



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**MERKEZİ SICAK SULU ISITMA SİSTEMLİ YAPILARDA
YAKIT VERİMLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI, ENERJİ
KİMLİK BELGESİ VE YALITIM OPTİMİZASYONU**

DURDU DEMİRDELEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İskenderun / HATAY

Haziran -2013

T.C.

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MERKEZİ SICAK SULU ISITMA SİSTEMLİ YAPILARDA
YAKIT VERİMLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI, ENERJİ
KİMLİK BELGESİ VE YALITIM OPTİMİZASYONU**

DURDU DEMİRDELEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Semir GÖKPINAR danışmanlığında hazırlanan bu tez 06/06/2013 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Semir

Yrd. Doç. Dr. Cuma

Yrd. Doç. Dr.

Ersin

GÖKPINAR

KARAKUŞ

ÖZDEMİR

Başkan

Üye

Üye

Bu tez Enstitümüz Makine Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Doç. Dr. İsmail Hakkı KARAHAN

Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, sekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	IX
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XVI
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Merkezi Isıtma Sistemi.....	1
1.2. Enerji Kimlik Belgesi.....	2
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	5
3.1. Projelendirmede Uyulması Gereken Genel Esaslar.....	5
3.2. Isı Yalıtım Malzemeleri ve Genel Özellikleri.....	6
3.2.1. Cam Yünü.....	7
3.2.2. Taş Yünü.....	8
3.2.3. Ekstrüde Polistren Köpük (XPS).....	9
3.2.4. Ekspande Polistren Köpük (EPS).....	10
3.2.5. Odun Talaşı Levhalar.....	10
3.2.6. Fenol Köpüğü.....	11
3.2.7. Mantar Levhalar.....	11
3.2.8. Poliüretan.....	12
3.2.9. Cam Köpüğü.....	12
3.3. Duvarlarda Isı Yalıtım Uygulama Çeşitleri.....	13
3.3.1. Dıştan Isı Yalıtım.....	13
3.3.2. İçten Isı Yalıtım.....	14
3.3.3. Ortadan Isı Yalıtım.....	15
3.4. Örnek Projede Bulunan Kesit Bileşenleri.....	16
3.4.1. Dış Temaslı Duvar Bileşenleri.....	16
3.4.2. Dış Temaslı Betonarme Duvar Bileşeni.....	16
3.4.3. Açık Geçit Üzeri Taban Bileşeni.....	17
3.4.4. Teras Tavan Bileşeni.....	17

3.4.5. Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban Bileşeni.....	18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	19
4.1. Örnek Yapının Isı Yalıtım Yapılmaması Durumu.....	19
4.1.1. Örnek Yapının Isı Yalıtım Yapılmaması Durumunda	
Kesit Bileşenlerinin Belirlenmesi.....	19
4.1.1.1. Örnek Yapının Isı Yalıtım Yapılmaması Durumunda	
Dış Temaslı Duvar Bileşeni.....	19
4.1.1.2. Örnek Yapının Isı Yalıtım Yapılmaması Durumunda	
Dış Temaslı Betonarme Duvar Bileşeni.....	19
4.1.1.3. Örnek Yapının Isı Yalıtım Yapılmaması Durumunda	
Açık Geçit Üzeri Taban Bileşeni.....	20
4.1.1.4. Örnek Yapının Isı Yalıtım Yapılmaması Durumunda	
Teras Tavan Bileşeni.....	21
4.1.1.5. Örnek Yapının Isı Yalıtım Yapılmaması Durumunda	
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban Bileşeni.....	21
4.1.1.6. Örnek Yapının Isı Yalıtım Yapılmaması Durumunda	
Kullanılan Kapı ve Pencerele.....	22
4.1.2. Örnek Yapının Isı Yalıtım Yapılmaması Durumunda Yıllık	
Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesaplanması.....	22
4.2. Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda Isı	
Yalıtım Çözümü, Maliyet Analizi ve Geri Ödeme Süresi.....	24
4.2.1. Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda	
Kesit Bileşenlerinin Belirlenmesi.....	25
4.2.1.1. Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda	
Dış Temaslı Duvar Bileşeni.....	25
4.2.1.2. Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda	
Dış Temaslı Betonarme Duvar Bileşeni.....	25
4.2.1.3. Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda	
Açık Geçit Üzeri Taban Bileşeni.....	26
4.2.1.4. Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda	
Teras Tavan Bileşeni.....	27

4.2.1.5. Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda	
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban Bileşeni.....	27
4.2.1.6. Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda	
Kullanılan Kapı ve Pencereleer.....	28
4.2.2. Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda Yıllık	
Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesaplanması.....	29
4.2.3. Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda Isı	
Yalıtım Maliyet Analizi.....	31
4.2.4. Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda Geri	
Ödeme Süresinin Hesaplanması.....	31
4.2.5. Örnek Yapıda Tuğla Üzeri Yalıtımın Farklı Kalınlılarda	
Yapılması Durumu.....	34
4.3. Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda Isı Yalıtım	
Çözümü, Maliyet Analizi ve Geri Ödeme Süresi.....	46
4.3.1. Örnek Yapıda Bims Blok Kullanılması Durumunda Kesit	
Bileşenlerinin Belirlenmesi.....	46
4.3.1.1. Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda	
Dış Temaslı Duvar Bileşeni.....	46
4.3.1.2. Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda	
Dış Temaslı Betonarme Duvar Bileşeni.....	47
4.3.1.3. Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda	
Açık Geçit Üzeri Taban Bileşeni.....	47
4.3.1.4. Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda	
Teras Tavan Bileşeni.....	48
4.3.1.5. Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda	
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban Bileşeni.....	49
4.3.1.6. Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda	
Kullanılan Kapı ve Pencereleer.....	49
4.3.2. Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda Yıllık	
Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesaplanması.....	50
4.3.3. Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda Isı	
Yalıtım Maliyet Analizi.....	52

4.3.4. Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda Geri	
Ödeme Süresinin Hesaplanması.....	52
4.4. Örnek Yapıda 17,5cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Isı	
Yalıtım Çözümü, Maliyet Analizi ve Geri Ödeme Süresi.....	55
4.4.1. Örnek Yapıda 17,5cm’lik Gazbeton Yapılması Durumunda	
Kesit Bileşenlerinin Belirlenmesi.....	55
4.4.1.1. Örnek Yapıda 17,5cm’lik Gazbeton Uygulanması	
Durumunda Dış Temaslı Duvar Bileşeni.....	55
4.4.1.2. Örnek Yapıda 17,5cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Dış Temaslı Betonarme Duvar Bileşeni.....	56
4.4.1.3. Örnek Yapıda 17,5cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Açık Geçit Üzeri Taban Bileşeni.....	56
4.4.1.4. Örnek Yapıda 17,5cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Teras Tavan Bileşeni.....	57
4.4.1.5. Örnek Yapıda 17,5cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban Bileşeni.....	57
4.4.1.6. Örnek Yapıda 17,5cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Kullanılan Kapı ve Pencereleler.....	58
4.4.2. Örnek Yapıda 17,5cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesaplanması.....	59
4.4.3. Örnek Yapıda 17,5cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Isı Yalıtım Maliyet Analizi.....	61
4.4.4. Örnek Yapıda 17,5cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Geri Ödeme Süresinin Hesaplanması.....	62
4.5. Örnek Yapıda 20cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Isı	
Yalıtım Çözümü, Maliyet Analizi ve Geri Ödeme Süresi.....	64
4.5.1. Örnek Yapıda 20cm’lik Gazbeton Yapılması Durumunda	
Kesit Bileşenlerinin Belirlenmesi.....	64
4.5.1.1. Örnek Yapıda 20cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Dış Temaslı Duvar Bileşeni.....	64
4.5.1.2. Örnek Yapıda 20cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Dış Temaslı Betonarme Duvar Bileşeni.....	65

4.5.1.3. Örnek Yapıda 20cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Açık Geçit Üzeri Taban Bileşeni.....	66
4.5.1.4. Örnek Yapıda 20cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Teras Tavan Bileşeni.....	66
4.5.1.5. Örnek Yapıda 20cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban Bileşeni.....	67
4.5.1.6. Örnek Yapıda 20cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Kullanılan Kapı ve Pencereleer.....	68
4.5.2. Örnek Yapıda 20cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesaplanması.....	68
4.5.3. Örnek Yapıda 20cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Isı Yalıtım Maliyet Analizi.....	71
4.5.4. Örnek Yapıda 20cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Geri Ödeme Süresinin Hesaplanması.....	71
4.6. Örnek Yapıda 25cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Isı	
Yalıtım Çözümü, Maliyet Analizi ve Geri Ödeme Süresi.....	74
4.6.1. Örnek Yapıda 25cm'lik Gazbeton Yapılması Durumunda	
Kesit Bileşenlerinin Belirlenmesi.....	74
4.6.1.1. Örnek Yapıda 25cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Dış Temaslı Duvar Bileşeni.....	74
4.6.1.2. Örnek Yapıda 25cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Dış Temaslı Betonarme Duvar Bileşeni.....	75
4.6.1.3. Örnek Yapıda 25cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Açık Geçit Üzeri Taban Bileşeni	75
4.6.1.4. Örnek Yapıda 25cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Teras Tavan Bileşeni.....	76
4.6.1.5. Örnek Yapıda 25cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban Bileşeni.....	76
4.6.1.6. Örnek Yapıda 25cm'lik Gazbeton Uygulanması	
Durumunda Kullanılan Kapı ve Pencereleer.....	77
4.6.2. Örnek Yapıda 25cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesaplanması.....	78

4.6.3. Örnek Yapıda 25cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Isı Yalıtım Maliyet Analizi.....	80
4.6.4. Örnek Yapıda 25cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda	
Geri Ödeme Süresinin Hesaplanması.....	80
4.7. Araştırma Bulgularının Karşılaştırılması.....	83
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	88
KAYNAKLAR.....	90
TEŞEKKÜR.....	92
ÖZGEÇMİŞ.....	93
EKLER.....	94

ÖZET**MERKEZİ SICAK SULU ISITMA SİSTEMLİ YAPILARDA YAKIT VERİMLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI, ENERJİ KİMLİK BELGESİ VE YALITIM OPTİMİZASYONU**

Bu çalışmada, ısı yalıtımının; yakıt ve enerji verimliliğine etkilerinin araştırılması ile yapılara ait enerji kimlik belgesi düzenlenmesi ile ilgili metodun incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada birinci derece bölgesinde bulunan Osmaniye ilindeki örnek bir binadan yola çıkılarak hesaplamalar yapılmıştır.

Isı yalıtım projelerinde uyulması gereken kurallar ele alınmış, ısı yalıtım malzemeleri hakkında bilgiler verilmiştir. Isı yalıtımı uygulama çeşitleri ve örnek projede kullanılacak kesitler tanıtılmıştır.

Örnek bina üzerinde; yalıtımsız, tuğla üzeri yalıtım, bims blok, 17,5cm gazbeton, 20cm gazbeton ve 25cm gazbeton yapılması durumları ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Kesit bileşenlerinin çeşitleri, kalınlıkları belirlenerek hesaplama işlemi yapıp; yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları, maliyet analizleri ve geri ödeme süreleri bulunmuştur.

Yapılan araştırmalar neticesinde ısı yalıtımının; yalıtımsız duruma göre önemli ölçüde enerji tasarrufu oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır. Hatta bileşen malzemelerinin kendi aralarında bile farklılıklar oluşturduğu ve farklı enerji sınıfları meydana getirdikleri saptanmıştır. Tüm bu araştırmalar sonucunda enerji kimlik belgesinde tanımlanan enerji sınıflarına hangi yalıtım metod ve malzemeleri ile ulaşılabilceği belirlenmeye çalışılmıştır.

2013, 111 sayfa

Anahtar Kelimeler: Merkezi ısıtma, enerji kimlik belgesi, enerji verimliliği, ısı yalıtım

ABSTRACT**CENTRAL HOT WATER HEAT SYSTEM OF BUILDINGS, FUEL EFFICIENCY OF RESEARCH, ENERGY CLASS REPRESENTATION DOCUMENT AND THERMAL INSULATION OPTIMIZATION**

In this study, the effects of heat insulation in buildings the investigation of fuel and energy efficiency and energy class representation document of the examination of the method. The study modeled and calculations have been made on a sample building in the province of first climate region Osmaniye.

The rules have been examined for heat insulation projects, provides information about the thermal insulation materials. Thermal insulation structure to be used in the project application types, and sample cross sections have been introduced.

Sample building; non-insulated case, brick over isolation, bims blocks, aerated concrete, 17,5cm 20cm and 25cm concrete applications were evaluated separately. Determining the calculation has been performed on the structure components of the cross sections and thicknesses; annual heating energy needs, cost analysis, and payback periods.

As a result of the researches, thermal insulated building can significantly save energy compared with the isolation that has been reached does not. Even though the differences between building materials had been observed and that they occur in different energy classes. As a result of all this research; which type of insulation and materials reaches to the energy classes defined in energy class representation document has been determined.

