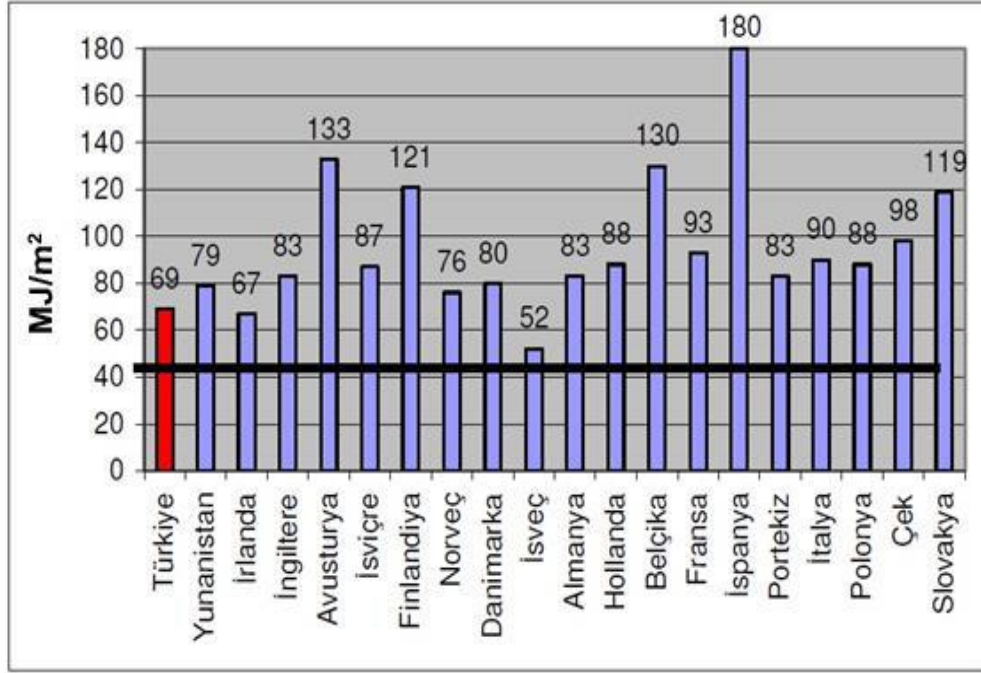


Şekil 5.3. Ülkelere göre CO2 emisyonları kaybı grafiği.



Şekil 5.4. Yapılarda senelik enerji kaybı.





Şekil 5.5. Dış cephelerde enerji kaybı.

Yapıların ısı ihtiyaçları, yapıların bulunduğu bölgenin konumu, iklim şartlarına göre belirlenir. Türkiye'deki bazı şehirler ve dünya üzerindeki bazı ülkelerin ısıtma için sarf ettikleri yıllık ortalama ısı miktarı verilmiştir.

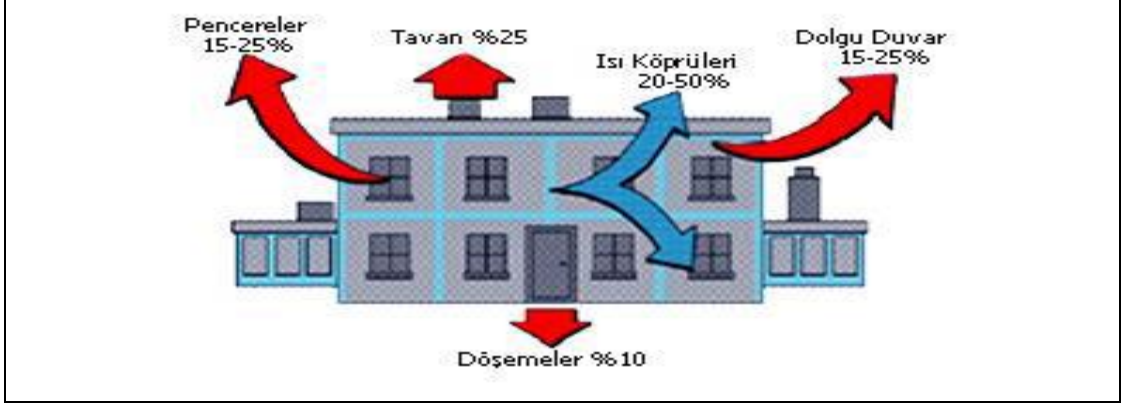
- İsviçre'te yerleşkeler arasında; 20.000–30.000 Kcal / m<sup>2</sup>.yıl
- Birleşik Krallık'da yerleşkeler arasında; 20.000–40.000 Kcal / m<sup>2</sup>.yıl
- Hollanda'da yerleşkeler arasında; 40.000–60.000 Kcal / m<sup>2</sup>.yıl

Ülkemiz 'deki bazı şehirlerde;

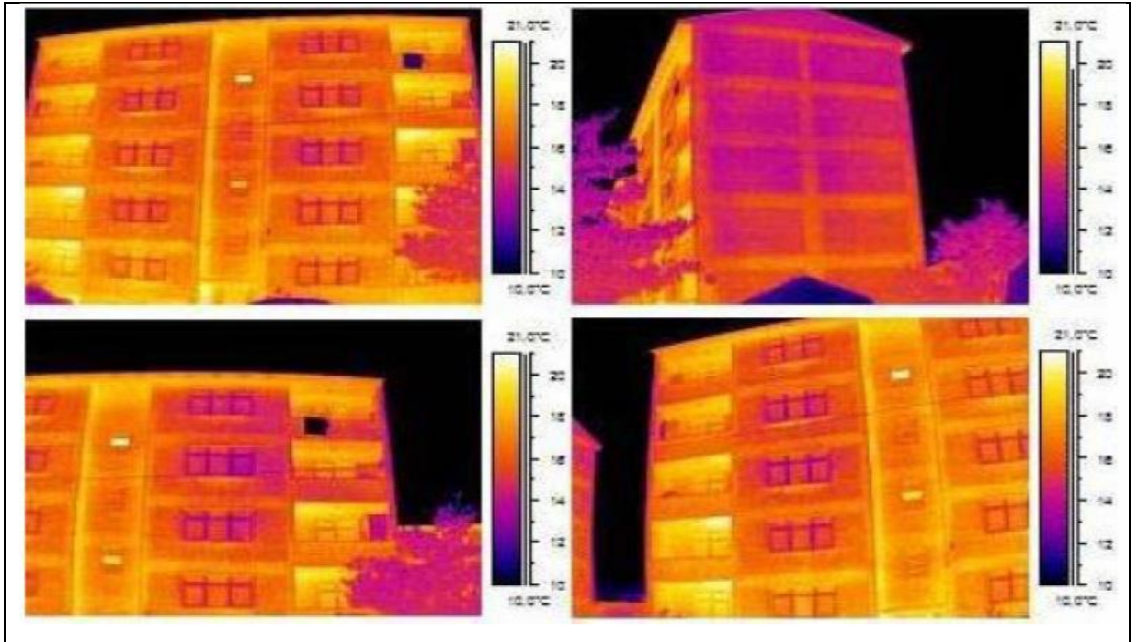
- Ankara'da: 91.425 Kcal / m<sup>2</sup>.yıl
- Kars'ta: 165.200 Kcal / m<sup>2</sup>.yıl'dır
- Alanya'da: 20.475 Kcal / m<sup>2</sup>.yıl
- Manisa'da: 61.425 Kcal / m<sup>2</sup>.yıl
- İstanbul'da: 70.200 Kcal / m<sup>2</sup>.yıl

Yapıların tavan, duvar, döşeme gibi birçok bölgesinden ısı kaybetmekte ve bu yüzden binaların yakıt sarfiyatı artmaktadır. Yapılarda genel olarak toplam ısı

kayıbu Őu Őeklide oranlanmıŐ; dōŐemelerden %10, pencere yūzeylerinden %15 ile %25 arası (pencere tek cam, Őift cam), tavanlardan %25, dolgu duvarlarda %15 ile %25 arasında, oluŐan ısı kōprūlerinden ise % 20 ile %50 gibi būyūk bir kayıp olmaktadır. (Őekil 5.6)



Şekil 5.6. Yapılarda enerji kaybı.



Şekil 5.7. Yalıtımsız binalarda ısı kaybı.

## BÖLÜM 6

### MATERYAL VE METOT

#### 6.1. DENEY HAZIRLIĞI

Uygulama 5 adet sabit beton blok duvar ve 1 adet yalıtım malzemesi karışımı değişken beton blok duvardan oluşmaktadır. Sabit beton blokların taban kısmı 500x500x50 mm, arka beton blok duvar 500x300x50 mm, yan beton blok duvarlar 400x300x50 mm, tavan blok kısmı 500x450x50 mm, yalıtım malzemeli karışım malzemeli değişken beton blok duvar ise 500x350x50 mm ölçülerinde tasarlanmıştır. Blok duvarların imalatı için ihtiyacımız olan kalıplar ahşap çıta kullanılarak belirtilen ölçülere uygun şekilde hazırlanacaktır.



Şekil 6.1. Sistemde kullanılan termostat.