2013, 111 pages

Key Words: Central heating, energy class representation document, energy efficiency, thermal insulation

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Q	: A/V oranına bağlı olarak müsaade edilen maximum yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacıdır (KWh/m ²).
Q_{ay}	: Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı (KWh/m ²).
Q_{yıl}	: Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (KWh/m ²).
φ	: Bağlı nem (-).
A_{top}	: Binanın ısı kaybeden yüzeylerinin toplam alanı (m ²).
A_n	: Binanın kullanım alanı (m ²).
V_{brüt}	: Binanın ısıtılan brüt hacmi (m ³).
A_n	: Binanın net kullanım alanı (A _n =0.32 x V _{brüt} formülü ile hesaplanır) (m ²).
ρ	: Havanın yoğunluğu (kg/m ³).
Λ_h	: Isıl iletkenlik hesap değeri (W/m.K).
A/V	: Isı kaybeden toplam yüzeyin (A _{top}) ısıtılmış yapı hacmine(V _{brüt}) oranı (m ⁻¹).
μ	: Su buharı difüzyon direnç katsayısı(-).
H	: İç ve dış arasında 1 K sıcaklık farkı olması durumunda binanın dış kabuğundan iletim ve havalandırma ile kaybedilen ısı enerjisi miktarıdır (W/K).
T_{dış}	: Dış sıcaklığın aylık ortalama değeridir (°C).
T_{iç}	: İç sıcaklığın aylık ortalama değeridir (°C).
Φ_g	: Güneş enerjisi kazançları (W).
UD	: Dış duvarın ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m ² K).
UP	: Pencerenin ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m ² K).
UT	: Tavanın ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m ² K).
R_i	: İç yüzey ısıl iletim direnci (iç yüzeydeki ısı taşınım katsayısı) (m ² .K/W).
EPS	: Ekspande Polistren Köpüğü
XPS	: Ekstrüde Polistren Köpüğü
V	:Tasarruf edilen doğalgaz miktarı (m ³)
V	: Tasarruf edilen enerji miktarı (kWh)
H_u	: Yakıtın alt ısı değeri (kWh/m ³)
η	: Kazan verimi
T_t	: Tasarruf tutarı (TL)
V	: Tasarruf edilen doğalgaz miktarı (m ³)
Dü	: Doğalgaz ücreti (TL)

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2. 1. İç sıcaklık değerleri.....	5
Çizelge 4. 1. Yalıtımsız durumda dış temaslı duvar bileşenlerinin sırası ve özellikleri.....	19
Çizelge 4. 2. Yalıtımsız durumda dış temaslı betonarme duvar bileşeni sıra ve özellikleri.....	20
Çizelge 4. 3. Yalıtımsız durumda açık geçit üzeri taban bileşenleri sıra ve özellikleri.....	20
Çizelge 4. 4. Yalıtımsız durumda teras tavan bileşen malzemeleri sıra ve özellikleri.....	21
Çizelge 4. 5. Yalıtımsız durumda ısıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzeme sıra ve özellikleri.....	21
Çizelge 4. 6. Yalıtımsız durumda kullanılan pencere tipi.....	22
Çizelge 4. 7. Yalıtımsız durumda kullanılan kapı tipleri.....	22
Çizelge 4. 8. Yalıtımsız durumda kesit bileşenlerine ait hesaplamalarda kullanılacak alan değerleri.....	23
Çizelge 4. 9. Yalıtımsız durumda kullanılacak pencerelere ait yön ve alan bilgisi.....	23
Çizelge 4. 10. Yalıtımsız durumda kullanılacak kapılara ait bilgiler.....	24
Çizelge 4. 11. Yalıtımsız durumda hesap sonuçları.....	24
Çizelge 4.12. Tuğla üzeri yalıtım durumunda dış temaslı duvar bileşenlerinin sırası ve özellikleri.....	25
Çizelge 4. 13. Tuğla üzeri yalıtım durumunda dış temaslı betonarme duvar bileşeni sıra ve özellikleri.....	26
Çizelge 4. 14. Tuğla üzeri yalıtım durumunda açık geçit üzeri taban bileşenleri sıra ve özellikleri.....	26
Çizelge 4. 15. Tuğla üzeri yalıtım durumunda teras tavan bileşen malzemeleri sıra ve özellikleri.....	27
Çizelge 4. 16. Tuğla üzeri yalıtım durumunda ısıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzeme sıra ve özellikleri.....	28
Çizelge 4. 17. Tuğla üzeri yalıtım durumunda kullanılan pencere tipi.....	28
Çizelge 4. 18. Tuğla üzeri yalıtım durumunda kullanılan kapı tipleri.....	29

Çizelge 4. 19. Tuğla üzeri yalıtım durumunda kesit bileşenlerine ait hesaplamalarda kullanılacak alan değerleri.....	29
Çizelge 4. 20. Tuğla üzeri yalıtım durumunda kullanılacak pencerelere ait yön ve alan bilgisi.....	29
Çizelge 4. 21. Tuğla üzeri yalıtım durumunda kullanılacak kapılara ait bilgiler.....	30
Çizelge 4. 22. Tuğla üzeri yalıtım durumunda hesap sonuçları.....	30
Çizelge 4. 23. Tuğla üzeri yalıtım durumunda ısı yalıtımı maliyet değerleri.....	31
Çizelge 4. 24. Doğalgazın kazan verimi ve alt ısı değeri.....	32
Çizelge 4. 25. Yalıtımsız ve tuğla üzeri yalıtım durumunda ısıtma enerjisi durumları.....	32
Çizelge 4. 26. Tuğla üzeri yalıtım durumunda yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi.....	33
Çizelge 4. 27. EPS kalınlığı karşısında yıllık ısıtma enerjisi ve bina enerji sınıfının değişimi.....	34
Çizelge 4. 28. EPS kalınlığı karşısında yıllık ısıtma ve tasarruf edilen enerjilerin değişimi.....	35
Çizelge 4. 29. EPS birim fiyatları, bina yalıtım maliyeti ve daire başı yalıtım maliyeti.....	35
Çizelge 4. 30. Tuğla üzeri 1cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi.....	36
Çizelge 4. 31. Tuğla üzeri 2cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi.....	37
Çizelge 4. 32. Tuğla üzeri 3cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi.....	38
Çizelge 4. 33. Tuğla üzeri 4cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi.....	39
Çizelge 4. 34. Tuğla üzeri 5cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi.....	40
Çizelge 4. 35. Tuğla üzeri 6cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi.....	41
Çizelge 4. 36. Tuğla üzeri 7cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi.....	42

Çizelge 4. 37. Tuğla üzeri 8cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi.....	43
Çizelge 4. 38. Tuğla üzeri 9cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi.....	44
Çizelge 4. 39. Tuğla üzeri 10cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi.....	45
Çizelge 4. 40. Bims blok yapılması durumunda dış temaslı duvar bileşenlerinin sırası ve özellikleri.....	46
Çizelge 4. 41. Bims blok yapılması durumunda dış temaslı betonarme duvar bileşeni sıra ve özellikleri.....	47
Çizelge 4. 42. Bims blok yapılması durumunda açık geçit üzeri taban bileşenleri sıra ve özellikleri.....	47
Çizelge 4. 43. Bims blok yapılması durumunda teras tavan bileşen malzemeleri sıra ve özellikleri.....	48
Çizelge 4. 44. Bims blok yapılması durumunda ısıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzeme sıra ve özellikleri.....	49
Çizelge 4. 45. Bims blok yapılması durumunda kullanılan pencere tipi.....	49
Çizelge 4. 46. Bims blok yapılması durumunda kullanılan kapı tipleri.....	50
Çizelge 4. 47. Bims blok yapılması durumunda kesit bileşenlerine ait hesaplamalarda kullanılacak alan değerleri.....	50
Çizelge 4. 48. Bims blok yapılması durumunda kullanılacak pencerelere ait yön ve alan bilgisi.....	50
Çizelge 4. 49. Bims blok yapılması durumunda kullanılacak kapılara ait bilgiler.....	51
Çizelge 4. 50. Bims blok yapılması durumunda hesap sonuçları.....	51
Çizelge 4. 51. Bims blok yapılması durumunda ısı yalıtımı maliyet değerleri.....	52
Çizelge 4. 52. Doğalgazın kazan verimi ve alt ısı değeri.....	53
Çizelge 4. 53. Yalıtımsız ve Bims blok yapılması durumunda ısıtma enerjisi durumları.....	53
Çizelge 4. 54. Bims blok yapılması durumunda yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi.....	54
Çizelge 4. 55. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda dış temaslı duvar bileşenlerinin sırası ve özellikleri.....	55

Çizelge 4. 56. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda dış temaslı betonarme duvar bileşeni sıra ve özellikleri.....	56
Çizelge 4. 57. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda açık geçit üzeri taban bileşenleri sıra ve özellikleri.....	56
Çizelge 4. 58. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda teras tavan bileşen malzemeleri sıra ve özellikleri.....	57
Çizelge 4. 59. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda ısıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzeme sıra ve özellikleri.....	58
Çizelge 4. 60. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda kullanılan pencere tipi.....	58
Çizelge 4. 61. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda kullanılan kapı tipleri.....	59
Çizelge 4. 62. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda kesit bileşenlerine ait hesaplamalarda kullanılacak alan değerleri.....	59
Çizelge 4. 63. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda kullanılacak pencerelere ait yön ve alan bilgisi.....	59
Çizelge 4. 64. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda kullanılacak kapılara ait bilgiler.....	60
Çizelge 4. 65. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda hesap sonuçları.....	60
Çizelge 4. 66. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda ısı yalıtımı maliyet değerleri.....	61
Çizelge 4. 67. Doğalgazın kazan verimi ve alt ısı değeri.....	62
Çizelge 4. 68. Yalıtımsız ve 17,5cm gazbeton yapılması durumunda ısıtma enerjisi durumları.....	62
Çizelge 4. 69. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi.....	64
Çizelge 4. 70. 20cm gazbeton yapılması durumunda dış temaslı duvar bileşenlerinin sırası ve özellikleri.....	65
Çizelge 4. 71. 20cm gazbeton yapılması durumunda dış temaslı betonarme duvar bileşeni sıra ve özellikleri.....	65
Çizelge 4. 72. 20cm gazbeton yapılması durumunda açık geçit üzeri taban bileşenleri sıra ve özellikleri.....	66
Çizelge 4. 73. 20cm gazbeton yapılması durumunda teras tavan bileşen malzemeleri sıra ve özellikleri.....	67

Çizelge 4. 74. 20cm gazbeton yapılması durumunda ısıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzeme sıra ve özellikleri.....	68
Çizelge 4. 75. 20cm gazbeton yapılması durumunda kullanılan pencere tipi.....	68
Çizelge 4. 76. 20cm gazbeton yapılması durumunda kullanılan kapı tipleri.....	68
Çizelge 4. 77. 20cm gazbeton yapılması durumunda kesit bileşenlerine ait hesaplamalarda kullanılacak alan değerleri.....	69
Çizelge 4. 78. 20cm gazbeton yapılması durumunda kullanılacak pencerelere ait yön ve alan bilgisi.....	69
Çizelge 4. 79. 20cm gazbeton yapılması durumunda kullanılacak kapılara ait bilgiler.....	70
Çizelge 4. 80. 20cm gazbeton yapılması durumunda hesap sonuçları.....	70
Çizelge 4. 81. 20cm gazbeton yapılması durumunda ısı yalıtımı maliyet değerleri.....	71
Çizelge 4. 82. Doğalgazın kazan verimi ve alt ısı değeri.....	72
Çizelge 4. 83. Yalıtımsız ve 20cm gazbeton yapılması durumunda ısıtma enerjisi durumları.....	72
Çizelge 4. 84. 20cm gazbeton yapılması durumunda yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi.....	73
Çizelge 4. 85. 25cm gazbeton yapılması durumunda dış temaslı duvar bileşenlerinin sırası ve özellikleri.....	74
Çizelge 4. 86. 25cm gazbeton yapılması durumunda dış temaslı betonarme duvar bileşeni sıra ve özellikleri.....	75
Çizelge 4. 87. 25cm gazbeton yapılması durumunda açık geçit üzeri taban bileşenleri sıra ve özellikleri.....	75
Çizelge 4. 88. 25cm gazbeton yapılması durumunda teras tavan bileşen malzemeleri sıra ve özellikleri.....	76
Çizelge 4. 89. 25cm gazbeton yapılması durumunda ısıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzeme sıra ve özellikleri.....	77
Çizelge 4. 90. 25cm gazbeton yapılması durumunda kullanılan pencere tipi.....	77
Çizelge 4. 91. 25cm gazbeton yapılması durumunda kullanılan kapı tipleri.....	77
Çizelge 4. 92. 25cm gazbeton yapılması durumunda kesit bileşenlerine ait hesaplamalarda kullanılacak alan değerleri.....	78

Çizelge 4. 93. 25cm gazbeton yapılması durumunda kullanılacak pencerelere ait yön ve alan bilgisi.....	78
Çizelge 4. 94. 25cm gazbeton yapılması durumunda kullanılacak kapılara ait bilgiler.....	79
Çizelge 4. 95. 25cm gazbeton yapılması durumunda hesap sonuçları.....	79
Çizelge 4. 96. 25cm gazbeton yapılması durumunda ısı yalıtımı maliyet değerleri.....	80
Çizelge 4. 97. Doğalgazın kazan verimi ve alt ısı değeri.....	81
Çizelge 4. 98. Yalıtımsız ve 25cm gazbeton yapılması durumunda ısıtma enerjisi durumları.....	81
Çizelge 4. 99. 25cm gazbeton yapılması durumunda yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi.....	82
Çizelge 4. 100. Bileşen çeşitlerine göre enerji sınıfları.....	86
Çizelge 4. 101. Bileşen çeşitlerine göre geri ödeme süreleri.....	87

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Duvarlarda dıştan ısı yalıtım uygulaması.....	14
Şekil 3.2. Duvarlarda içten ısı yalıtım uygulaması	14
Şekil 3.3. Ortadan ısı yalıtım uygulaması	15
Şekil 3.4. Dış temaslı duvar bileşeni	16
Şekil 3.5. Dış temaslı betonarme duvar bileşeni.....	16
Şekil 3.6. Açık geçit üzeri taban bileşeni	17
Şekil 3.7. Teras tavan bileşeni	17
Şekil 3.8. Isıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni.....	18
Şekil 4.1. Tuğla üzeri yalıtım durumunda geri ödeme süresi.....	33
Şekil 4.2. Tuğla üzeri 1cm EPS kullanımında geri ödeme süresi.....	36
Şekil 4.3. Tuğla üzeri 2cm EPS kullanımında geri ödeme süresi.....	37
Şekil 4.4. Tuğla üzeri 3cm EPS kullanımında geri ödeme süresi.....	38
Şekil 4.5. Tuğla üzeri 4cm EPS kullanımında geri ödeme süresi.....	39
Şekil 4.6. Tuğla üzeri 5cm EPS kullanımında geri ödeme süresi.....	40
Şekil 4.7. Tuğla üzeri 6cm EPS kullanımında geri ödeme süresi.....	41
Şekil 4.8. Tuğla üzeri 7cm EPS kullanımında geri ödeme süresi.....	42
Şekil 4.9. Tuğla üzeri 8cm EPS kullanımında geri ödeme süresi.....	43
Şekil 4.10. Tuğla üzeri 9cm EPS kullanımında geri ödeme süresi.....	44
Şekil 4.11. Tuğla üzeri 10cm EPS kullanımında geri ödeme süresi.....	45
Şekil 4.12. Bims blok yapılması durumunda geri ödeme süresi.....	54
Şekil 4.13. 17.5cm gazbeton yapılması durumunda geri ödeme süresi.....	63
Şekil 4.14. 20cm gazbeton yapılması durumunda geri ödeme süresi.....	73
Şekil 4.15. 25cm gazbeton yapılması durumunda geri ödeme süresi.....	82
Şekil 4.16. Isı yalıtımla elde edilen tasarrufun yüzdelik değerleri.....	83
Şekil 4.17. EPS kalınlıklarına göre yüzdelik enerji tasarrufları.....	83
Şekil 4.18. Harcanan ısıtma enerjisi ihtiyacının bileşen çeşitlerine göre dağılımı.....	84
Şekil 4.19. Tasarruf edilen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının bileşen çeşitlerine göre dağılımı.....	84
Şekil 4.20. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının EPS kalınlıkları karşısındaki değişimi.....	85
Şekil 4.21. Yalıtım maliyetleri ve geri ödeme süreleri	85

Şekil 4.22. Yalıtım maliyetlerinin EPS kalınlığına göre değişimi.....	86
---	----

1.GİRİŞ

Dünya'da enerji tüketiminin mevcut tüketim şartlarının devam etmesi durumunda yakın zamanda fosil yakıt kaynaklarının yarısının tüketilmiş olacağı tahmin edilmektedir.