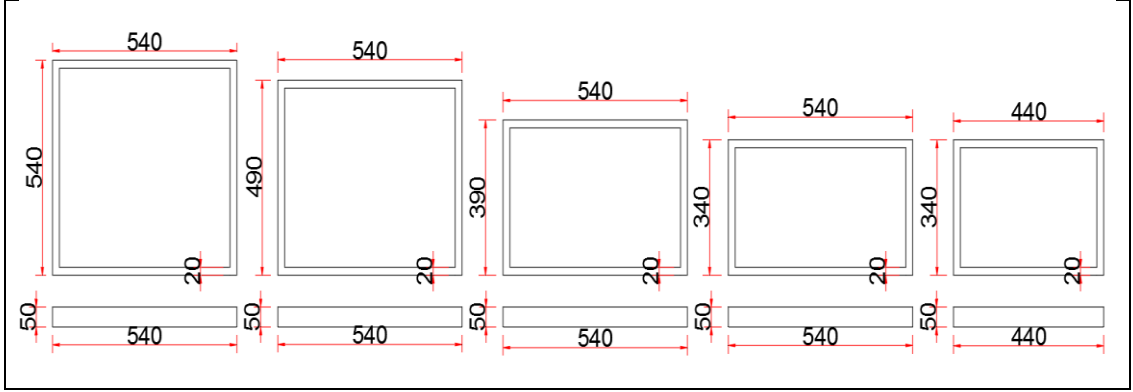
Daha sonra hazırlanacak olan kalıpların içine istenilen oranda çimento ve kumdan oluşan harç betonu hazırlanıp dökülecektir.

İlk başta kalıplara dökülecek olan beton içine herhangi bir yalıtım malzemesi karıştırılmayacak olup 1 adet taban, 1 adet tavan, 2 adet yan duvar, 1 adet arka duvar ve 1 adet ön (değişken) duvar dökülecektir. Daha sonra ön (değişken) duvarın içine çeşitli yalıtım malzemeleri karıştırılarak toplam 4 adet değişken duvar dökülüp hazırlanacaktır. Değişken beton blokların içerisinde kullanacağımız yalıtım malzemeleri sırasıyla talaş, cam elyaf, kauçuk ve strafor köpüktür. Bütün blok beton duvarlar hazırlandıktan sonra birleştirilip toplam 0,80 metrekare iç yüzey alanına sahip olan bir dikdörtgen prizma oluşturulacak ve taban, tavan ve 3 duvar sabit olup ön duvar değiştirilip deneylere başlanılacaktır.

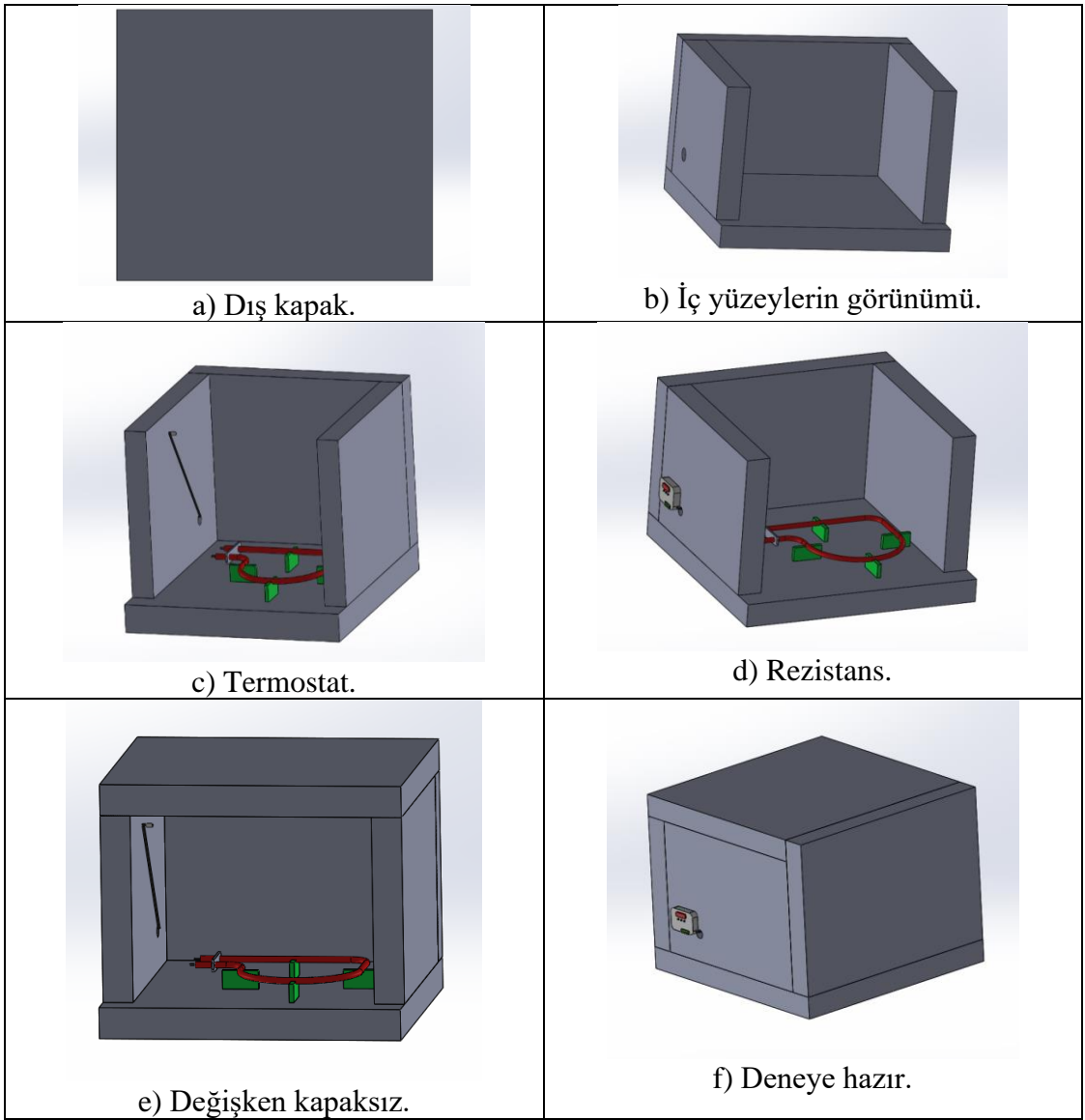


Şekil 6.2. Uygulama rezistans montajı.

Yapı içine ısıtmayı sağlamak için 1 adet 750 W gücünde ısıtıcı rezistans yerleştirilecek ve yapı içine içerideki ısıyı sabit derecede tutup soğuma ve ısınmayı kontrol edip sistemi açıp kapatacak termostat termokupl'u yerleştirilecektir. Sistemin çalışma süresince çektiği gücü görmek için 1 adet wattmetre kullanılacaktır. Sistemde rezistans 1 saat çalışacak şekilde ayarlanacaktır. Yani rezistans, toplam çekilen güç göz önüne alınarak ısı iletim katsayısı hesaplanacaktır. Bu hesaplama toplam 5 değişken duvar için yapılacak olup her duvar için sistem gün aşırı çalıştırılıp her duvarın ısı iletim katsayısı ayrı ayrı hesaplanacaktır.



Şekil 6.3 Beton blok duvar kalıplarının autocad çizimi.



Şekil 6.4 Yapılacak çalışmanın solidworks programında çizimi.

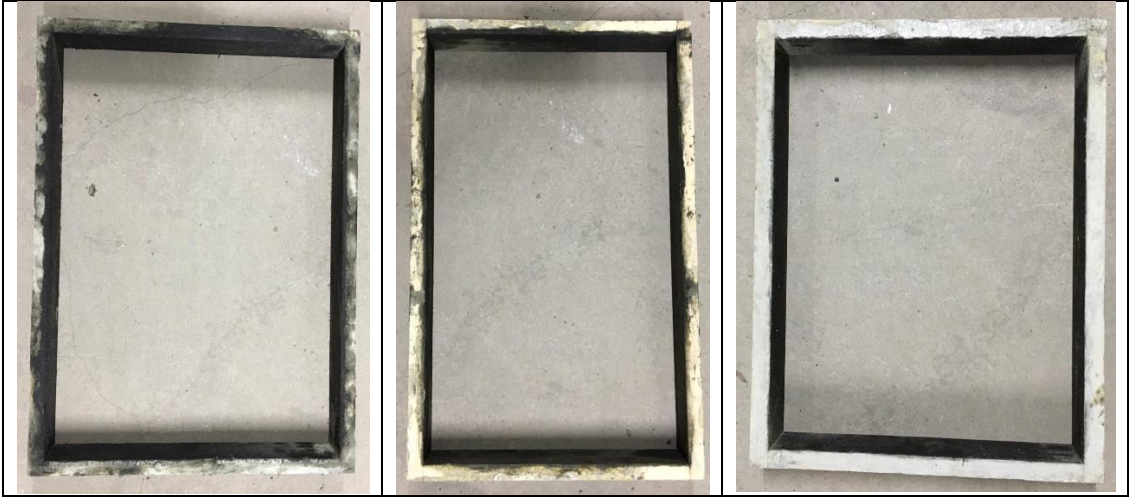
### 6.1.1. Blok Duvar Kalıpların İmalatı

Beton blok taban kalıbı için 540x540x50 mm, arka beton blok duvar kalıbı için 540x340x50 mm, yan beton blok duvar kalıbı için 440x340x50 mm, tavan blok kalıbı 540x490x50 mm, yalıtım malzemeli karışım malzemeli değişken beton blok duvar kalıbı ise 540x390x50 mm ölçülerinde ahşap çitadan imal edilmiştir.



Şekil 6.5 Tavan kalıbı.

Şekil 6.6 Taban kalıbı.



Şekil 6.7 Ön kalıp.

Şekil 6.8 Arka kalıp.

Şekil 6.9 Yan kalıp.

### 6.1.2. Blok Beton Duvar İmalatı

Sabit beton blokların taban kısmı 500x500x50 mm, arka beton blok duvar 500x300x50 mm, yan beton blok duvarlar 400x300x50 mm, tavan blok kısmı

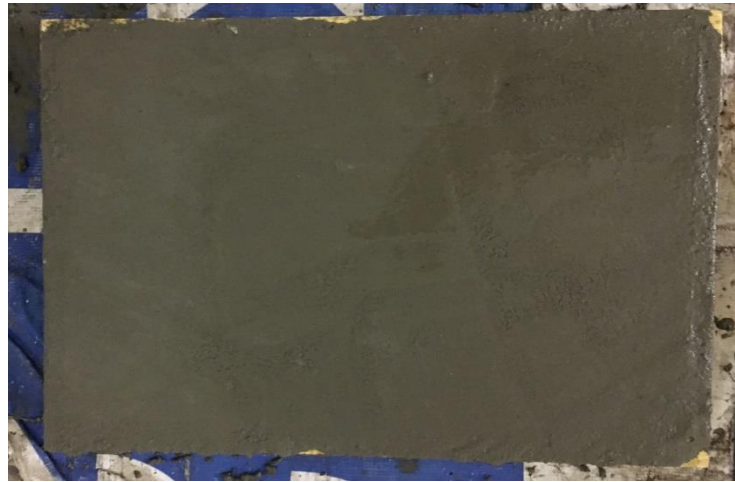
500x450x50 mm, yalıtım malzemeli karışım malzemeli değişken beton blok duvar ise 500x350x50 mm ölçülerinde imal edilmiştir. İmal edilirken harçta kullanılan kum ve çimento 3/1 oranında karıştırılmıştır.



Şekil 6.10 Beton blok duvar imalatı.

### 6.1.3. Yalıtımsız Değişken Beton Blok Duvar

Beton blok duvar 500x350x50 mm ölçülerinde olup 0.00875 m<sup>3</sup> harç kullanılarak imal edilmiştir.



Şekil 6.11 Yalıtımsız değişken beton blok duvarın hazırlanması.

#### 6.1.4. Talaş Karışımı Değişken Beton Blok Duvar

Talaşlı beton blok duvar 500x350x50 mm ölçülerinde olup 0.00875 m<sup>3</sup> harcın içine 750 gram iri kıyım talaş eklenerek imal edilmiştir.



Şekil 6.12 Talaş karışımı değişken beton blok duvarın hazırlanması.

#### 6.1.5. Cam Elyaf Karışımı Değişken Beton Blok Duvar

Cam elyafli beton blok duvar 500x350x50 mm ölçülerinde olup 0.00875 m<sup>3</sup> harcın içine 750 gram 3 mm boyutunda kırılmış cam elyaf eklenerek imal edilmiştir.

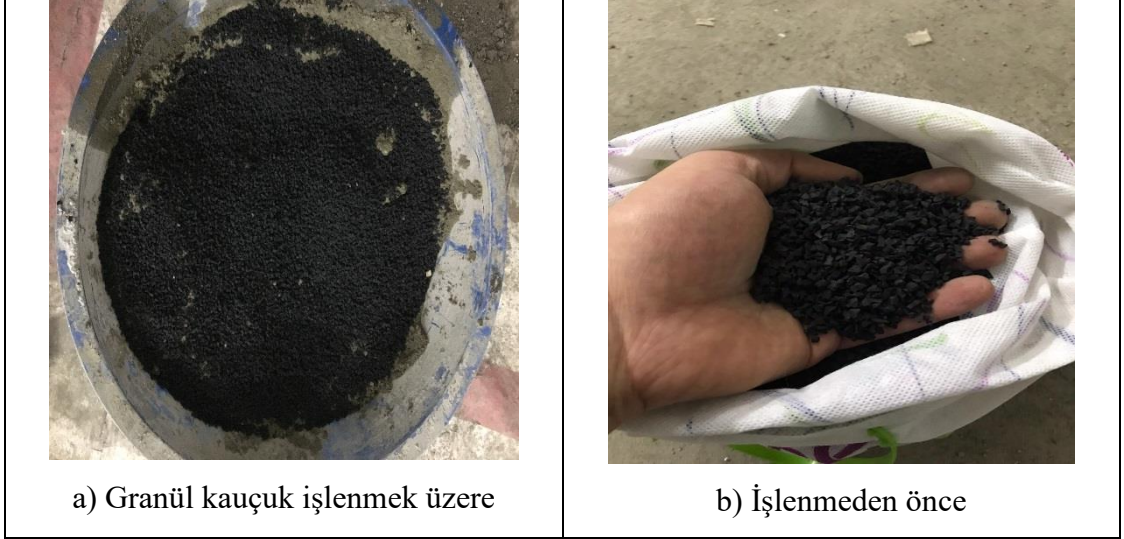


Şekil 6.13-14 Cam elyaf karışımı değişken beton blok duvarın hazırlanması.



### 6.1.6. Granül Kauçuk Karışımı Değişken Beton Blok Duvar

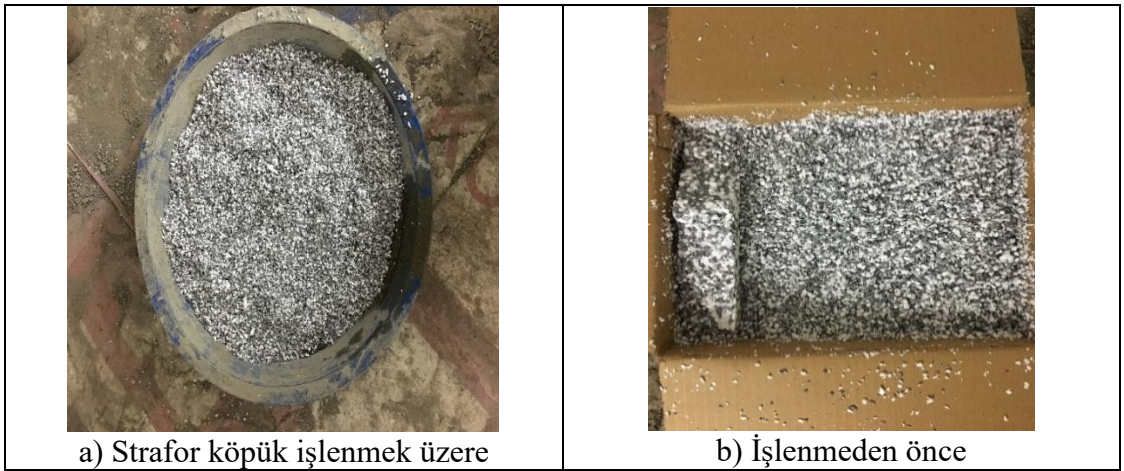
Granül kauçuklu beton blok duvar 500x350x50 mm ölçülerinde olup 0.00875 m<sup>3</sup> harcın içine 750 gram granül kauçuk eklenerek imal edilmiştir.



Şekil 6.15 Granül kauçuk karışımı değişken beton blok duvarın hazırlanması.

### 6.1.7. Strafor Köpük Karışımı Değişken Beton Blok Duvar

Strafor köpüklü beton blok duvar 500x350x50 mm ölçülerinde olup 0.00875 m<sup>3</sup> harcın içine 350 gram strafor köpük eklenerek imal edilmiştir.



Şekil 6.16 Strafor köpük karışımı değişken beton blok duvarın hazırlanması.



Şekil 6.17 Uygulamanın son hali.

## BÖLÜM 7

### DENEYLER VE SONUÇ

Uygulamanın kurulumu tamamlanıp, gerekli ölçüm cihazları yerleştirildikten sonra deney alma kısmına geçilmiştir. Deney alma işlemi birer gün ara ile yapılmıştır. Deneyde iç ortam sıcaklığı 35 °C olarak belirlenmiştir. Deneye başlamadan önce sistem içi ve duvar sıcaklıklarının kararlı hale gelmesi için sistem 2 saat çalıştırılmıştır. Sıcaklık istenilen kararlılığa ulaştıktan sonra wattmetre sisteme eklenip deney başlatılmıştır. Wattmetre 1 saat süreyle çalıştırılıp her 5 dakikada bir kızılötesi termometre ile yüzey sıcaklıkları, termometre ile dış ortam sıcaklıkları ölçülüp kayıt edilmiştir. Deney sonunda kayıt edilen yüzey sıcaklıkları neticesinde ortalama değerler alınmıştır. Deney sonucunda sistemin çektiği toplam güç, yüzey alanları dikkate alınarak iç yüzey alanlarıyla oranlanarak birim yüzeylere düşen güç hesaplanmıştır. Buna göre değişken duvarın yüzey alanı tarafından harcanan güç bulunup, ısı transfer mekanizması olan ısı iletim denklemindeki “ısı iletim katsayısı (k)” hesaplanmıştır

#### 7.1. Deney Ölçüm Cihazları

##### 7.1.1. Termometre

Sıcaklık ölçmek için kullanılır. 5 çeşit termometre vardır.

- Alkollü termometre
- Cıvalı termometre
- Dijital termometre
- Katı termometre
- Gazlı termometre



Şekil 7.1 Dijital termometre.

Ortam sıcaklığını ölçmek için dijital termometre kullanılmıştır.  $-20^{\circ}\text{C}$  ile  $+80^{\circ}\text{C}$  aralığında ölçüm yapabilmektedir.

### 7.1.2. Kızılötesi Termometre

Cisimlerin yüzey sıcaklıklarını temas gerektirmeden ölçebilen termometre çeşididir. Kızılötesi ışın göndererek cismin yüzeyinden geri yansıyan ışını algılayıp ekranında yüzey sıcaklığını gösterir.



Şekil 7.2 Kızılötesi termometre.

Herhangi bir termokupl kullanımı gerektirmeden kızılötesi ışın kullanarak beton blokların yüzey sıcaklıklarını daha hassas bir şekilde ölçmek için kullanılmıştır. -50°C ile +300°C aralığında ve  $\pm 1.5^\circ\text{C}$  hassasiyet ile ölçüm yapabilmektedir.