1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi sonrasında enerji konusuna ilgi artmış ve enerji tasarrufu konusu gündeme gelmiştir.

Enerji tasarrufu yapmak aile bütçesi açısından da devlet bütçesi açısından da son derece önemlidir. Ülkemizde kullandığımız enerjinin yaklaşık %60'ını başka ülkelerden alıyor ve ödemeyi döviz olarak yapıyoruz.

Enerji tüketimimizin büyük kısmı ısınmada kullanılmaktadır. Isı yalıtım önlemlerinin alınması ile bu kayıplar azaltılabilir. Devletin son yıllardaki çalışmalarıyla bu duruma el atılmış, enerji verimliliği için ısı yalıtımı ve yapılarda enerji kimlik belgesi düzenlenmesi kanunlarla zorunlu hale getirilmiştir.

Araştırma yaptığımız bu çalışmamızda ısı yalıtımının; merkezi ya da bireysel ısıtma sistemi ile ısınan binalarda yakıt verimliliğine ve enerji kimlik belgesine olan etkisinin tespit edilmesi amaçlanılmaktadır. Bunun için birinci ısıtma bölgesi Osmaniye ilinde bulunan örnek bir yapı seçilerek; hem ısı yalıtımsız durumu hem de farklı bileşen malzemeleriyle ısı yalıtım projeleri hazırlanarak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları hesaplanıp, maliyet analizleri yapılarak geri ödeme süreleri de bulunacak ve karşılaştırmalar yapılacaktır. Farklı bileşen malzemeleri seçilirken şu an piyasada en kolay bulunan ve en yaygın olarak kullanılan malzemeler seçilecektir. Bu hesaplar yapılırken 'İzoder TS-825' adlı programdan yararlanılacaktır.

Araştırmada kullanılan örnek yapı, beş katlı her katında dört ve toplam yirmi dairesi bulunan bir yapıdır. Kesit bileşenlerinin çeşitliliği ve seçilen örnek yapının Osmaniye ili imar uygulamalarının ortalamasını temsil etmesi açısından çalışmada bu yapının baz alınması uygun görülmüştür.

1.1. Merkezi Isıtma Sistemi

Günümüz gelişmelerine paralel olarak merkezi ısıtma sistemlerinde de görülen gelişmelerin temel amacı enerji tasarrufudur. Merkezi ısıtma sistemi klasik ısıtma türlerine göre yakıt ve enerji tasarrufu sağlamaktadır. Merkezi ısıtma sistemlerinde kullanılan otomatik kontrol sistemleri sayesinde bu tasarruf daha çok artmaktadır.

Bir ısıtma tesisatının boyutlandırılmasında en kötü şartlardaki ısıtma ihtiyacının karşılanması esas alınır. Ancak sistem zamanının büyük bir kısmında daha düşük seviyelerde çalışmak durumundadır. Düşük seviyelerde ısıtma sistemi gücünü de otomatik olarak kendiliğinden düşürmek ve sistemin kendi kendine çalışmasını sağlamak otomatik kontrol cihaz ve sistemlerinin görevidir.

Bir ısıtma sisteminin gerçek verimini belirleyen bu kontrol sisteminin mükemmelliğidir. Sistemin yıllık toplam verimi olarak tanımlanan bu kavram, ısıtma mevsimi boyunca sistemin gerçek ihtiyacı olan ısı ile kazana yakıtla gönderilen ısı enerjisi arasındaki orandır.

Otomatik kontrol sistemleri basitten karmaşığa doğru farklı gruplara ayrılabilir. Bu gruplar; ısıtıcı kontrolü, kazan kontrolü ve sistem kontrolüdür (Isısan, 2000).

Tüm bunlardan anlaşılabacağı gibi ısıtma; belli bir ısı yükü ihtiyacı doğrultusunda yapılmaktadır. Sorunun temeline inmek için ısıtma yapılacak yerlerin ısı yükü ihtiyacının düşürülmesi enerji verimliliği açısından önemlidir.

Bu araştırmada ısı yalıtım yoluyla ısı yükü ihtiyacının azaltılarak, yakıt ve enerji tasarrufu sağlayabileceğinin gösterilmesi amaçlanılmaktadır.

1.2. Enerji Kimlik Belgesi

Enerji kimlik belgesi, 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve buna bağlı olarak çıkartılan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğine göre tanımlanmaktadır. Bu tanımla beraber enerji kimlik belgesi; binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasına, enerji israfının önlenmesine ve çevrenin korunmasını sağlamak için, asgari olarak binanın enerji ihtiyacı ve enerji tüketim sınıflandırması, yalıtım özellikleri ve ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimi ile ilgili bilgileri içeren belgedir.

Yapılarda enerji verimliliğinin sağlanmasında temel unsur ısı yalıtım oluşturmaktadır. Enerji kimlik belgesindeki unsurlar göz önüne alındığında maliyet bakımından ısı yalıtım öne çıkmakta ve kalıcı çözüm projeleriyle çok kısa bir sürede kendini amorti edebilmektedir. Tüm bu unsurlar neticesinde ısı yalıtım yapılarda enerji verimliliğinin ve dolayısıyla enerji kimlik belgesinin temelini oluşturmaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışmayla ilgili olarak binalarda ısı yalıtımı uygulamaları ve sorunlarının araştırılması ile ilgili kaynaklara ulaşılmaya çalışılmış ve bu kaynaklar hakkında aşağıda kısaca özetler verilmiştir.

Eriç (1994)'e göre, yapılarda malzeme içyapısı, ısısal etkiler ve yapı fiziği sorunları, malzemede standardizasyon ve kalite kontrolü hakkında bilgi verilmiştir. Yapı fiziği açısından projelendirme ve malzeme seçiminde ısı ile ilgili alınması gereken önlemler belirtilmiştir.

Koçu (2000)'ya göre, yapılarda ısı yalıtımının faydaları, Konya'da ısı kayıp ve kazançlarına etki eden parametreler, ısı yalıtımı yapılarak enerji tasarrufu yapılabileceği, kentsel hava kirliliği ve önlemleri açıklanmıştır.

Koçu ve Korkmaz (2002)'a göre, ısı yalıtım malzemeleri, özellikleri ve sınıflandırılması, Konya çevresindeki yapılarda ısı yalıtım uygulamalarının TS.825'e göre değerlendirilmesi yapılmıştır. Ayrıca Konya çevresindeki yapılarda eksik ve hatalı ısı yalıtımının çevre kirliliğine etkisi incelenmiş sonuç olarak, yapılarda ısı yalıtımları konusunda uyulması gereken hususlar belirtilerek, alınması gereken önlemler belirtilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

Sezer (2005)'e göre, binalarda ısı enerjisi tasarrufu, ancak doğru uygulanmış bir ısı yalıtımı ile sağlanabilmektedir. Yapı fiziği açısından optimal konfor koşullarının sağlanmasında, dış duvar ısı yalıtım sistemlerinin doğru şekilde seçilmesi ve uygulanması konusunda öneriler sunulmaktadır.

Bayer (2006)'ın çalışması İstanbul Ümraniye'de ikinci derece-gün bölgesinde klasik kolon-kiriş betonarme yapıya sahiptir, ayrıca konut için uygulanan duvar tasarımı tuğla duvardır. Mevcut durumuna göre konutun enerji performansını hesaplamıştır. Göz önüne alınan bina metraj değerleri belirtilmiş olup ayrıca yalıtımlı ve yalıtımsız durumdaki enerji ihtiyaçları karşılaştırılmıştır.

Altınışık (2006)'a göre, binaların ömrünü uzatmak ve değerini korumak için, binaların iç ve dış etkenlerden doğru biçimde korunması gerektiğinden bahsedilmiştir. Bu noktada dikkat edilmesi gereken hususların başında, yalıtım ve doğru malzeme seçimi gelmektedir. Binalarda iç ve dış ortamı birbirinden ayıran ve bina zarfı olarak tanımlanan duvarlar, pencereler, kapılar, tavan, çatı ve döşemelerden oluşan yapı elemanlarını dış etkilere korunması gerektiğinden bahsedilmiştir.

Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Türk Standardı (2008)'na göre, yeni inşa edilecek binaların, mevcut binaların ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplama kurallarını ve izin verilebilecek en yüksek ısı kaybı değerlerini ayrıca hesaplama ile ilgili bilgiler verilmiştir. Binaların ısıtma enerjisi ihtiyacının hesabına yönelik bir metot belirlenmiştir.

İşbilir (2009)'e göre, 1. iklim bölgesi olan İzmir'deki bazı özel sektör ve kamu kurum yapılarına ait örnek çalışmalar ele alınarak çoğunlukla mimari detaylar ele alınarak yalıtım malzemeleri özellikleri belirlenip yalıtım hesapları yapılarak yalıtımın öneminden bahsedilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Projelendirmede Uyulması Gereken Genel Esaslar

- Türkiye’de binalarda ısı yalıtımı uygulamaları bakımından oluşturulan dört bölgede yer alan il ve ilçeler **Ek 1**'de listede ve **Ek 2**'de harita üzerinde gösterilmiştir. Yapılacak ısı yalıtım projelerinde bulundukları bölge şartları göz önünde bulundurulmalıdır.
- Binalar, ısı kayıpları bakımından çevre şartlarına ve ihtiyaçlarına uygun olarak yalıtılır. Binaların hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı, **Ek 3** ve **Ek 4** 'te bölgelere göre verilen yıllık ısıtma enerjisi sınır değerlerini aşamaz.
- Farklı amaçlarla kullanılan binalar için TS 825 hesaplamalarında kullanılacak aylık ortalama iç sıcaklık değerleri T_i (°C) Çizelge 2. 1.'den alınır.

Çizelge 2. 1. İç sıcaklık değerleri

NO	ISITILACAK BİNA TÜRÜ	SICAKLIĞI (°C)
1	Konutlar	19
2	Yönetim Binaları	
3	İş ve Hizmet Binaları	
4	Otel, Motel ve Lokantalar	20
5	Öğretim Binaları	
6	Tiyatro ve Konser Salonları	
7	Kışlalar	
8	Ceza ve Tukuhevleri	
9	Müze ve Galeriler	
10	Hava Limanları	
11	Hastaneler	22
12	Yüzme Havuzları	26
13	İmalat Atölye Mahalleri	16

- Isı yalıtımı hesabı yapılan yeni binalarda, ısıtılan hacimleri ayıran duvar, döşeme ve/veya taban ile tavan ve/veya çatılar için alınacak "U" değerlerinin **Ek 5** 'te yer alan tablodaki tavsiye edilen değerlerden büyük olmaması tercih edilir. Ancak bunlardan herhangi biri veya birkaçının, **Ek 5** 'te yer alan tablodaki tavsiye edilen değerlerden % 25 daha büyük olması durumunda; binanın ısı balansının korunması amacıyla, diğer "U"

değerlerinden bir ya da birkaçı için seçilecek olan değerler, **Ek 5**'te yer alan tablodaki tavsiye edilen değerlerin % 25'inden daha küçük olamaz. Ancak bu durumda yapılacak olan hesaplamalar neticesinde hesaplanan (Q) Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının, **Ek 3**'te ve **Ek 4**'te 'de verilen (Q') Sınırlandırılan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacından küçük olduğu ($Q' > Q$) gösterilmelidir.

- Bu Yönetmelik hükümleri uyarınca TS 825 Standardında belirtilen hesap metoduna göre yetkili makina mühendisi tarafından mimari proje sistem detaylarına uygun olarak hazırlanan "ısı yalıtımı projesi" imar mevzuatı gereğince yapı ruhsatı verilmesi safhasında ısıtma/soğutma tesisat projesi ile birlikte ilgili idarelerce istenir.
- Isı kayıpları, ısı kazançları, kazanç/kayıp oranı, kazanç kullanım faktörü ve aylık/yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının büyüklükleri, TS 825'de verilen "Binanın Özgül Isı Kaybı" ve "Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı" çizelgeler halinde verilir ve hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının (Q) sınırlandırılan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Q') formülünden elde edilecek olan sınır değerden büyük olmadığı gösterilir.
- Binanın ısı kaybeden yüzeylerindeki dış duvar, tavan, taban/döşemelerde kullanılan malzemeler, bu malzemelerin eleman içindeki sıralanışı ve kalınlıkları, duvar, tavan, taban/döşeme elemanlarının alanları ve "U" değerleri belirtilir.
- Pencere sistemlerinde kullanılan cam ve çerçevenin tipi, bütün yönler için ayrı ayrı pencere alanları ve "U" değerleri ile çerçeve sistemi için gerekli olan hava değişim sayısı (nh) belirtilir.
- Isı yalıtımı projesinde, binanın ısı kaybeden yüzeylerinde meydana gelebilecek olan yoğuşma TS 825'de belirtilen şekilde tahkik edilir.(Binalarda ısı yalıtım yönetmeliği, 2008)

3.2. Isı Yalıtım Malzemeleri ve Genel Özellikleri

Farklı sıcaklıktaki iki ortam arasında ısı transferini azaltmak için yapılan ısı yalıtımında, yalıtımı sağlamak için kullanılan malzemelere ısı yalıtım malzemesi adı verilir. Isı yalıtım malzemelerinin en temel özelliği ısı iletim katsayısıdır. ISO (Uluslararası Standartlar Örgütü) ve CEN (Avrupa Standardizasyon Komitesi)'ne göre ısı iletim katsayısı 0,065 W/mK değerinden küçük olan malzemeler ısı yalıtım malzemesi olarak tanımlanır. Diğer malzemeler yapı malzemesi olarak kabul edilir.