### 7.1.3. Termostat

Ortam sıcaklığını sabit tutmak için kullanılan bir tür kontrol aracıdır. Ortamın istenilen ısıda kalabilmesi için cihaza başlatma ve durma komutunu verir. Soğutma ve ısıtma sistemlerinde kullanılır.



Şekil 7.3 Termostat.

Sisteme koyduğumuz termostat, iç ortam sıcaklığı 35 °C olacak şekilde ayarlanmıştır. Tolerans değeri 0.1 °C olarak belirlenmiştir. DC 12V ile çalışmaktadır. Rezistans ile bağlantısı yapılmış olup prob sayesinde sistemin sıcaklığını algılayıp röle yardımıyla rezistansa giden elektriği kapatıp-açmaktadır. -50°C ile +110°C arasında sıcaklığı algılayabilmekte,  $\pm 1^\circ\text{C}$  ölçüm hatası yapabilmektedir.

#### 7.1.4. Rezistans

Direnç telinin üzerinin elektrik yalıtımlı ısıyı geçirebilen malzeme ile kaplanması ile oluşur. Direnç teli üzerinde geçen elektrik enerjisini ısı enerjisine dönüştürür.



Şekil 7.4 Flanşlı rezistans.

Seçtiğimiz rezistans flanşlı rezistans olup 750W gücündedir. .Sistemin iç taban kısmına yerleştirilip termostata bağlantısı yapılmıştır. Sistemin ısı gereksinimlerini karşılamaktadır.

#### 7.1.5. Wattmetre

Devreden geçen gücü ölçmeye yarayan alete wattmetre denir. Devreden geçen akım ve gerilim değerleri bilinmeden devreden geçen gücün ölçümü yapılamaz.



Şekil 7.5 Diğital wattmetre.

Kullandığımız wattmetre ile sistemin çalışma süresini, çektiği gücü görüyoruz. Anlık amper, volt değerleri de ekranı sayesinde rahatlıkla okunmakta. TT-TECHNIC PMG-1 model 16A 3680W

Anma gerilimi: 250 Volt, 50

Maksimum akım tüketimi: 16A

Ekran kWh: 0 999.9 kWh

Ekran Süresi: 0 999.9 Std.

Çalışma sıcaklık aralığı: + 5 °C ile + 40 °C

Uygulama: 2980 watt'a kadar değişen ölçme, yuvası sayesinde dahili pilli, çocukları koruma, basit üzerinde 4 tuşu olan tamam, değer, görüntüleme ve ayar tuşları ile çalıştırma özelliklerine sahiptir.

### 7.1.6. Adaptör

Şehir şebekesinin sahip olduğu 220V – 16A AC elektrik değerlerini elektronik devrelerde kullanamadığımız için daha düşük volt ve amper değerlerine ihtiyaç duyarız. Volt ve amperi sabit DC elektrik çeviricilerine adaptör denir.



Şekil 7.6 Adaptör.

Kullanılan termometre 12V – 1A besleme gücü gerektirdiği için adaptör kullanılarak elektrik bağlantısı tamamlanmıştır.

## 7.2. UYGULAMANIN KURULUMU VE ÖLÇÜM PARAMETRELERİ

### 7.2.1. Uygulamanın Kurulumu

İmal edilen beton blok duvarlar aralarına sadece çimento ve su karışımından hazırlanmış harç ile birbirlerine yapıştırılmıştır. İlk olarak taban, arka ve yan duvarlar birbirlerine yapıştırılıp, iç kısmın tabanına rezistans bağlantısı yapılmıştır. Daha sonra sol yan duvara monte edilen termostata rezistansın kablo bağlantısı yapılmıştır. Prize giden kabloya ise sisteme gelen elektriği kapatıp-açmak için anahtar koyulmuştur. Yan duvara monte edilen termostatın iç ortam sıcaklığını ölçmesi amacıyla koyulan termokupl duvarın iç kısmına yapıştırılmıştır. Bu işlemler bittikten



sonra ön ve tavan duvarları diğer duvarlarla birlikte birbirine yapıştırılarak sistem hazır hale getirilmiştir. Deneyler sırasında, sadece değişken olan duvar deney alındıktan sonra arasındaki kuruyan çimento harcı kırılarak yerine diğer değişken duvar yapıştırılmıştır.



Şekil 7.7 Duvarların birleştirilerek uygulamanın kurulumu.

### 7.2.2. Ölçüm Parametreleri

Rezistans yardımıyla iç ortam istenilen sıcaklık derecesine (35°C) kadar ısıtılacak. Rezistans kontrolü kullanış olduğumuz elektronik termostat ile sabit bir sıcaklıkta tutulacak. Kızılötesi termometre ile yüzey sıcaklıkları ölçülüp, wattmetrenin çalışma süresince çektiği watta bağlı olarak değişken duvarın yüzey alanına göre ısı transfer mekanizmalarından ısı iletimi formülü kullanılarak (k) ısı iletim katsayısı hesaplanacak.

### 7.2.3. Teorik Analiz

$$\frac{\text{Toplam Çekilen Güç (W)}}{\text{Değişken Duvara Harcanan Güç (W)}} = \frac{\text{Toplam İç Yüzey Alanı (m}^2\text{)}}{\text{Değişken Duvar Toplam İç Yüzey Alanı (m}^2\text{)}} \quad (7.1)$$

$$\text{Değişken Duvara Harcanan Güç (W)} = \frac{\text{Toplam Çekilen Güç (W)} \times \text{Değişken Duvar Toplam İç Yüzey Alanı (m}^2\text{)}}{\text{Toplam İç Yüzey Alanı (m}^2\text{)}} \quad (7.2)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır.

#### 7.2.3.1. Isı İletim Kat Sayısı Hesabı

$$Q = k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{L} \quad (7.3)$$

$$k = \frac{Q}{A \cdot \frac{\Delta T}{L}} \quad (7.4)$$

Eşitliği ile hesaplanmıştır.

Eşitlikte;

$$Q = \text{Güç}$$

k = Isı İletim Kat Sayısı

A = Alan

$\Delta T$  = Sıcaklık Farkı

L = Kalınlık

olarak belirtilmiştir.

### 7.3. DENEYLER ve DEĞERLENDİRME

Uygulamanın kurulumu tamamlanıp, gerekli ölçüm cihazları yerleştirildikten sonra deney alma kısmına geçilmiştir. Deney alma işlemi birer gün ara ile yapılacağı planlanmıştır. Deneyde iç ortam sıcaklığı 35 °C olarak belirlenmiştir. Deneye başlamadan önce sistem içi ve duvar sıcaklıklarının kararlı hale gelmesi için sistem 2 saat çalıştırılmıştır. Sıcaklık istenilen kararlılığa ulaştıktan sonra wattmetre sisteme eklenip deney başlatılmıştır. Wattmetre 1 saat süreyle çalıştırılıp her 5 dakikada bir kızılötesi termometre ile yüzey sıcaklıkları, termometre ile dış ortam sıcaklıkları ölçülüp kayıt edilmiştir. Deney sonunda kayıt edilen yüzey sıcaklıkları neticesinde ortalama değerler alınmıştır. Deney sonucunda sistemin çektiği toplam güç, yüzey alanları dikkate alınarak iç yüzey alanlarıyla oranlanarak birim yüzeylere düşen güç hesaplanmıştır. Buna göre değişken duvarın yüzey alanı tarafından harcanan güç bulunup, ısı transfer mekanizması olan ısı iletim denklemindeki “ısı iletim katsayısı (k)” hesaplanmıştır.

#### 7.3.1. İç Yüzey Alanı Hesabı

İç yüzey alanları hesaplanırken, yüzeylerin alanlarından birleşmek noktaları çıkartılıp sadece ısı iletimi olan alan hesabı yapılmıştır. (Uygulamada kullanılan blokların kalınlıkları özdeş olup  $L = 0.05m$ )

Taban ve tavan yüzey alanı ;

$$0.4 \times 0.4m = 0.16m^2$$

Yan yüzeylerin alanı ;

$$0.3 \times 0.4 = 0.12m^2$$

Toplam iç yüzey alanı ;

$$(0.16 \cdot 2) + (0.12 \cdot 4) = 0.32 + 0.48 = 0.8\text{m}^2$$

### 7.3.2. İç Yüzey Alanına Göre Güç Hesabı;

$$\text{Değişken Duvara Harcanan Güç (W)} = \frac{\text{Toplam Çekilen Güç (W)} \times \text{Değişken Duvar Toplam İç Yüzey Alanı (m}^2\text{)}}{\text{Toplam İç Yüzey Alanı (m}^2\text{)}} \quad (7.5)$$

$$\text{Değişken Duvara Harcanan Güç} = \frac{580 \times 0.12}{0.8} = 87 \text{ W} \quad (7.6)$$

## 7.4. DENEYLER

Talaş takviyeli, Strafor takviyeli, Granül kauçuk takviyeli, Cam elyaf takviyeli ve direct düz beton olarak 5 ayrı deney kalıbı hazırlandı.

### 7.4.1. Düz Beton Blok

Sisteme düz beton blok yerleştirilip deney başlatılmıştır. Ölçülen parametreler aşağıdaki grafikte yer almaktadır.

DÜZ BETON BLOK										
Ölçüm	Sistem Çalışma Süresi ( sn )	Harcadığı Güç ( W )	Dış Ortam Sıcaklığı ( °C )	Dış Yüzey Sıcaklığı ( °C )	İç Ortam Sıcaklığı ( °C )					
1	300	48,33333333	17,4	23,5	35,1					
2	300	48,33333333	17,4	23,5	35,1					
3	300	48,33333333	17,3	23,4	35					
4	300	48,33333333	17,2	23,4	35					
5	300	48,33333333	17,2	23,3	35,1					
6	300	48,33333333	17,3	23,3	35					
7	300	48,33333333	17,3	23,4	35,1					
8	300	48,33333333	17,2	23,4	35,1					
9	300	48,33333333	17,2	23,3	35					
10	300	48,33333333	17,1	23,2	34,9					
11	300	48,33333333	17,1	23,2	34,9					
12	300	48,33333333	17,2	23,3	34,9					
	TOPLAM	3600	TOPLAM	580	ORTALAMA	17,24166667	ORTALAMA	23,35	ORTALAMA	35,0166667

Şekil 7.8 Düz beton blok deney verileri.

İç mahal sıcaklığı: 35.01 °C

Dış mahal sıcaklığı: 17.24 °C

Dış yüzey sıcaklıkları;

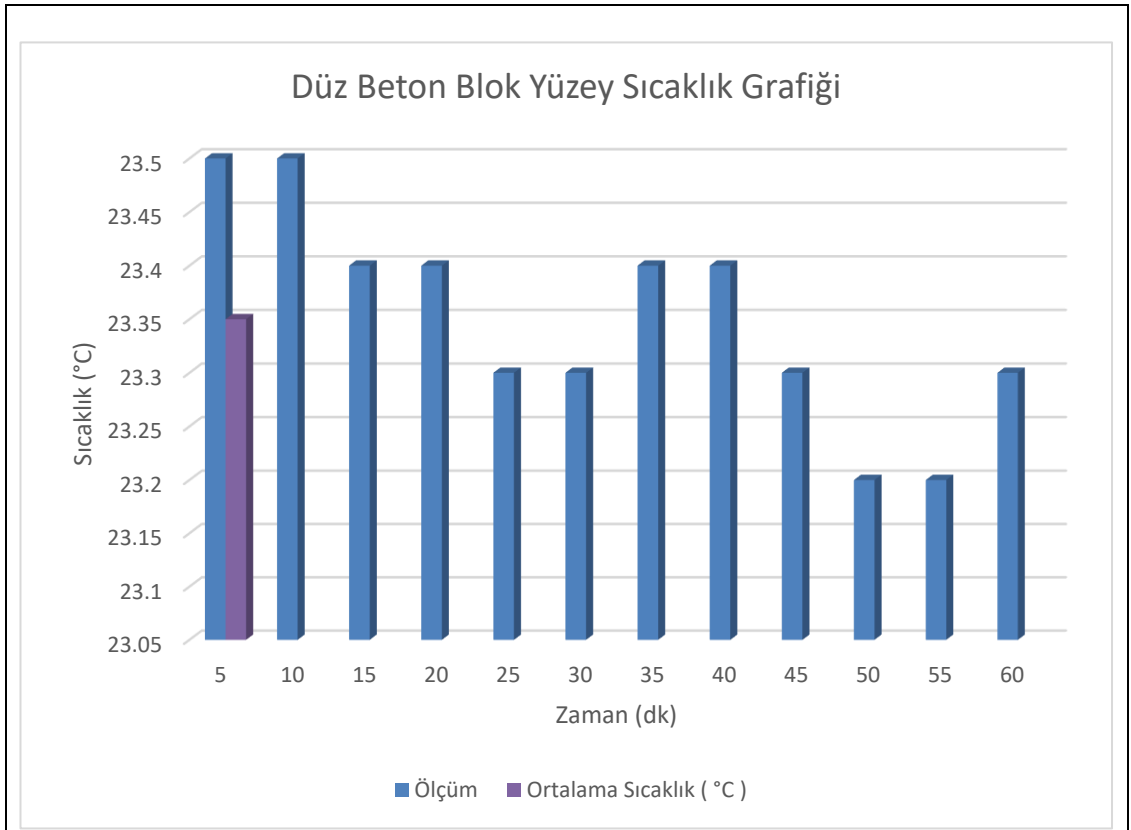
Değişken duvar sıcaklığı: 23.3 °C

Yan sağ duvar sıcaklığı: 23.3 °C

Yan sol duvar sıcaklığı: 23.3 °C

Arka duvar sıcaklığı: 23.3 °C

Üst (tavan ) sıcaklığı: 24.5 °C



Şekil 7.9 Düz beton blok deney verilerinin grafik üzerinde gösterimi.

“k” hesabı ;

$$k = \frac{Q (W)}{A (m^2) \cdot \frac{\Delta T (°C)}{L (m)}} = \frac{87}{0.12 \cdot \frac{(35 - 23.3)}{0.05}} = 3.09 \text{ W/mK}$$

formül (5.4) kullanılarak hesaplanmıştır.

#### 7.4.2. Talaşlı Beton Blok

Sisteme talaşlı beton blok yerleştirilip deney başlatılmıştır. Ölçülen parametreler aşağıdaki grafikte yer almaktadır.

TALAŞLI BETON BLOK										
Ölçüm	Sistem Çalışma Süresi ( sn )	Harcadığı Güç ( W )	Dış Ortam Sıcaklığı ( °C )	Dış Yüzey Sıcaklığı ( °C )	İç Ortam Sıcaklığı ( °C )					
1	300	48,33333333	17,1	20,6	35,1					
2	300	48,33333333	17,2	20,5	35,1					
3	300	48,33333333	17,3	20,6	35					
4	300	48,33333333	17,4	20,6	35					
5	300	48,33333333	17,3	20,6	35,1					
6	300	48,33333333	17,1	20,7	35					
7	300	48,33333333	17,1	20,7	35,1					
8	300	48,33333333	17,2	20,6	35,1					
9	300	48,33333333	17,2	20,6	35					
10	300	48,33333333	17,3	20,5	34,9					
11	300	48,33333333	17,1	20,6	34,9					
12	300	48,33333333	17,2	20,7	34,9					
	TOPLAM	3600	TOPLAM	580	ORTALAMA	17,208333	ORTALAMA	20,6083333	ORTALAMA	35,0166667

Şekil 7.10 Talaşlı beton blok deney verileri.

İç mahal sıcaklığı: 35.01 °C

Dış mahal sıcaklığı : 17.20 °C

Dış yüzey sıcaklıkları;

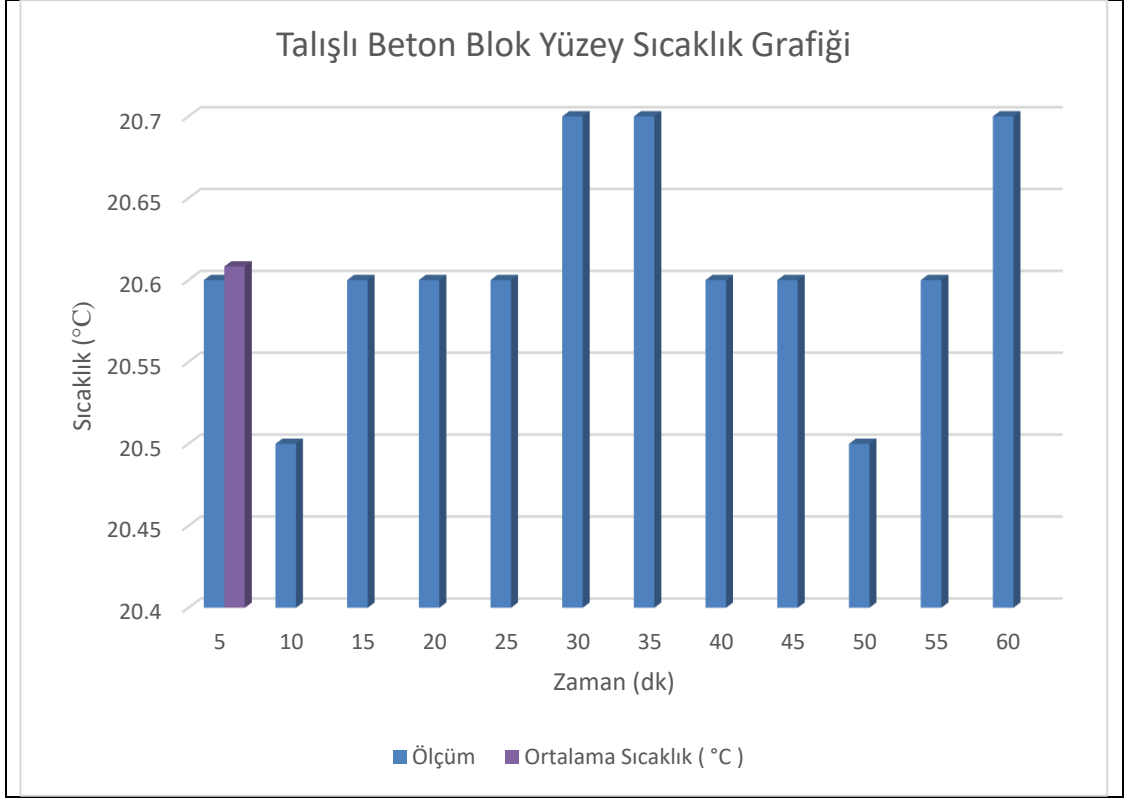
Değişken duvar sıcaklığı: 20.6 °C

Yan sağ duvar sıcaklığı: 23.6 °C

Yan sol duvar sıcaklığı: 23.6 °C

Arka duvar sıcaklığı: 23.6 °C

Üst (tavan ) sıcaklığı: 25.3 °C



Şekil 7.11 Talaşlı beton blok deney verilerinin grafik üzerinde gösterimi.