Bina yalıtımında kullanılan ısı yalıtım malzemeleri de çeşitlilik gösterir, önemli olan uygun yalıtım malzemesini kullanmaktır. Isı yalıtım malzemelerinin istenilen performansını karşılayabilmeleri için boşluk oranı fazla, yoğunluğunun düşük, su emme oranının az olması gerekir. Sadece ısı iletkenliği düşünülerek oluşturulan yapı elemanlarının istenen sonuçları vermediği görülmektedir. Isı yalıtımının yanında rutubet akımı ve yoğunlaşma olayının önemi yalıtım malzemesinde başka nitelikleri aramayı gerekli kılmıştır. Malzemede buhar difüzyonu direnç faktörünün yeterli olması buhardan etkilenmeyi azaltmakta, sıcaklık değişimlerinden daha az etkilenmek ve ısıyı depo edebilmek için de ısıtma ısısının yüksek olması beklenmektedir (Ekinci,2003).

Tek bir malzemenin bu ve benzeri tüm gereksinmelere sahip olması mümkün değildir. Çeşitli kullanım yerlerine göre, iyi bir ısı yalıtım malzemesinden beklenen genel özellikler şunlardır:

- Isı geçişine karşı yüksek direnç (Düşük ısı iletkenlik katsayısı),
- Yeterli basınç mukavemetine sahip olması, zamanla çökme yapmaması,
- Yeterli çekme mukavemetine sahip olması,
- Kullanılan sıcaklıkla bozulmaması,
- Özelliklerinin zaman içinde kaybetmemesi ve çürümemesi,
- Birlikte kullanılan malzemelerle reaksiyona girmemesi ve bozulmaması (Kimyasal kararlılık ve dayanıklılık),
- Yanmazlık ve alev geçirmezlik,
- Yeterli buhar difüzyon direnci,
- Suya ve neme karşı yüksek dayanım,
- Uygulama ve işçilik kolaylığı,
- Boyutsal kararlılık,
- Kokusuz olması,
- İnsan sağlığına ve çevreye zarar vermemesi, kasıntı ve alerji yapmaması,
- Detay bazında ekonomik olması,
- Hafiflik,
- Çeşitli böcek ve mikroorganizmalar tarafından bozulmaması,
- Küf tutmaması (Evcil,2000).

3.2.1. Cam Yünü

Cam yünü, silis kumunun 1200 °C - 1250 °C 'de ergitilerek elyaf haline getirilmesi ile elde edilir. Cam yünü aşağıdaki farklı usullere göre elde olunur.

- Çubuk çekme usulü
- Hazne tambur usulü
- Meme çekme usulü
- Meme üfleme usulü
- Savurma usulü
- Kombine savurma ve uzatma usulü

Cam yünü şilte ekonomik oluşu ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle özellikle kullanılmayan çatı arası döşeme üzerinde tercih edilmektedir. Cam yünü şiltenin kullanım yerine, amacına göre farklı boyut ve teknik özelliklerde, değişik kaplama malzemeleriyle, şilte, levha, dökme, boru şeklinde üretilir. Isı ve ses yalıtımı, akustik düzenlemede kullanılır. Alman Normu DIN 4102 'ye göre "A" sınıfı yanmaz malzemeler grubunda olmaları, kullanım yerlerinde yangın güvenliğini sağlar.

Performanslarını koruduğu sürekli azami kullanım sıcaklığı -50 / 250 °C aralığındadır. -200 °C 'ye veya 550 °C 'ye kadar kullanılan özel cam yünü ürünler de üretilebilir. TS 825 Ek 5'te ısı iletkenlik hesap değeri 0,040 W/mK, su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu=1$ 'dir. Cam yünü 14-100 kg/m³ arası yoğunluklarda üretilmektedir. Su emmeleri hacimce %3-10, mekanik dayanımları 1,5 -6,5 ton/m² arasında değişmektedir (Dağsöz,1991).

3.2.2. TaşYünü

Taş yünü, bazalt veya diabez taşının 1350 °C-1400 °C 'de ergitilerek elyaf haline getirilmesi ile elde edilen bir ısı yalıtım malzemesidir. Kullanım yerine, amacına göre farklı boyut ve teknik özelliklerde, değişik kaplama malzemeleriyle, şilte, levha, dökme, boru şeklinde üretilir. Isı ve ses yalıtımı, akustik düzenleme, yangın yalıtımında kullanılır. Yüksek dayanım sıcaklıkları ve Alman Normu DIN 4102 'ye göre "A" sınıfı yanmaz malzemeler grubunda olmaları, kullanım yerlerinde yangın yalıtımı sağlar.

Performanslarını koruduğu sürekli azami kullanım sıcaklığı -50/+750°C aralığındadır. TS 825 Ek 5'te ısı iletkenlik hesap değeri 0,040 W/mK, su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu=1$ 'dir. Cam yünü 30-200 kg/m³ arası yoğunluklarda üretilmektedir. Su emmeleri hacimce % 2,5-10, mekanik dayanımları 1,5 -6,5 ton/m² arasında değişmektedir.

Cam yünü ve tas yünü yalıtım malzemelerinin diğer özellikleri şunlardır: % 100 boyutsal kararlılığa sahiptirler. Sıcağa ve rutubete maruz kaldığında boyutları değişmez. Fiziksel özelliklerini zamana bağlı olarak kaybetmez. Zamanla bozulmaz, çürümez, küf tutmaz, korozyon ve paslanma yapmaz. Böcekler ve mikroorganizmalar tarafından tahrip edilemez. Higroskopik ve kapiler değildir.

Ergime sıcaklığı 1000°C'dir. Kolay kesilmesi ve zayıtsız her parçasının değerlendirilmesi, uygulamada fayda sağlar (Ertaş,2001; İzocam 2003).

3.2.3. Ekstrüde Polistren Köpük (XPS)

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

Ekstrüde polistrenin avantajlarının kaynağının üretim teknolojisini oluşturan haddelme (ekstrüzyon) işlemi ve bunun sonucunda ortaya çıkan kapalı gözenekli hücre yapısıdır.

Malzemenin hammaddesi olan tanecikler halindeki polistren, üretim hattına girdikten sonra eritilir, başka katkı maddeleri eklenip ve köpük yapısının sağlanabilmesi için şişirme ajanı ilave edilir. Bu karışım belirli ısı ve basınç koşulları altında bir hat boyunca istenilen kalınlıkta çekilir. Hatta çıkan malzemenin boyunun ve yüzey yapısının (kenar binileri, kanallar, pürüzlendirme) ihtiyaçlar doğrultusunda düzenlenmesiyle son ürün elde edilmiş olur.

Basitçe özetlediğimiz bu üretim sürecinin çok değerli bir diğer getirisi malzemenin homojen ve kalitesinin hep aynı seviyede tutulabilmesidir. Bu sürecin sonucunda bal peteği formunda hücre çeperlerinden oluşmuş, daha bilinir bir tabirle kapalı gözenekli hücre yapısına sahip ekstrüde polistren elde edilmiş olur.

Sürekli ve düzenli hücre yapısı ve kapalı gözeneklilik ekstrüde polistreni suya ve zamana karşı dayanıklı yapar, yalıtım becerisi ve yüke karşı dayanımının yüksek olmasını sağlar.

Polistren termoplastiktir, islendikten sonra yeniden üretim hattına sokulabilir. Bu nedenle ekstrüde polistren tesisleri genellikle zayıtsız çalışırlar. Bir takım nedenlerle kullanılmayan, bini veya kanal açılmasında açığa çıkan malzemeler toplanır, gerekli işlemlerin ardından ilk tanecik formuna getirilir ve yeni imalatlarda kullanılır (Güç,2004).

XPS üretiminde şişirici gaz olarak HCFC kullanılmaktadır. Üretimde açığa çıkan HCFC ozon tabakasına zarar vermektedir.

Ekstrüde polistren Alman Normu DIN 4102 'ye göre B1 sınıfı zor alev alan malzemeler sınıfındadır. TS 825 Ek 5'te ısı iletkenlik hesap değeri yüzeyi pürüzlü 0,031 W/mK, pürüzsüz iken 0,028 W/m.K'dır. Su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu=80-250$ arasındadır. Ekstrüde polistren 25 - 45 kg/m³ arası yoğunluklarda üretilmektedir. Mekanik dayanımları 10 - 50 ton/m², su emmeleri hacimce max.%0-0,5, kullanım sıcaklıkları -50 °C / 80 °C arasındadır (Ertaş,2001).

3.2.4. Ekspande Polistren Köpük (EPS)

Ekspande Polistren Köpük (EPS-Genleştirilmiş Polistren Köpük), petrolden elde edilen, köpük halindeki, termoplastik, kapalı gözenekli bir ısı yalıtım malzemesidir.

Polistren taneciklerinin şişirilmesi ve birbirine kaynaşması ile elde edilen EPS (Genleştirilmiş Polistren Sert Köpük) ürünlerde, taneciklerin şişirilmesi ve köpük elde edilmesi için kullanılan gaz pentandır. Pentan tanecikler içinde çok sayıda küçük gözeneklerin oluşmasını sağladıktan sonra, üretim sırasında ve üretimi takiben çok kısa sürede hava ile yer değiştirir. Böylece EPS levhaların bünyesinde bulunan çok sayıdaki (1m³ EPS 'de 3-6 milyar) küçücük kapalı gözenekli hücreler içinde durgun hava hapsolür. Malzemenin %98'i hareketsiz ve durgun havadır. EPS üretiminde son asama olan sekil verme (kalıplama) aşamasında, taneciklerin birbiri ile sıkıca kaynaşması sağlanır. EPS blok halinde ve kesilmek suretiyle levha haline getirilir veya levha şeklinde kalıp içinde genleştirilerek üretilir (İzoder,2003).

Ekspande polistren üretimine Alman Normu DIN 4102'ye göre B1 sınıfı zor alev alan ve B2 sınıfı normal alev alan malzemeler sınıfında üretilmektedirler.

TS 825 Ek 5'te ısı iletkenlik hesap değeri 0,04 W/mK 'tür. Su buharı difüzyon direnç faktörü 20-250 arasındadır. Ekspande polistren 10-40 kg/m³ arası yoğunluklarda üretilmektedir. Isı yalıtımında kullanılabilmesi için TS 7316 'ya göre EPS'nin yoğunluğu min. 15 kg/cm³ olmalıdır. Mekanik dayanımları 5-15 ton/m², su emmeleri hacimce %1,1-2,5, kullanım sıcaklıkları -180 °C / 75 °C arasındadır (Ertaş,2001).

3.2.5. Odun Talaşı Levhalar

Ahşap talaşının manyezit bağlayıcı ile sıkıştırılarak levha halinde üretilen bir ısı yalıtım malzemesidir. Basınç ve bükülmeye karşı dayanımı olan bu levhalar, aynı zamanda ses yalıtımı da sağlamaktadırlar. Güneşin ultraviyole ısınlardan etkilenmezler, ancak organik kökenli bir malzeme olması sebebiyle çeşitli böcek ve organizmalardan zarar görebilmektedirler.

Odun talaşı levhaların kullanım sıcaklığı maksimum 110 °C' dir. Isı iletkenlik hesap değeri 0,09-0,15 W/mK, su buharı difüzyon direnç faktörü 2-5 arasındadır. Yanma sınıfı BS476 standardına göre Class 1'dir. Yoğunluğu 360-570 kg/m³ aralığındadır. Su emmeleri hacimce %10, basınç dayanımları 20 ton/m² 'dır (İzoder,2003).

3.2.6. Fenol Köpüğü

Fenol köpükleri (PF), fenol-formaldehit bakalitine anorganik şişirici ve sertleştirici maddelerin katılmasıyla düşük (30-60 kg/m³) ve yüksek (80-120 kg/m³) yoğunlukta olmak üzere iki şekilde elde edilebilen malzemeler olup, blok, pano, plak, kabuk veya yerinde döküm olarak kullanılabilirler.

Fenol köpükler açık gözenekli yapıları sebebiyle, su, hava ve buhara karşı yalıtımları düşüktür. Kırılgan ve düşük mekanik dayanımdadırlar (EVCİL,2000).

Fenol köpüklerin kullanım sıcaklığı -180 / 150°C aralığındadır. Isı iletkenlik hesap değeri ortalama 0,036 W/mK'dir. Su buharı difüzyon direnç faktörü 10-50 arasındadır. Kolay su alabilen, kapiler özelliktedirler. Yanma sınıfı BS476 standardına göre Class 1'dir. Yoğunluğu 30-50 kg/m³, basınç dayanımları 10-15 ton/m² aralığındadır (Ertaş,2001).

3.2.7. Mantar Levhalar

Bilinen en eski bitkisel kökenli yalıtkanlardan biri olan mantar, taneli bir yapıda olup, doğal mantar veya meşe mantarı olarak da bilinir.

Heterojen yapılı ve örnekten örneğe değişen ısı iletkenlik katsayısına sahip olan mantar, piyasada kabuk, pano, karo vb. şekillerde bulunmaktadır. Ayrıca mantar, bir bağlayıcı ya da çimento harcına katılarak, ısı tutucu katkılı sıva veya sap halinde de uygulanabilmektedir.