“k” hesabı ;

$$k = \frac{Q (W)}{A (m^2) \cdot \frac{\Delta T (°C)}{L (m)}} = \frac{87}{0.12 \cdot \frac{(35 - 20.6)}{0.05}} = 2.51 \text{ W/mK}$$

formül (5.4) kullanılarak hesaplanmıştır.

### 7.4.3. Cam Elyaflı Beton Blok

Sisteme cam elyaflı beton blok yerleştirilip deney başlatılmıştır. Ölçülen parametreler aşağıdaki grafikte yer almaktadır.

### CAM ELYAFLI BETON BLOK

Ölçüm	Sistem Çalışma Süresi ( sn )	Harcadığı Güç ( W )	Dış Ortam Sıcaklığı ( °C )	Dış Yüzey Sıcaklığı ( °C )	İç Ortam Sıcaklığı ( °C )					
1	300	48,33333333	17,2	22,3	34,9					
2	300	48,33333333	17,1	22,2	35					
3	300	48,33333333	17,2	22,2	35,1					
4	300	48,33333333	17,3	22,2	35,1					
5	300	48,33333333	17,4	22,3	35,1					
6	300	48,33333333	17,3	22,3	35					
7	300	48,33333333	17,3	22,1	35					
8	300	48,33333333	17,2	22,2	34,9					
9	300	48,33333333	17,2	22,2	35					
10	300	48,33333333	17,2	22,1	35,1					
11	300	48,33333333	17,1	22,2	35,1					
12	300	48,33333333	17,1	22,4	35					
	<b>TOPLAM</b>	<b>3600</b>	<b>TOPLAM</b>	<b>580</b>	<b>ORTALAMA</b>	<b>17,21667</b>	<b>ORTALAMA</b>	<b>22,225</b>	<b>ORTALAMA</b>	<b>35,025</b>

Şekil 7.12 Cam elyafli beton blok deney verileri.

İç mahal sıcaklığı: 35.02 °C

Dış mahal sıcaklığı : 17.21 °C

Dış yüzey sıcaklıkları;

Değişken duvar sıcaklığı: 22.2 °C

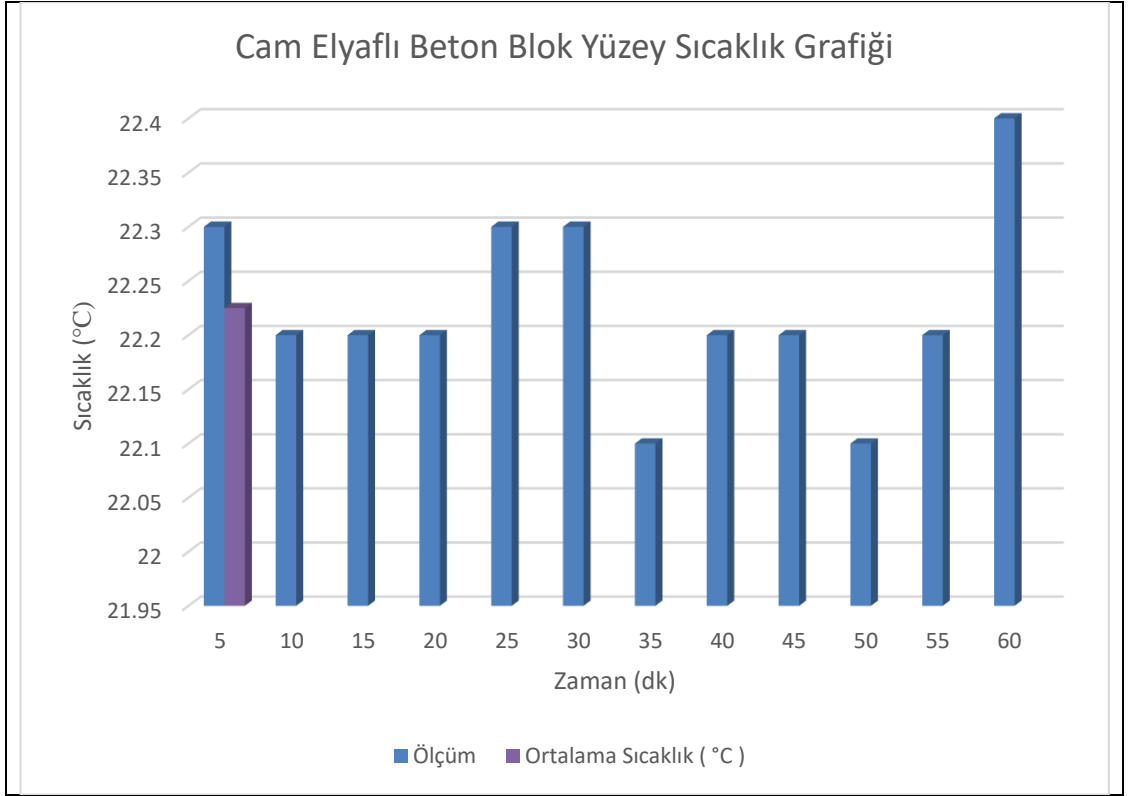
Yan sağ duvar sıcaklığı: 23.8 °C

Yan sol duvar sıcaklığı: 23.8 °C

Arka duvar sıcaklığı: 23.8 °C

Üst (tavan ) sıcaklığı: 25 °C





Şekil 7.13 Cam elyaflı beton blok deney verilerinin grafik üzerinde gösterimi.

“k” hesabı ;

$$k = \frac{Q \text{ (W)}}{A \text{ (m}^2) \cdot \frac{\Delta T \text{ (}^\circ\text{C)}}{L \text{ (m)}}} = \frac{87}{0.12 \cdot \frac{(35 - 22.2)}{0.05}} = 2.83 \text{ W/mK}$$

formül (5.4) kullanılarak hesaplanmıştır.

#### 7.4.4. Strafor Köpüklü Beton Blok

Sisteme strafor köpüklü beton blok yerleştirilip deney başlatılmıştır. Ölçülen parametreler aşağıdaki grafikte yer almaktadır.

STRAFOR KÖPÜKLÜ BETON BLOK										
Ölçüm	Sistem Çalışma Süresi ( sn )		Harcadığı Güç ( W )		Dış Ortam Sıcaklığı ( °C )		Dış Yüzey Sıcaklığı ( °C )		İç Ortam Sıcaklığı ( °C )	
1	300		48,33333333		17,2		21		34,9	
2	300		48,33333333		17,2		20,9		35	
3	300		48,33333333		17,3		20,9		35,1	
4	300		48,33333333		17,3		21		35,1	
5	300		48,33333333		17,4		20,9		35,1	
6	300		48,33333333		17,3		20,9		35	
7	300		48,33333333		17,3		21,1		35	
8	300		48,33333333		17,2		21		34,9	
9	300		48,33333333		17,2		21		35	
10	300		48,33333333		17,2		21,2		35,1	
11	300		48,33333333		17,1		21,2		35,1	
12	300		48,33333333		17,1		21,1		35	
	TOPLAM	3600	TOPLAM	580	ORTALAMA	17,23333333	ORTALAMA	21,0166667	ORTALAMA	35,025

Şekil 7.14 Strafor köpüklü beton blok deney verileri.

İç mahal sıcaklığı: 35.02 °C

Dış mahal sıcaklığı: 17.23 °C

Dış yüzey sıcaklıkları;

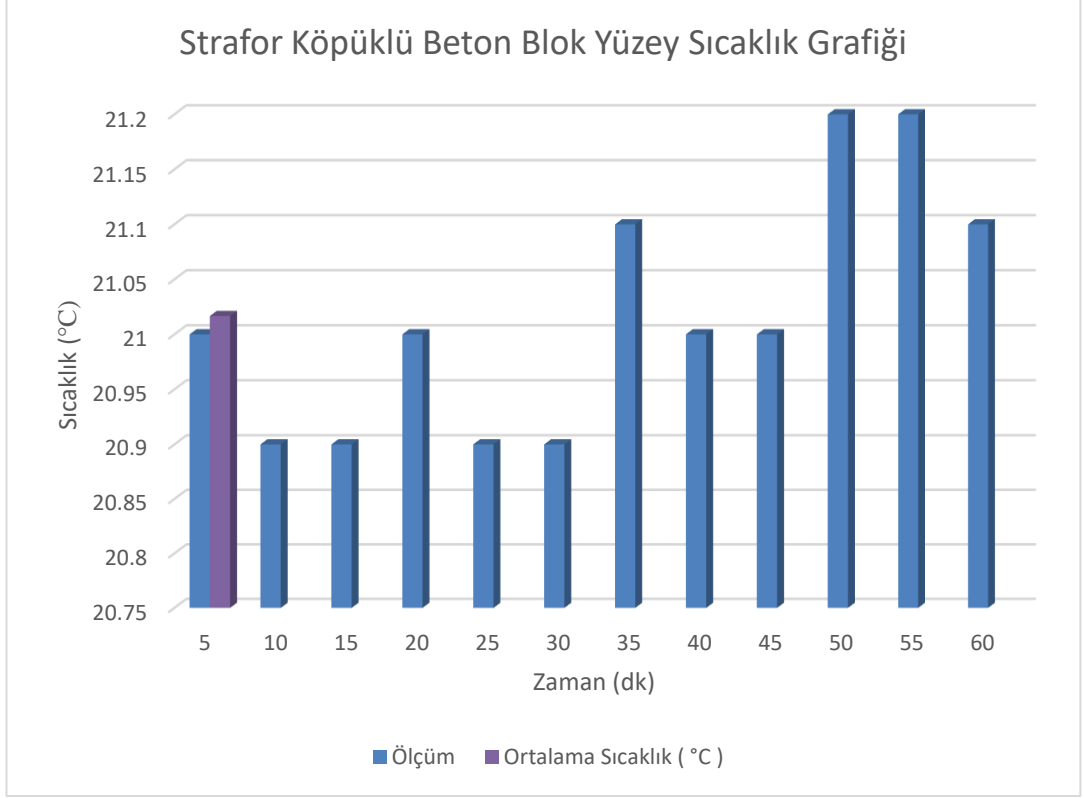
Değişken duvar sıcaklığı: 21 °C

Yan sağ duvar sıcaklığı: 23.5 °C

Yan sol duvar sıcaklığı: 23.5 °C

Arka duvar sıcaklığı: 23.5 °C

Üst (tavan ) sıcaklığı: 24.7 °C



Şekil 7.15 Strafor köpüklü beton blok deney verilerinin grafik üzerinde gösterimi.