Genel özellikleri açısından yapıştırılması, çivilenmesi, kesilmesi kolay, çürümemesi bulunmaktadır. Bu özelliklere ek olarak higroskopik olan, kimyevi maddelere dayanıklı, ancak halojenlere, amonyağa ve eter yağlarına dayanıksız olan mantar, basınç altında bitüm gibi bir bağlayıcı eklenerek daha dayanıklı levha mantarlar elde edilebilmektedir. Bu tür levha mantarlar zor yanan, hemen hemen su almayan ve haşarat barındırmayan özelliktedirler (Evcil,2000).

Mantar levhaların kullanım sıcaklığı $-180 / 110^{\circ}\text{C}$ aralığındadır. Isı iletkenlik hesap değeri $0,04 - 0,055 \text{ W/mK}$, su buharı difüzyon direnç faktörü 10-35 arasındadır. Higroskopiktir, havanın nemini çeker. Su emmez. Yanma sınıfı BS476 standardına göre Class 3'tür. Yoğunluğu $80-500 \text{ kg/m}^3$ aralığındadır. (Ertaş,2001).

3.2.8. Poliüretan

Poliüretan, poliöl ve izosiyonat adı verilen iki ayrı kimyasal komponentin bir araya getirilmesi sırasında havanın yardımıyla bu iki maddenin köpürüp sertleşmesi ile üretilir. Levha, sandviç panel ve püskürtme yöntemiyle kullanılan bir ısı yalıtım malzemesidir.

Poliüretan köpük, kapalı gözenekli yapısı sayesinde suyu bünyesine almaz, fakat birleşim yerlerinden sızarak köpüğün altında birikebilir. Nem, köpükteki izosiyonür ve polil arasındaki kimyasal reaksiyonu hızlandırarak dayanıklılığı düşük bir malzemenin oluşmasını sağlar. Bu durum köpüğün alt katmanlara yapışmasını da zedeler. Su buharı difüzyonu, mukavemet, boyutsal stabilite özelliklerinde zayıflamaya sebep olur. Bunu önlemek için sıcak tarafta buhar kesici bir malzeme kullanılmalıdır (Evcil,2000).

Poliüretanın kullanım sıcaklığı $-200/110^{\circ}\text{C}$ aralığındadır. Isı iletkenlik hesap değeri ortalama $0,035 \text{ W/mK}$ 'dir. Su buharı difüzyon direnç faktörü 30-100 arasındadır. Yanma sınıfı B1, B2, B3 sınıfı zor, normal ve kolay alev alan seklinde üretilmektedir. Yoğunluğu $30-200 \text{ kg/m}^3$, su emmeleri %3-5, basınç dayanımları $10-40 \text{ ton/m}^2$ arasındadır (Ertaş,2001).

3.2.9. Cam Köpüğü

Cam köpüğü, toz camın karbon ile birlikte ergitilmesiyle elde edilir v kapalı cam hücrelerine sahiptir. Kabuk, levha, pano, blok veya kesilmiş parça olarak bulunabilirler.

Su ve buhar geçirmezler, hidroskopik ve kapiler değildirler. Kimyasal etkilere karşı dayanıklıdır ve çürümez, küflenmez ve haşarat barındırmazlar (Evcil,2000).

Cam köpüğünün kullanım sıcaklığı $-260 / 430^{\circ}\text{C}$ aralığındadır. Isı iletkenlik hesap değeri 20°C için $0,052 \text{ W/mK}$, su buharı difüzyon direnç faktörü 10.000 'dir. BS476 standardına göre yanmaz (Class 0) malzemedir. Su emmez. Hidroskopik ve kapiler değildir. Yoğunluğu $100-200 \text{ kg/m}^3$, basınç dayanımları $48-880 \text{ ton/m}^2$ aralığındadır (Ertaş,2001).

3.3. Duvarlarda Isı Yalıtım Uygulama Çeşitleri

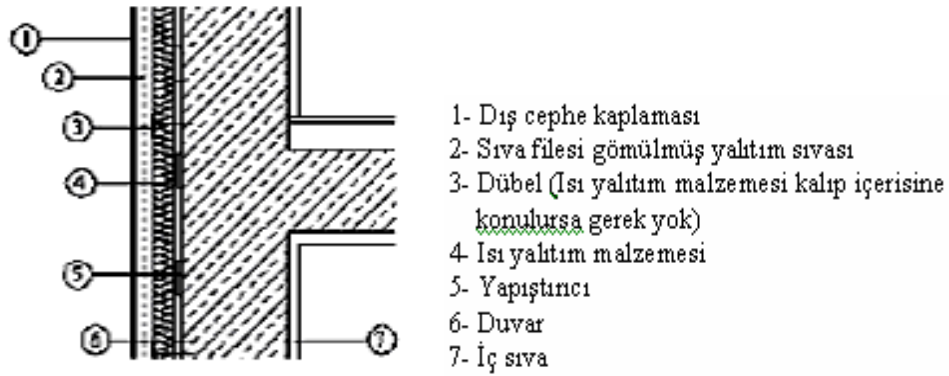
Duvarlarda ısı yalıtım uygulamaları üç şekilde yapılabilir. Uygulama çeşidi seçilirken; kullanım koşulları, çevre şartları gibi unsurlar dikkate alınmalıdır.

3.3.1. Dıştan Isı Yalıtım

Binalarımızın ısı yalıtımını etkin biçimde sağlayan ve yalıtımın bir bütün olduğunu benimseyen dış cephe ısı yalıtım sistemleri hem duvar elemanlarının oluşturdukları yüzeyleri, hem de kolon kiriş, lento, perde duvar gibi betonarme yüzeyleri yalıtarak ısı köprülerini ortadan kaldırmakta ve yalıtımdan etkin şekilde sonucun alınmasını sağlamaktadır (Şekil 3. 1.).

Bu sistemlerin bir diğer avantajı ortamdaki su buharının yoğunlaşarak yüzeyde veya iç katmanlarda oluşturduğu ve yaşanan mekanlarda son derece konforsuz ve sağlıklı koşullar yaratan yoğunlaşma problemini ortadan kaldırmasıdır. Ayrıca bu sistemler binalarımızı atmosferik şartlara karşı koruyarak, farklı iklim koşullarında oluşabilecek genleşme ve büzülme gibi yapı bileşenlerinde meydana gelen fiziksel değişimleri, dolayısıyla duvar iç gerilmeleri, çatlak ve yapı hasarlarını önlemekte, daha güvenli ve uzun ömürlü binalara kavuşturur (Güç,2004).

Dıştan ısı yalıtım (mantolama) sistemlerinde, ısı yalıtım malzemesi olarak ekspande polistren, ekstrüde polistren ve tas yünü ısı yalıtım levhaları kullanılabilir.



Şekil 3.1. Duvarlarda dıştan ısı yalıtım uygulaması

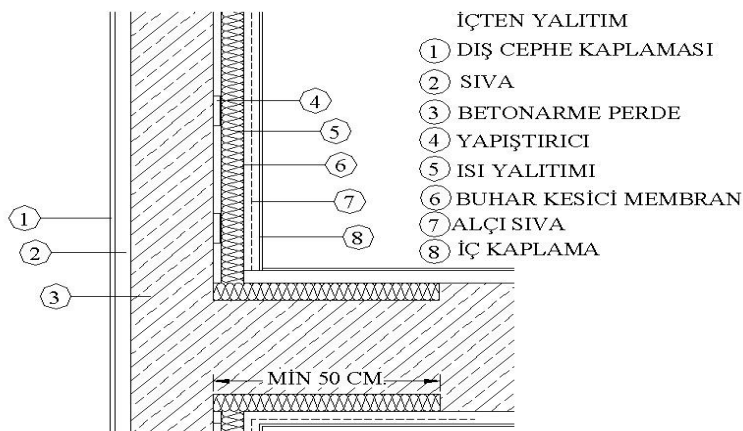
3.3.2. İçten Isı Yalıtım

Dış cepheye ısı yalıtımı uygulamalarının gerçekleştirilmesinin mümkün olmadığı durumlarda ısı yalıtımı içten uygulanabilir (Şekil 3. 2.).

Duvarların içten yalıtılması, yoğuşma riskinin yüksek olduğu uygulamalar olup yoğuşma kontrolü yapılmalıdır. Isı yalıtım malzemesi sürekli olarak uygulanmalı, ısı köprüsü oluşturacak profil vb. tespit elemanlarından kaçınılmalıdır (Ekinci,2003).

İçten ısı yalıtım uygulamalarında ekspande polistren levha, ekstrüde polistren levha, taş yünü ısı yalıtım levhaları, iki yüzü ahşap yünü arası ekspande yalıtım plakası ve cam yünü ısı yalıtım levhaları kullanılabilir.

Isı yalıtım malzemesi, olarak cam yünü veya tas yünü kullanılacak ise, bu malzemeler rijit olmadıklarından, rijit bir malzemeye ihtiyaç duymaktadırlar. (Ünal,2002).

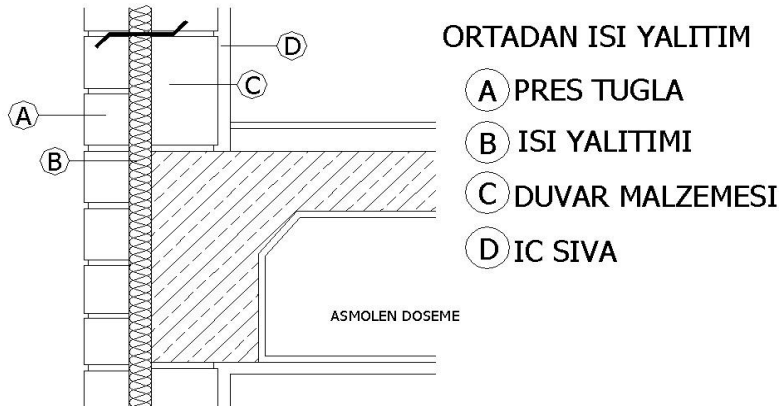


Şekil 3. 2. Duvarlarda içten ısı yalıtım uygulaması

3.3.3. Ortadan Isı Yalıtım

İki masif yapı kabuğu ve bunların arasında yer alan ısı yalıtım katmanının oluşturduğu çift kabuk dış duvar sistemi “ortadan ısı yalıtımlı duvar” olarak tanımlanabilir (Şekil 3. 3.). Bu sistemde duvarların her ikisi de ince olabildiği gibi, biri kalın diğeri ince olabilir.

Ortadan ısı yalıtımlı dış duvarlar boşluklu ve boşluksuz olarak iki şekilde uygulanabilir. Boşluklu sandviç duvar uygulamalarında ısı yalıtım levhaları, iç tarafta bulunan duvar yüzeyine tespit edilir. Boşluk dış duvar ile levha arasında bırakılmalıdır. Boşluksuz sandviç duvar uygulamalarında ısı yalıtım levhaları dış duvarın içe bakan yüzeyine yapıştırıldıktan sonra, iç duvar boşluk bırakılmayacak şekilde örülür.



Şekil 3. 3. Ortadan ısı yalıtım uygulaması

İç duvar bünyesinde kalan kolon, kiriş gibi ısı köprüsü oluşturabilecek tüm yapı elemanları ısı yalıtım tabakası ile dıştan kaplanmalıdır. Isı yalıtım tabakasının tüm cephe boyunca sürekli olması sağlanmalıdır. Aksi halde ısı köprüleri oluşarak ciddi ısı kayıpları ile yoğuşma ve küflenme gerçekleşir (İzocam,2002; Ekinci,2003).

3.4. Örnek Projede Bulunan Kesit Bileşenleri

Mimari proje aşamasındayken kesit bileşenleri belirlenmelidir. Bu belirleme işlemi esnasında binanın dış estetiği, sağlamlık, ucuzluk vb. durumlar göz önüne alınır.

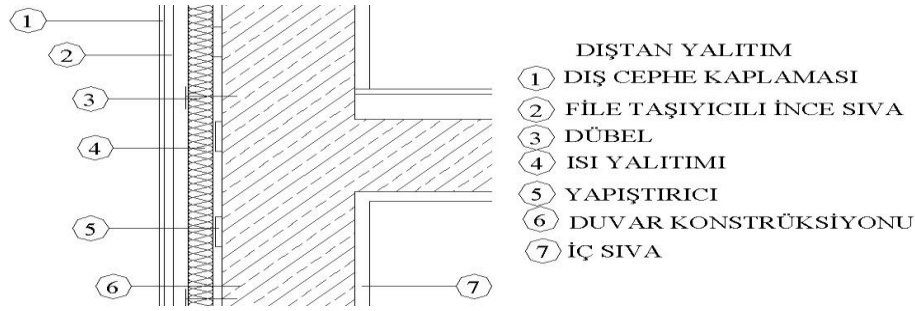
Örnek projemizde dıştan ısı yalıtım uygulaması yapılacak olup bu durum da bileşen seçiminde önem arz etmektedir.

3.4.1.Dış Temaslı Duvar Bileşenleri

Dış temaslı duvar bileşeni, ısı yalıtım projelerinde çeşit fazlalığı, maliyet esasları ve estetik görüntüsü sebebiyle üzerinde en çok durulan bileşendir. Bu bileşen dolgu duvarın da içinde bulunduğu bileşen çeşididir.

Araştırmadaki örnek projemizin bulunduğu il sebebiyle 1. Derece Gün Bölgesi içerisine girmekte ve diğer bölgelere nazaran daha az yalıtım kalınlığı gerektirmektedir. Bu durum alternatif çözüm sayısını artırmaktadır.

Dış temaslı duvar bileşenlerine Şekil 3. 4.'ü örnek olarak verebiliriz.

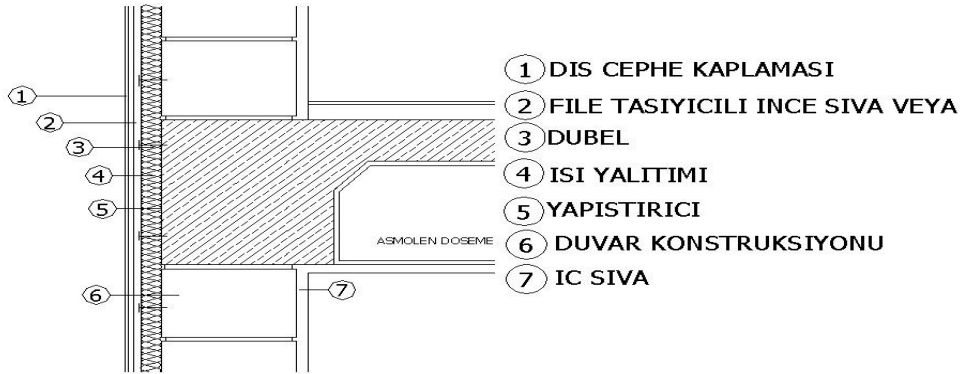


Şekil 3.4. Dış temaslı duvar bileşeni

3.4.2.Dış Temaslı Betonarme Duvar Bileşeni

Dış temaslı betonarme duvar bileşeni, binanın dışa açık bulunan beton elemanlarının(kat tabliyesi, kolonlar, kirişler, vs.) oluşturduğu betonarme bölümdür. Bu bileşende malzeme çeşidini değiştirmek fazla mümkün olmamakla beraber sadece betonarme kısmın üzerindeki yalıtım malzemelerinin çeşitlendirilmesi mümkündür.

Dış temaslı betonarme duvar bileşenlerine Şekil 3. 5.'i örnek verebiliriz.

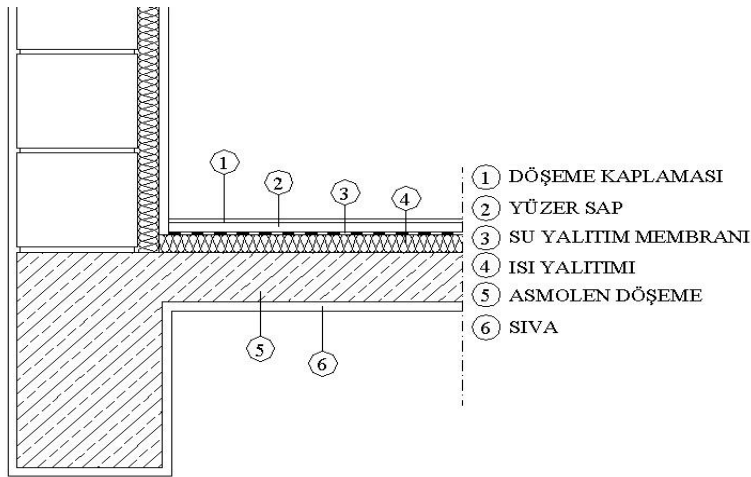


Şekil 3. 5. Dış temaslı betonarme duvar bileşeni

3.4.3.Açık Geçit Üzeri Taban Bileşeni

Açık geçit üzeri taban bileşeni; binalarda yapılan ve genellikle 1. Kattan itibaren tabliyenin genişlemesi sebebiyle oluşan saçak kısmını ifade eder. Yine bu bileşende de yalıtım malzemesi çeşitliliği fazla olmamaktadır.

Açık geçit üzeri taban bileşenlerine Şekil 3. 6.'yı örnek verebiliriz.

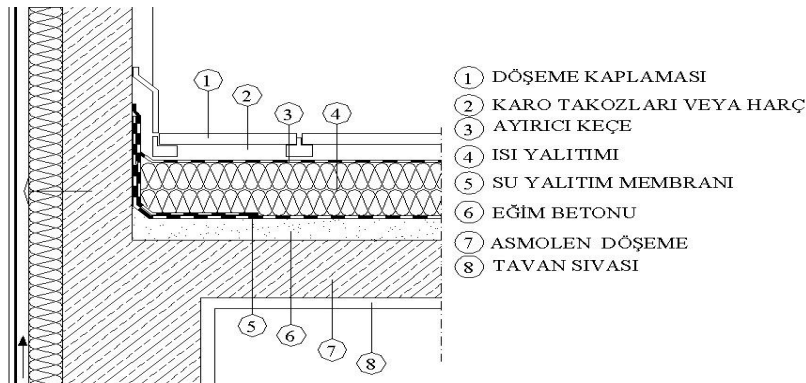


Şekil 3. 6. Açık geçit üzeri taban bileşeni

3.4.4.Teras Tavan Bileşeni

Teras tavan bileşeni; binanın en son kat tavanının dış havaya açık kısmını oluşturmaktadır. Bu bileşen bölümü genellikle üzerinde gezilen bir bölüm olduğundan kullanılan ısı yalıtımı malzemesinin basınca dayanıklı olması istenilmektedir.

Teras tavan bileşenine Şekil 3.7.'yi örnek gösterebiliriz.

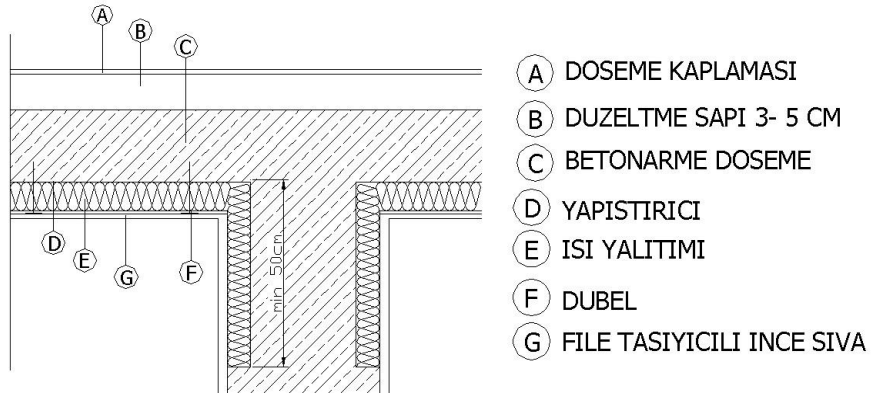


Şekil 3.7. Teras tavan bileşeni

3.4.5. Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban Bileşeni

Isıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni; bu tabanın altında bodrum, depo, kömürlük vb. gibi ısıtılmayan bir iç ortam olduğunu belirten bileşendir.

Isıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşenine Şekil 3. 8.'i örnek gösterebiliriz.



Şekil 3. 8. Isıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde; farklı bileşen malzemeleriyle ısı yalıtım yöntemine göre bileşen seçimi yapıp, ısı yalıtım hesabı çıkartılacaktır. Ayrıca maliyet analizi yapılarak geri ödeme süresi araştırılacaktır.

4.1. Örnek Yapının Isı Yalıtım Yapılmaması Durumu

Araştırmamızdaki örnek projede ısı yalıtımsız durum için işlemlerimizi yaparak veriler toplanacaktır.

4.1.1. Örnek Yapının Isı Yalıtım Yapılmaması Durumunda Kesit Bileşenlerinin Belirlenmesi

Bir üst bölümde de belirtildiği üzere ısı yalıtım malzemesi kullanmadan kesit bileşenleri belirlenecektir.

4.1.1.1. Örnek Yapının Isı Yalıtım Yapılmaması Durumunda Dış Temaslı Duvar Bileşeni

Dış temaslı duvar bileşeni olarak 13,5 cm'lik tuğla seçilmiş olup bileşenlerinin sıra ve özellikleri Çizelge 4. 1.'de belirtildiği gibi olmaktadır.

Çizelge 4. 1. Yalıtımsız durumda dış temaslı duvar bileşenlerinin sırası ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,005	4.4	Yalnız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,51	10
2	0,015	4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,7	10
3	0,135	7.1.5.2	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)	0,36	5
4	0,025	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.1.1.2. Örnek Yapının Isı Yalıtım Yapılmaması Durumunda Dış Temaslı Betonarme Duvar Bileşeni

Dış temaslı betonarme duvar bileşeni sıra ve özellikleri Çizelge 4. 2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 2. Yalıtımsız durumda dış temaslı betonarme duvar bileşeni sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,005	4.4	Yalnız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,51	10
2	0,02	4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,7	10
3	0,20	5.1.1	Donatılı	2,5	80
4	0,025	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.1.1.3. Örnek Yapının Isı Yalıtım Yapılmaması Durumunda Açık Geçit Üzeri

Taban Bileşeni

Açık geçit üzeri taban bileşen malzemeleri sıra ve özellikleri Çizelge 4.3.'te belirtilmiştir.

Çizelge 4. 3. Yalıtımsız durumda açık geçit üzeri taban bileşenleri sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,01	8.1.1	İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar	0,13	40
2	0,07	4.6	Çimento harçlı şap	1,4	15
3	0,10	5.1.1	Donatılı	2,5	80
4	0,2	7.5.1.2.2.7	≤3 sıra boşluklu; genişlik <300 mm(Asmolen)	0,36	5
5	0,02	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.1.1.4. Örnek Yapının Isı Yalıtım Yapılmaması Durumunda Teras Tavan Bileşeni

Teras tavan bileşeninde kullanılan malzeme sıra ve özellikleri Çizelge 4. 4.'te gösterilmiştir.

Çizelge 4. 4. Yalıtımsız durumda teras tavan bileşen malzemeleri sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,025	4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,7	10
2	0,20	7.5.1.2.2.7	≤3 sıra boşluklu; genişlik <300 mm(Asmolen)	0,36	5
3	0,1	5.1.1	Donatılı	2,5	80
4	0,005	9.2.1	Mastik asfalt kaplama > 7mm	0,7	1
5	0,07	4.6	Çimento harçlı şap	1,4	15

4.1.1.5. Örnek Yapının Isı Yalıtım Yapılmaması Durumunda Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban Bileşeni

Isıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzemeleri sıra ve özellikleri Çizelge 4. 5.'te belirtilmiştir.

Çizelge 4. 5. Yalıtımsız durumda ısıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzeme sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,01	8.1.1	İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar	0,13	40
2	0,07	4.6	Çimento harçlı şap	1,4	15
3	0,10	5.1.1	Donatılı	2,5	80

Çizelge 4. 5. (Devam) Yalıtımsız durumda ısıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzeme sıra ve özellikleri

4	0,20	7.5.1.2.2.7	≤ 3 sıra boşluklu; genişlik < 300 mm(Asmolen)	0,36	5
5	0,025	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.1.1.6. Örnek Yapının Isı Yalıtım Yapılmaması Durumunda Kullanılan Kapı ve Pencere

- Projesi yapılacak binanın pencere tipleri Çizelge 4.6.'da gösterildiği gibi olacaktır.

Çizelge 4.6. Yalıtımsız durumda kullanılan pencere tipi

Pencere Tipi	Cam Tipi	U (W/m ² K)
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk ≤ 9	2,4

- Projesi yapılacak binanın pencere tipleri Çizelge 4.7.'de gösterildiği gibi olacaktır.

Çizelge 4. 7. Yalıtımsız durumda kullanılan kapı tipleri

Kapı Tipi	U (W/m ² K)
Dış Kapı- metal (ısı yalıtımsız)	5,5

4.1.2. Örnek Yapının Isı Yalıtım Yapılmaması Durumunda Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesaplanması

- Duvar, tavan ve taban bileşenlerine ait hesaplamalarda kullanılacak alan değerleri Çizelge 4. 8.'de görüldüğü gibidir.

Çizelge 4. 8. Yalıtımsız durumda kesit bileşenlerine ait hesaplamalarda kullanılacak alan değerleri

Bileşenin Adı	Alanı(m ²)
Tuğla Duvar	927,84
Donatılı Beton Duvar	263,1
Teras Çatı	568
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban	527
Açık Geçit Üzeri Taban	41

- Kullanılacak pencerelere ait yön ve alan bilgileri Çizelge 4.9.'daki gibidir.

Çizelge 4. 9. Yalıtımsız durumda kullanılacak pencerelere ait yön ve alan bilgisi

Pencere Tipi	Cam Tipi	Yönü	Alanı(m ²)	U (W/m ² K)
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Kuzeydoğu	110,2	2,4
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Kuzeybatı	124,3	2,4
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Güneydoğu	119,04	2,4
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Güneybatı	110,2	2,4

- Kullanılacak kapılara ait bilgiler Çizelge 4.10.'da belirtilmiştir.

Çizelge 4.10. Yalıtımsız durumda kullanılacak kapılara ait bilgiler

Kapı Tipi	Alanı (m ²)	U (W/m ² K)
Metal Kapı (Isı Yalıtımsız)	4,32	5,5

- Bina Hacminin Bulunması

Mimari projeden bakılarak ısıtma yapılacak yerlerin hacimleri (V) bulunur.

$$V=8\,397\text{ m}^3$$

Tüm veriler programa girilerek hesap sonuçlarına ulaşılır. Yıllık ısıtma enerjisine ait sonuçlar Çizelge 4.11.'de gösterildiği gibidir. Isı ihtiyacı kimlik belgesi **Ek 6**'da sunulmuştur.

Çizelge 4.11. Yalıtımsız durumda hesap sonuçları

Müsade Edilen Maksimum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	Hesaplanan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı
8,08 kWh/m³	14,19 kWh/m³

Bu değerlerde metreküp başına düşen ısıtma enerjisi ihtiyaçları belirtilmektedir. Binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı için bu değer binanın hacmiyle çarpılmalıdır.

$$\text{Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı} = 14,19 \times 8397 = 119.153,43\text{kWh}$$

4.2. Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda Isı Yalıtım Çözümü, Maliyet Analizi ve Geri Ödeme Süresi

Bu bileşen çeşitliliğinde tuğla duvara dıştan yalıtım uygulamasıyla ısı yalıtım yapılarak hesap sonuçlarına ulaşılacaktır. Öncelikle işe kesit bileşenlerinin belirlenmesiyle başlanılacaktır.

4.2.1. Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda Kesit

Bileşenlerinin Belirlenmesi

İsminden de anlaşılacağı üzere duvar dolgu malzemesi olarak tuğla kullanılacak, diğer bileşenlere de uygun yalıtım malzemeleri kullanılarak yalıtım tamamlanacaktır.