“k” hesabı ;

$$k = \frac{Q \text{ (W)}}{A \text{ (m}^2) \cdot \frac{\Delta T \text{ (}^\circ\text{C)}}{L \text{ (m)}}} = \frac{87}{0.12 \cdot \frac{(35 - 21)}{0.05}} = 2.58 \text{ W/mK}$$

formül (5.4) kullanılarak hesaplanmıştır.

#### 7.4.5. Granül Kauçuklu Beton Blok

Sisteme granül kauçuklu beton blok yerleştirilip deney başlatılmıştır. Ölçülen parametreler aşağıdaki grafikte yer almaktadır.

GRANÜL KAUÇUKLU BETON BLOK										
Ölçüm	Sistem Çalışma Süresi ( sn )	Harcadığı Güç ( W )		Dış Ortam Sıcaklığı ( °C )		Dış Yüzey Sıcaklığı ( °C )		İç Ortam Sıcaklığı ( °C )		
1	300	48,33333333		17,2		21,9		35,1		
2	300	48,33333333		17,2		21,8		35		
3	300	48,33333333		17,3		21,8		35,1		
4	300	48,33333333		17,3		21,9		35,1		
5	300	48,33333333		17,4		21,8		35		
6	300	48,33333333		17,4		21,9		35		
7	300	48,33333333		17,3		21,8		35		
8	300	48,33333333		17,3		21,7		34,9		
9	300	48,33333333		17,2		21,7		35,1		
10	300	48,33333333		17,1		21,8		35,1		
11	300	48,33333333		17,2		21,8		35,1		
12	300	48,33333333		17,1		21,8		35		
	<b>TOPLAM</b>	<b>3600</b>	<b>TOPLAM</b>	<b>580</b>	<b>ORTALAMA</b>	<b>17,25</b>	<b>ORTALAMA</b>	<b>21,8083333</b>	<b>ORTALAMA</b>	<b>35,0416667</b>

Şekil 7.16 Granül kauçuklu beton blok deney verileri.

İç mahal sıcaklığı: 35.04 °C

Dış mahal sıcaklığı: 17.25 °C

Dış yüzey sıcaklıkları;

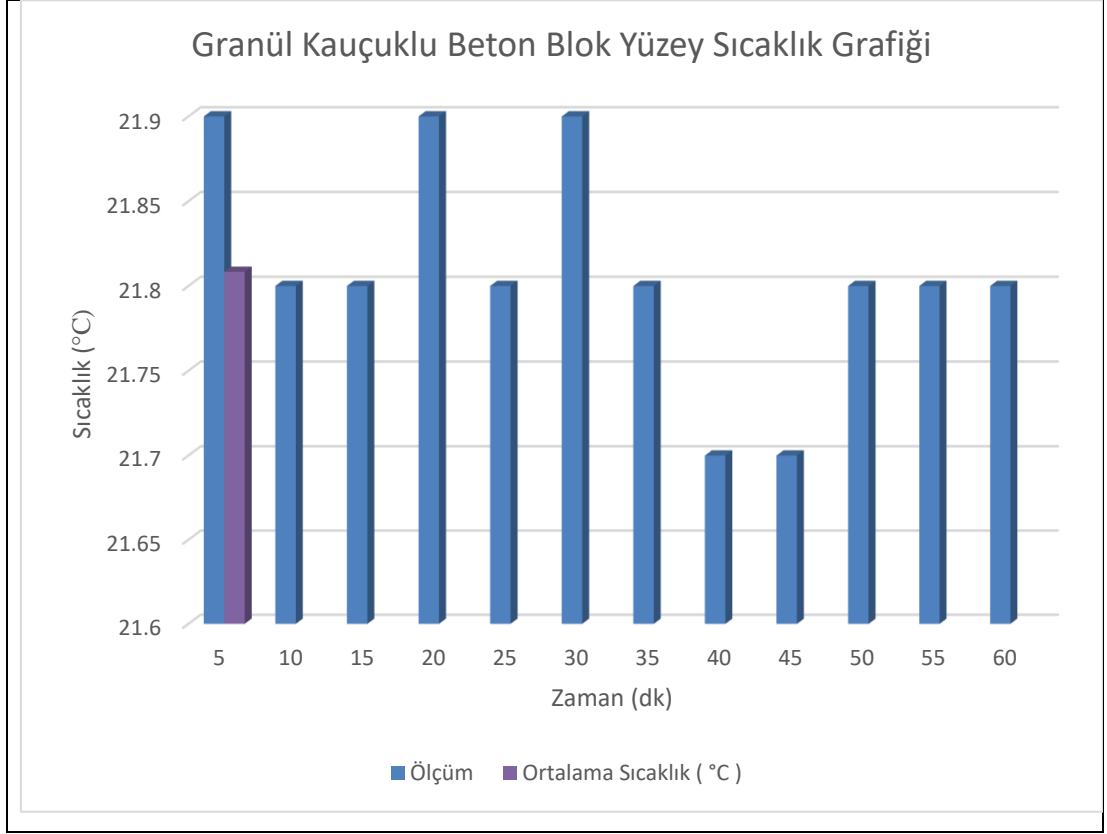
Değişken duvar sıcaklığı: 21.8 °C

Yan sağ duvar sıcaklığı: 24 °C

Yan sol duvar sıcaklığı: 23.6 °C

Arka duvar sıcaklığı: 23.6 °C

Üst (tavan) sıcaklığı: 25.7 °C



Şekil 7.17 Granül kauçuklu beton blok deney verilerinin grafik üzerinde gösterimi.

“k” hesabı ;

$$k = \frac{Q \text{ (W)}}{A \text{ (m}^2) \cdot \frac{\Delta T \text{ (}^\circ\text{C)}}{L \text{ (m)}}} = \frac{87}{0.12 \cdot \frac{(35 - 21.8)}{0.05}} = 2.74 \text{ W/mK}$$

formül (5.4) kullanılarak hesaplanmıştır.

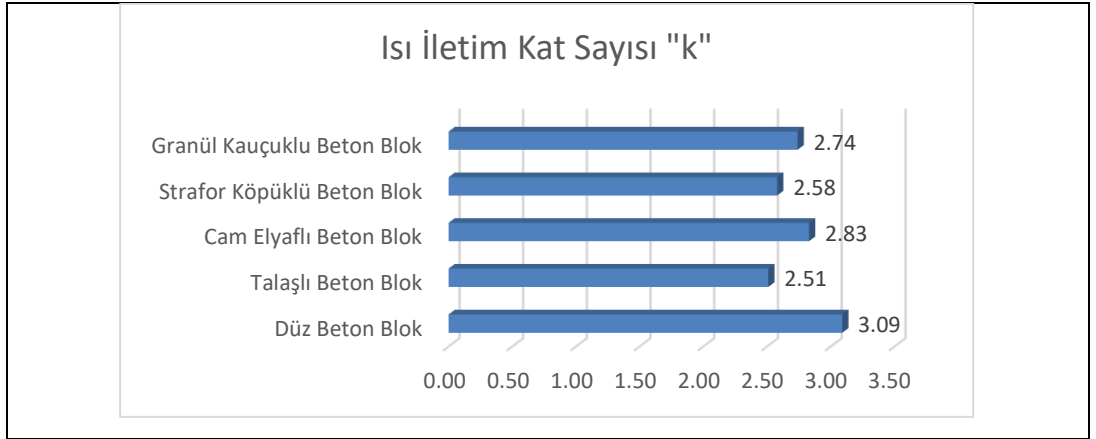
Yapının ısı yalıtımı; yapının gerek kış aylarında, gerekse yaz aylarda iç ve dış ortamların birbirlerine ısı geçişini en aza indirmek amacıyla yapılması düşünülmelidir. Bir binaya yalıtım yapılmasındaki amaç, yapının zararlı boyutlardaki ısı hareketlerinden etkilenmesini önlemektir. Dolayısıyla yapıların daha yaşanabilir iç ortamlar oluşturmak, konfor şartlarına uygun yazın soğutma, kışın ise ısıtma sistemleri çalıştırılırken. Sistemlerin harcadığı enerjiden tasarruf sağlayabilmek hem aile içi hem de ülke ekonomimize katkı sağlamaktır. Özellikle son yıllarda enerji tüketimine yönelik yeni tasarruf yollarının arandığı ve bu tasarruf yolları üzerinde ki

çalışmaların giderek artması söz konusudur. Bu nedenledir ki, enerji tüketiminin büyük olduğu yapılarda, bölgesel mevsim şartları göz önüne alınarak, daha az enerji ile daha verimli bir yalıtımın yapılması artık kaçınılmaz görünmektedir.

Alınan deneyler sonucunda sırasıyla “k” değerleri aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Çizelge 7.1 Isı iletim kat sayıları.

Duvar Çeşitleri	Isı İletim Kat Sayısı "k"
Düz Beton Blok	3,09
Talaşlı Beton Blok	2,51
Cam Elyafı Beton Blok	2,83
Strafor Köpüklü Beton Blok	2,58
Granül Kauçuklu Beton Blok	2,74



Şekil 7.18 Isı iletim kat sayılarının grafik üzerinde gösterimi.

Elde edilen “k” değerleri verimi büyük olandan küçük olana göre aşağıda şekilde sıralanmıştır.

- Talaşlı Beton Blok
- Strafor Köpüklü Beton Blok
- Granül Kauçuklu Beton Blok
- Cam Elyafı Beton Blok
- Düz Beton Blok

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre en verimli olan değişken duvarın “talaşlı beton blok” duvar olduğu sonucu elde edilmiştir.

Isı yalıtımının yetersizliğinin hava kirliliği, parasal kayıplar ve enerji israfı gibi önemli sonuçları vardır. Yapılan çalışmada ısı yalıtımının yararlarına ilişkin olarak vurgulanan tespitler şunlardır;

- Talaşlı beton bloğun k değeri, standart alınan düz beton bloğa göre %18.8 daha az çıkmaktadır.
- Strafor köpük beton bloğun k değeri, standart alınan düz beton bloğa göre %16.5 daha az çıkmaktadır.
- Granül beton bloğun k değeri, standart alınan düz beton bloğa göre %11.3 daha az çıkmaktadır.
- Cam elyaf beton bloğun k değeri ise standart alınan düz beton bloğa göre %8.4 daha az çıkmıştır.
- Yalıtımsız yapılan binalara göre seçtiğimiz malzemelerle yapılan binaların ısı kazancını arttırdığı ve çevre kirliliğini azalttığı sonucuna varılmıştır.
- Yapılan çalışma doğrultusunda enerji tasarrufu ve çevre kirliliğini azaltmaya yönelik bir takım öneriler şu şekilde sıralanabilir.
- Verimli çıkan değişken beton bloklarda, içerisine katılan yalıtım malzemesinin beton bloğun sağlamlık yapısını bozmadan artırılması ile k değeri daha da aşağılara çekilebilir.
- Sadece bir değişken beton blok duvar kullanmayıp diğer düz beton blok duvarlarında değişken beton blok duvarlar gibi hazırlanılarak kullanılması alınan deney sonuçlarında daha da faydalı olacağı düşünülmektedir.
- Deney alınırken dış ortam sıcaklığının sürekli sabit tutulması için koruyucu bir ortam yapılabilir. İçerisine bir ısıtıcı koyulup fan yardımı ile ısının koruyucu ortama eşit dağılması sağlanabilir. Dolayısıyla dış ortam sıcaklığının sürekli sabit olması alınan deney sonuçlarını olumlu yönde etkileyeceği tahmin edilmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Usta S., ‘TS 825 ‘*Binalarda Isı Yalıtım Kuralları*’ Standardına Göre İkinci Bölgede Bulunan Bir Binanın Yalıtımsız ve Yalıtımlı Durumlarının Enerji Verimliliği Bakımından Karşılaştırılması’, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, ilt:5, No:1,2009 (1-24).
2. Bayer, G. ‘Binalarda Uygulanan Isı Yalıtım Sistemleri ve Örnek Bir Projede Isı Yalıtım Maliyet Analizi’ Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, s. 38-47 2006.
3. Dagsöz, A. K., *Konutlarda Ekonomik Isınma El Kitabı*, İzocam Yayınları (1999).
4. Al-Homoud, M.S., “*Performance characteristics and practical applications of common building thermal insulation materials*”, Building and Environment, 40 (2005), s. 353–366.
5. Öztuna, S., Dereli E., 2009. Edirne İlinde Optimum Duvar Yalıtım Kalınlığının Enerji Tasarrufuna Etkisi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* 10(2):139-147.
6. Değirmenci, A. İ. ‘Türkiye’de Uygulanan Yalıtım Tekniklerinin Araştırılmasında Termal Kameranın Etkin Biçimde Kullanılması’ Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, s. 45-48 2010.
7. Deque, F., Ollivier, F. and Roux, J.J, *Effect of 2D Modelling of Thermal Bridges on the Energy Performance of Buildings, Energy and Buildings*, Vol 33 s. 583-587. (2001).

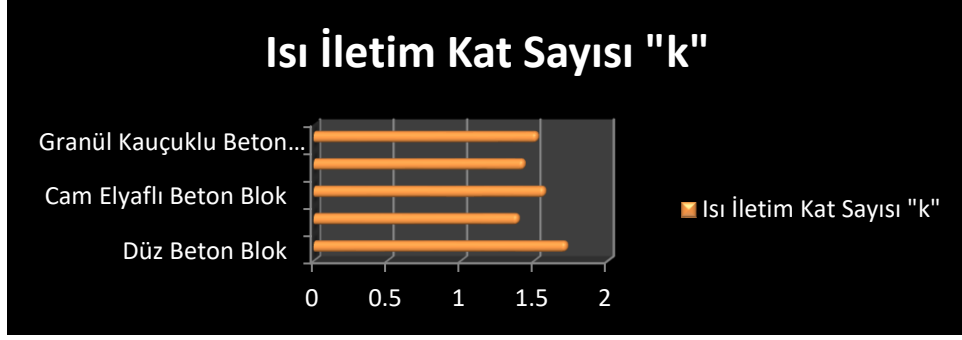


8. Yalçın, A.H., Elazığ ilinde kullanılan Farklı duvar tipleri için optimum yalıtım kalınlığının belirlenmesi ve ekonomi analizi. Yüksek Lisans Tezi, *Fırat Üniversitesi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, s. 33-39 Elazığ (2012).
9. Çay, Y., 2011. Farklı Yapı Malzemeleri Kullanımında Isı Yalıtım Kalınlığının Enerji Tasarrufuna Etkileri, *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, Cilt: 8, No: 1, s. 47-56.
10. Gürel, A.E.,Cingiz, Z., 2011. Farklı Dış Duvar Yapıları İçin Optimum Isı Yalıtım Kalınlığı Tespitinin Ekonomik Analizi, *SAÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 15. Cilt, 1. Sayı, s.75-81.
11. Şişman, N., Derece Gün Bölgeleri İçin 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. (2005)
12. Eriç, M. 1994. “*Yapı Fiziği ve Malzemesi*”, Literatür Yayınları:2, 1. Basım, Nisan, İstanbul.
13. Özel M. ve Pıhtılı K., ‘Duvar yalıtım kalınlığının pencere alanlarına etkisinin araştırılması *raporu*’, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(3):655-622 (2008).
14. İşbilir, D. ‘Binalarda Isı Yalıtımı Uygulamaları ve Sorunlarının Araştırılması’ Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, s. 38-52 (2009).
15. Aydın Ö. ‘Yapı Düşey Dış Kabuğu Isı Yalıtım Uygulamaları İle Enerji Verimliliği Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, s. 24-43 (2011).

16. Aksöz H. ‘Betonarme Binalarda Uygulanan Isı Yalıtım Amaçlı Duvar Elemanlarının Isıl ve Ekonomik Yönden Analizi, Yüksek Lisans Tezi, **Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü** s. 53-64 (2009).
17. KAYA F. ‘Binalarda Isı Yalıtım Kurallarına Uygun Yapı Üretiminde Duvar Malzemesi Seçimine Yönelik Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, s. 71-92 (2010).
18. KAYA T. ‘Yapılarda Kullanılan Yalıtım Malzemesinin Enerji Verimliliği Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, **Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, s. 22-28 (2016).
19. KARAKOÇ V. ‘Farklı Türdeki Isı Yalıtım Malzemelerinin Optimum Kalınlığı, Yüksek Lisans Tezi, **Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, s. 14- 44 (2015).
20. YILMAZ A. ‘Apartmanların Dış Cephesine Uygulanan Isı Yalıtımının Enerji Performansına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, **Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, s. 23-38 (2012).

**EK AÇIKLAMALAR**

**DENEY SONUÇLARI**



Şekil Ek 0-1A.1. Isı iletim katsayıları grafiği.

Çizelge Ek A.1. Deney sonuçları.

Duvar Çeşitleri	Isı İletim Kat Sayısı "k"
Düz Beton Blok	1,72
Talaşlı Beton Blok	1,39
Cam Elyafli Beton Blok	1,57
Strafor Köpüklü Beton Blok	1,43
Granül Kauçuklu Beton Blok	1,52

## **ÖZGEÇMİŞ**

Erdal BAYSU 14.09.1985 yılında Kars merkezde doğdu. İlkokulu Kars'ta Ortaokul ve Lise eğitimini Tekirdağ'da aldı. Sakarya Üniversitesi Ön lisans Doğalgaz Sıhhi tesisat ve ısıtma teknolojisi bölümünden 2008 yılında mezun oldu. İzmir İl Özel İdaresinde 4 yıla yakın bir süre sözleşmeli memur olarak çalıştı. 2012 yılında Karabük Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliğinden 2016 yılında onur öğrencisi olarak mezun oldu. Mühendislik eğitimi sırasında Huzur Doğalgaz Mühendislik Şirketin Proje ve Saha Mühendisliği, aynı zamanda bölüm atölyesinde kısmı zamanlı öğrenci olarak çalışmaya devam ettim. 2016 yılı Kadıköy Sinanlı projesinde mekanik tesisat alanında saha mühendisi olarak işe başladı. 2018 yılında Cezayir toplu konut idaresine ait konut ve otel projelerinin mekanik işler şefliğini üstlendi. 2020 yılında ülkeye dönüş yapıp halen mekanik tesisat alanında çalışmaktadır.

### **ADRES BİLGİLERİ**

Adres : Avcılar / İSTANBUL  
Tel : (0554) 610 76 62  
E-posta : erdal.baysu@yandex.com