4.2.1.1. Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda Dış Temaslı

Duvar Bileşeni

Dış temaslı duvar bileşeni olarak 13,5 cm'lik tuğla yalıtım malzemesi olarak ekspande polistren köpüğün bir çeşidi olan polistren- partiküler köpük seçilmiş olup bileşenlerinin sıra ve özellikleri Çizelge 4.12.'de belirtildiği gibi olmaktadır.

Çizelge 4.12. Tuğla üzeri yalıtım durumunda dış temaslı duvar bileşenlerinin sırası ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,005	4.4	Yalnız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,51	10
2	0,02	4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,7	10
3	0,135	7.1.5.2	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar TS EN 771-1	0,36	5
4	0,03	10.3.1.1.1	Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun Isı iletkenlik grupları 035	0,035	20
5	0,025	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.2.1.2. Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda Dış Temaslı

Betonarme Duvar Bileşeni

Dış temaslı betonarme duvar bileşeninde ısı yalıtımı olarak yine polistren partiküler köpük tercih edilmiş olup bileşen kesitindeki malzemelerin sıra ve özellikleri Çizelge 4.13'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. Tuğla üzeri yalıtım durumunda dış temaslı betonarme duvar bileşeni sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,005	4.4	Yalnız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,51	10
2	0,02	4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,7	10
3	0,20	5.1.1	Donatılı	2,5	80
4	0,04	10.3.1.1.1	Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun Isı iletkenlik grupları 035	0,035	20
5	0,025	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.2.1.3. Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda Açık Geçit Üzeri Taban Bileşeni

Açık geçit üzeri taban bileşeninde polistren partiküler köpük tercih edilmiş olup bileşen kesit malzemelerinin sıra ve özellikleri Çizelge 4.14.'te belirtilmiştir.

Çizelge 4.14. Tuğla üzeri yalıtım durumunda açık geçit üzeri taban bileşenleri sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,01	8.1.1	İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar	0,13	40
2	0,07	4.6	Çimento harçlı şap	1,4	15
3	0,10	5.1.1	Donatılı	2,5	80
4	0,2	7.5.1.2.2.7	≤3 sıra boşluklu; genişlik <300 mm(Asmolen)	0,36	5

Çizelge 4.14. (Devam) Tuğla üzeri yalıtım durumunda açık geçit üzeri taban bileşenleri sıra ve özellikleri

5	0,04	10.3.1.1.1	Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun Isı iletkenlik grupları 035	0,035	20
6	0,02	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.2.1.4. Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda Teras Tavan Bileşeni

Teras tavan bileşeninde çevre ve kullanım şartları göz önünde bulundurularak ekstrüde polistiren köpük tercih edilmiş olup kullanılan kesit bileşen malzeme sıra ve özellikleri Çizelge 4.15.'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Tuğla üzeri yalıtım durumunda teras tavan bileşen malzemeleri sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,025	4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,7	10
2	0,20	7.5.1.2.2.7	≤3 sıra boşluklu; genişlik <300 mm(Asmolen)	0,36	5
3	0,1	5.1.1	Donatılı	2,5	80
4	0,005	9.2.1	Mastik asfalt kaplama > 7mm	0,7	1
5	0,05	10.3.2.2.1	Ekstrüde Polistiren Köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 030	0,03	80
6	0,07	4.6	Çimento harçlı şap	1,4	15

4.2.1.5. Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban Bileşeni

Isıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzemeleri sıra ve özellikleri Çizelge 4.16’da belirtilmiştir.

Çizelge 4.16 Tuğla üzeri yalıtım durumunda ısıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzeme sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,01	8.1.1	İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar	0,13	40
2	0,07	4.6	Çimento harçlı şap	1,4	15
3	0,02	10.3.2.1.1	Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 030	0,03	80
4	0,10	5.1.1	Donatılı	2,5	80
5	0,20	7.5.1.2.2.7	≤3 sıra boşluklu; genişlik <300 mm(Asmolen)	0,36	5
6	0,025	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.2.1.6.Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda Kullanılan Kapı ve Pencereler

- Projesi yapılacak binanın pencere tipleri Çizelge 4.17.’de gösterildiği gibi olacaktır.

Çizelge 4.17.Tuğla üzeri yalıtım durumunda kullanılan pencere tipi

Pencere Tipi	Cam Tipi	U (W/m ² K)
TS 2164’den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk≤9	2,4

- Projesi yapılacak binanın pencere tipleri Çizelge 4.18.’de gösterildiği gibi olacaktır.

Çizelge 4.18. Tuğla üzeri yalıtım durumunda kullanılan kapı tipleri

Kapı Tipi	U (W/m ² K)
Dış Kapı- metal (ısı yalıtımsız)	5,5

4.2.2. Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesaplanması

- Duvar, tavan ve taban bileşenlerine ait hesaplamalarda kullanılacak alan değerleri Çizelge 4.19.'da görüldüğü gibidir.

Çizelge 4.19.Tuğla üzeri yalıtım durumunda kesit bileşenlerine ait hesaplamalarda kullanılacak alan değerleri

Bileşenin Adı	Alanı(m ²)
Tuğla Duvar Üzeri Yalıtım	927,84
Donatılı Beton Duvar(Yalıtımlı)	263,1
Teras Çatı(Yalıtımlı)	568
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban(Yalıtımlı)	527
Açık Geçit Üzeri Taban(Yalıtımlı)	41

- Kullanılacak pencerelere ait yön ve alan bilgileri Çizelge 4.20.'deki gibidir.

Çizelge 4.20. Tuğla üzeri yalıtım durumunda kullanılacak pencerelere ait yön ve alan bilgisi

Pencere Tipi	Cam Tipi	Yönü	Alanı(m ²)	U (W/m ² K)
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Kuzeydoğu	110,2	2,4
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Kuzeybatı	124,3	2,4
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Güneydoğu	119,04	2,4
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Güneybatı	110,2	2,4

- Kullanılacak kapılara ait bilgiler Çizelge 4.21.'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.21. Tuğla üzeri yalıtım durumunda kullanılacak kapılara ait bilgiler

Kapı Tipi	Alanı (m ²)	U (W/m ² K)
Metal Kapı(Isı Yalıtımsız)	4,32	5,5

- Bina Hacminin Bulunması

Mimari projeden bakılarak ısıtma yapılacak yerlerin hacimleri (V) bulunur.

$V=8\,397\text{ m}^3$

Tüm veriler programa girilerek hesap sonuçlarına ulaşılır. Yıllık ısıtma enerjisine ait sonuçlar Çizelge 4.22.'de gösterildiği gibidir. Isı ihtiyacı kimlik belgesi **Ek7'**de sunulmuştur.

Çizelge 4.22. Tuğla üzeri yalıtım durumunda hesap sonuçları

Müsade Edilen Maksimum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	Hesaplanan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı
8,08 kWh/m ³	7,28 kWh/m ³

Bu değerlerde metreküp başına düşen ısıtma enerjisi ihtiyaçları belirtilmektedir. Binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı için bu değer binanın hacmiyle çarpılmalıdır.

$$\text{Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı} = 7,28 \times 8397 = 61.130,16 \text{ kWh}$$

Binanın enerji sınıfı; mücade edilen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ($Q_{yıl}$) ve hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Q') arasındaki aşağıdaki bağıntıdan yararlanılarak tespit edilir.

$$Q_{yıl} \leq 0,99 \times Q' (7,99) \text{ ise C Tipi Bina (Normal Verimli Bina),}$$

$$Q_{yıl} \leq 0,90 \times Q' (7,27) \text{ ise B Tipi Bina (Enerji Verimli Bina),}$$

$$Q_{yıl} \leq 0,80 \times Q' (6,46) \text{ ise A Tipi Bina (Süper Enerji Verimli Bina)}$$

O halde seçilen bileşenler dahilinde örnek binamız: Hesaplanan yıllık ısıtma enerjisine göre C tipi binadır(Normal Verimli Bina).

4.2.3.Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda Isı Yalıtım Maliyet Analizi

Isı yalıtımında kullanılan; yalıtım malzemeleri, malzeme kalınlıkları ve malzeme fiyatları Çizelge 4.23.'te görüldüğü gibidir.

Çizelge 4.23. Tuğla üzeri yalıtım durumunda ısı yalıtımı maliyet değerleri

Not: Maliyet analizi yapılırken bayındırlık birim fiyatlarından yararlanılmıştır.

Bileşen Adı	Kullanılan Yalıtım Malzemesi	Bileşen Alanı(m ²)	Yalıtım Malzemesi Birim Fiyatı(TL)	Toplam (TL)
Dış Temaslı Duvar Bileşeni (Tuğla Üzeri Yalıtım)	3cm Kalınlıkta Ekspande Polistiren - Partiküler Köpük	927,84	14,59	13.537,18
Dış Temaslı Betonarme Duvar	4cm Kalınlıkta Ekspande Polistiren - Partiküler Köpük	263,1	14,59	3.838,62
Açık Geçit Üzeri Taban	4cm Kalınlıkta Ekspande Polistiren - Partiküler Köpük	41	14,59	598,12
Teras Tavan	5cm Kalınlıkta Ekstrüde Polistiren Köpüğü	568	13,36	7.588,48
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban	2cm Kalınlıkta Ekstrüde polistren köpüğü	527	13,36	7.040,72

Toplam Yalıtım Maliyeti = 32.603,12 TL

Daire Başı Yalıtım Maliyeti =1.630,15 TL

4.2.4.Örnek Yapının Tuğla Üzeri Yalıtım Yapılması Durumunda Geri Ödeme Süresinin Hesaplanması

Geri ödeme süresi hesabı yapılırken T.Ü.İ.K. (Türkiye İstatistik Kurumu)'ın 2012 yılı enflasyon verilerinden bakılarak %6,2; doğalgaz fiyatı için Aksagaz'ın evsel tüketici için belirlediği doğalgaz metreküp(m³) fiyatı 0,945658TL (K.D.V. dahil) kullanılmıştır. Yakıt malzemesi olarak doğalgaz seçildiğinden dolayı doğalgazın alt ısıtılma değeri ve kazan verimi TS-825'ten alınarak bu değerler Çizelge 4.24.'te belirtilmiştir.

Çizelge 4.24. Doğalgazın kazan verimi ve alt ısı değeri

Yakıt Türü	Yakıt Türüne Göre Kazan Verimi	Yakıt Türüne Göre Alt Isıl Değeri(kWh/m ³)
Doğalgaz	0,85-0,92	9,595

Yalıtımsız durumdaki yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacından mevcut yalıtımlı durumdaki yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı çıkarılarak tasarruf edilen ısıtma enerjisi Çizelge 4.25.'deki gibi bulunur.

Çizelge 4.25.Yalıtımsız ve tuğla üzeri yalıtım durumunda ısıtma enerjisi durumları

Yalıtımsız Durumdaki Yıllık Isıtma Enerjisi(kWh)	Yalıtımlı Durumdaki Yıllık Isıtma Enerjisi(kWh)	Tasarruf Edilen Enerji Miktarı(kWh)
119.153,43	61.130,16	58.023,27

$$V = \frac{V'}{H_u \cdot \eta} \dots\dots\dots(1.1.)$$

V= Tasarruf edilen doğalgaz miktarı (m³)

V' = Tasarruf edilen enerji miktarı (kWh)

H_u = Yakıtın alt ısı değeri (kWh/m³)

η = Kazan verimi

$$T_t = V \cdot D_ü \dots\dots\dots(1.2.)$$

T_t= Tasarruf tutarı (TL)

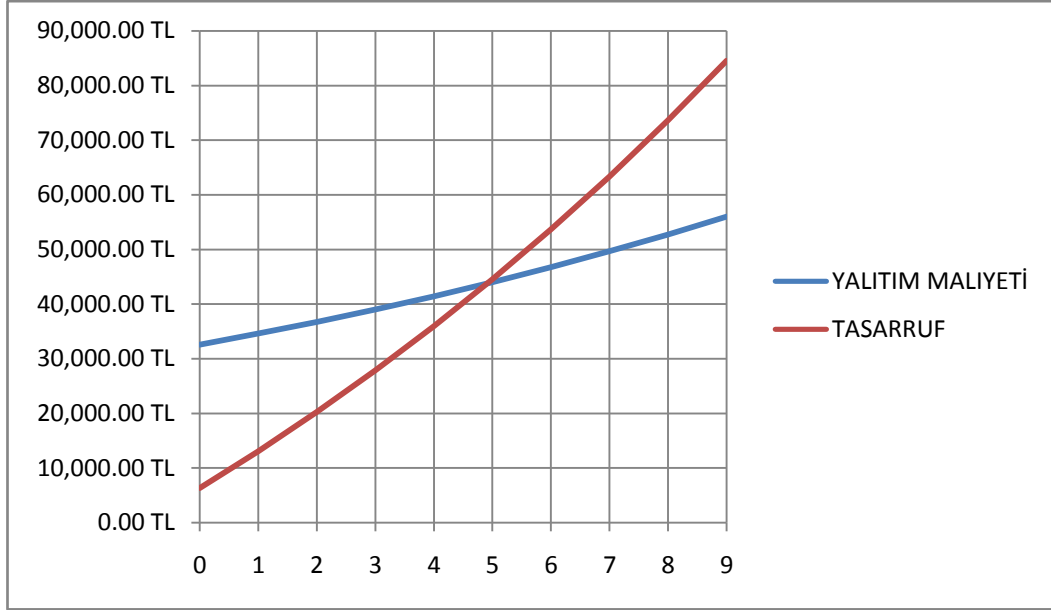
V= Tasarruf edilen doğalgaz miktarı (m³)

D_ü= Doğalgaz ücreti (TL)

Formül (1.1.) ve (1.2.) hesap verileriyle uygulanarak tasarruf tutarı bulunur. Maliyet analizi bölümünden yalıtım maliyeti de hesaba katılarak geri ödeme süresi hesaplanır.

Seçilen ısı yalıtım bileşen malzemeleriyle ısı yalıtım yapılması durumunda; yaklaşık 5 yıllık bir sürede sistemin kendini amorti ettiği görülmüştür. Bu durum Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.

Yalıtım maliyetinin ve tasarrufun yıllık enflasyon karşısındaki yıllara göre değişim durumları Çizelge 4.26.'da belirtildiği gibi değişmektedir.



Şekil 4.1. Tuğla üzeri yalıtım durumunda geri ödeme süresi

Çizelge 4.26.Tuğla üzeri yalıtım durumunda yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi

YALITIM MALİYETİ	TASARRUF	YIL
32,603.12 TL	6,354.02 TL	0
34,624.51 TL	13,102.00 TL	1
36,771.23 TL	20,268.34 TL	2
39,051.05 TL	27,879.00 TL	3
41,472.21 TL	35,961.53 TL	4
44,043.49 TL	44,545.16 TL	5
46,774.19 TL	53,660.99 TL	6
49,674.19 TL	63,341.99 TL	7
52,753.99 TL	73,623.22 TL	8
56,024.74 TL	84,541.88 TL	9

4.2.5.Örnek Yapıda Tuğla Üzeri Yalıtımın Farklı Kalınlıklarda Yapılması Durumu

Örnek yapımızın tuğla üzeri yalıtım yapılması durumunda dış temaslı duvar bileşeninde 1cm'den 10 cm'ye kadar EPS kalınlığındaki durumlar göz önüne alınıp hesaplar ve sonuçlar çıkarılmıştır.(Diğer bileşenlerdeki yalıtım kalınlıkları ve bina özellikleri sabit tutularak)

Yapılan hesaplamalar neticesinde yıllık ısıtma enerjileri bulunmuştur. **(EK 8 – Ek 17)**Bulunan yıllık ısıtma enerjilerine göre yalıtım sınıfları Çizelge 4.27.'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.27. EPS kalınlığı karşısında yıllık ısıtma enerjisi ve bina enerji sınıfının değişimi

Kalınlık (cm)	Hesaplanan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı (kWh/m ³)	Bina Enerji Sınıfı
1	8.48	Mevzuata Uygun Değildir.
2	7.74	C Tipi Bina (Normal Verimli Bina)
3	7.28	C Tipi Bina (Normal Verimli Bina)
4	6.8	B Tipi Bina (Enerji Verimli Bina)
5	6.57	B Tipi Bina (Enerji Verimli Bina)
6	6.45	A Tipi Bina (Süper Enerji Verimli Bina)
7	6.31	A Tipi Bina (Süper Enerji Verimli Bina)
8	6.2	A Tipi Bina (Süper Enerji Verimli Bina)
9	6.16	A Tipi Bina (Süper Enerji Verimli Bina)
10	6.1	A Tipi Bina (Süper Enerji Verimli Bina)

EPS kalınlıklarının değişmesi müsaade edilen maksimum yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını değiştirmemektedir. Önceden bulduğumuz gibi müsaade edilen maksimum yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı 8,08 kWh/m³'tür. Fakat yıllık ısıtma ve tasarruf edilen enerji miktarları değişiklik göstermektedir. Bu durum Çizelge 4.28.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.28. EPS kalınlığı karşısında yıllık ısıtma ve tasarruf edilen enerjilerin değişimi

Kalınlık (cm)	Yıllık Isıtma Enerjisi (kWh/m ³)	Tasarruf Edilen Enerji (kWh/m ³)
1	71.206,56	47.946,87
2	64.992,78	54.160,65
3	61.130,16	58.023,27
4	57.099,60	62.053,83
5	55.168,29	63.985,14
6	54.160,65	64.992,78
7	52.985,07	66.168,36
8	52.061,40	67.092,03
9	51.725,52	67.427,91
10	51.221,70	67.931,73

Yalıtım maliyeti hesapları yapılırken diğer bileşen malzemeleri aynı tutulup EPS kalınlıkları değişeceğinden; sadece EPS maliyetlerini hesaplamamız yeterli olacaktır. EPS birim fiyatları, bina yalıtım maliyeti ve daire başı yalıtım maliyeti Çizelge 4.29.'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.29. EPS birim fiyatları, bina yalıtım maliyeti ve daire başı yalıtım maliyeti

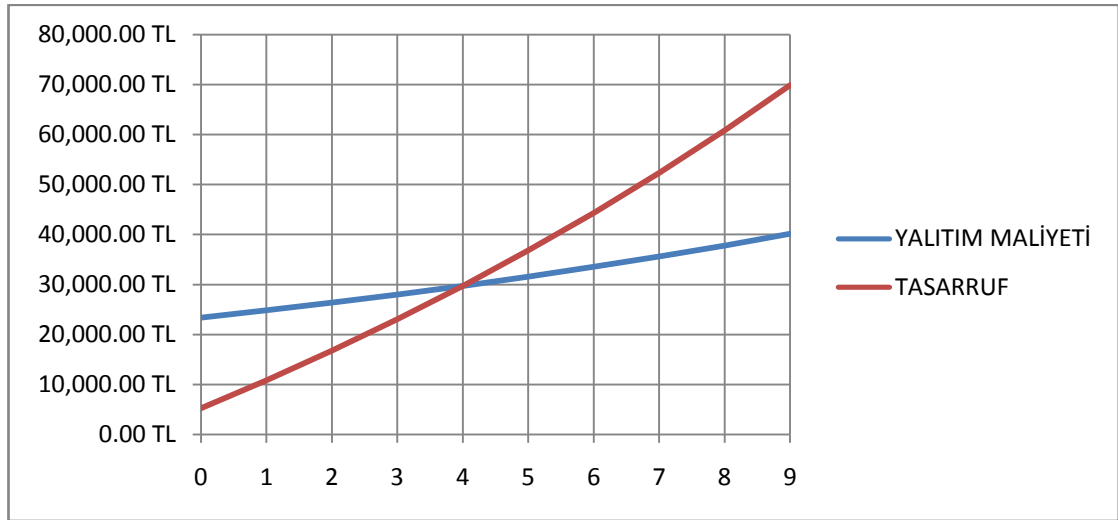
Kalınlık (cm)	EPS Maliyeti (m ² / TL)	Bina Toplam Yalıtım Maliyeti (TL)	Daire Başı Yalıtım Maliyeti (TL)
1	7,09	23.363,65	1.168,18
2	10,84	27.983,42	1.399,17
3	14,59	32.603,12	1.630,15
4	18,34	37.222,97	1.861,14
5	21,34	40.918,79	2.045,93
6	25,84	46.462,52	2.323,12
7	29,05	50.417,05	2.520,85
8	33,34	55.702,07	2.785,10
9	39,34	63.093,71	3.154,68
10	42,47	66.949,69	3.347,48

Formül (1.1.) ve (1.2.) hesap verileriyle uygulanarak tasarruf tutarı bulunur. Maliyet analizi bölümünden yalıtım maliyeti de hesaba katılarak geri ödeme süresi hesaplanır.

1cm EPS kullanımında geri ödeme süresi;

Seçilen ısı yalıtım bileşen malzemeleriyle ısı yalıtım yapılması durumunda; yaklaşık 4 yıllık bir sürede sistemin kendini amorti ettiği görülmüştür. Bu durum Şekil 4.2.'de gösterilmiştir.

Yalıtım maliyetinin ve tasarrufun yıllık enflasyon karşısındaki yıllara göre değişim durumları Çizelge 4.30.'da belirtildiği gibi değişmektedir.



Şekil 4.2. Tuğla üzeri 1cm EPS kullanımında geri ödeme süresi

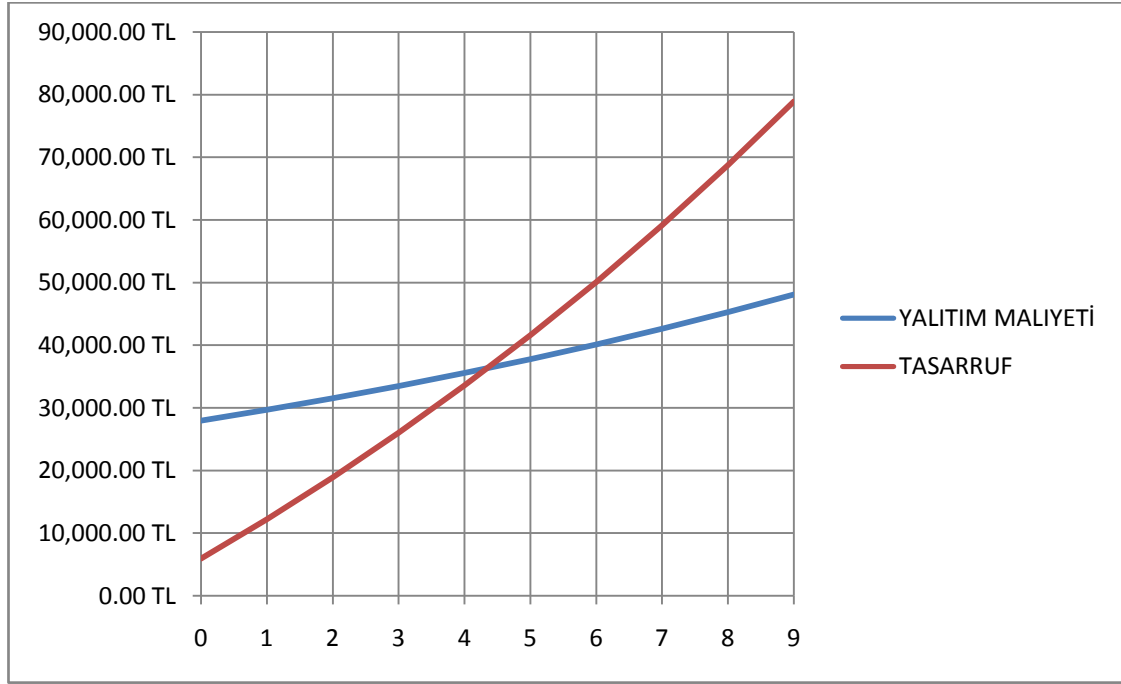
Çizelge 4.30. Tuğla üzeri 1cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi

YALITIM MALİYETİ	TASARRUF	YIL
23,363.65 TL	5,250.57 TL	0
24,812.20 TL	10,826.68 TL	1
26,350.55 TL	16,748.50 TL	2
27,984.29 TL	23,037.48 TL	3
29,719.31 TL	29,716.37 TL	4
31,561.91 TL	36,809.35 TL	5
33,518.75 TL	44,342.10 TL	6
35,596.91 TL	52,341.89 TL	7
37,803.92 TL	60,837.65 TL	8
40,147.76 TL	69,860.16 TL	9

2cm EPS kullanımında geri ödeme süresi;

Seçilen ısı yalıtım bileşen malzemeleriyle ısı yalıtım yapılması durumunda; yaklaşık 4 yıllık bir sürede sistemin kendini amorti ettiği görülmüştür. Bu durum Şekil.6.3.'te gösterilmiştir.

Yalıtım maliyetinin ve tasarrufun yıllık enflasyon karşısındaki yıllara göre değişim durumları Çizelge 4.3.'te belirtildiği gibi değişmektedir.



Şekil 4.3. Tuğla üzeri 2cm EPS kullanımında geri ödeme süresi

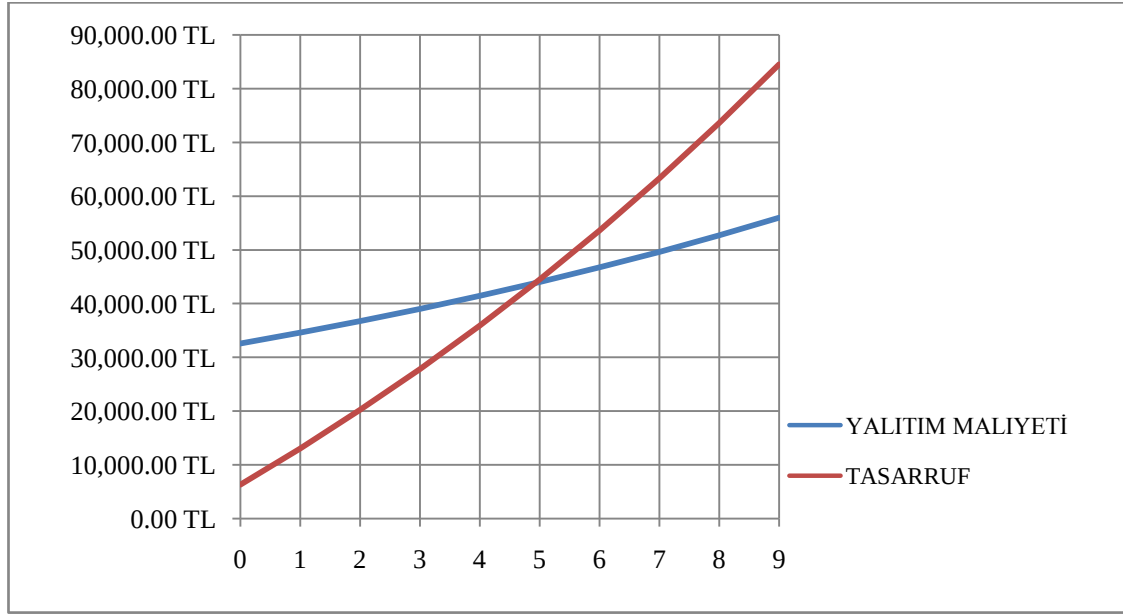
Çizelge 4.31. Tuğla üzeri 2cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi

YALITIM MALİYETİ	TASARRUF	YIL
27,983.42 TL	5,931.03 TL	0
29,718.39 TL	12,229.78 TL	1
31,560.93 TL	18,919.06 TL	2
33,517.71 TL	26,023.07 TL	3
35,595.81 TL	33,567.53 TL	4
37,802.75 TL	41,579.75 TL	5
40,146.52 TL	50,088.72 TL	6
42,635.60 TL	59,125.26 TL	7
45,279.01 TL	68,722.05 TL	8
48,086.31 TL	78,913.85 TL	9

3cm EPS kullanımında geri ödeme süresi;

Seçilen ısı yalıtım bileşen malzemeleriyle ısı yalıtım yapılması durumunda; yaklaşık 5 yıllık bir sürede sistemin kendini amorti ettiği görülmüştür. Bu durum Şekil 4.4.'te gösterilmiştir.

Yalıtım maliyetinin ve tasarrufun yıllık enflasyon karşısındaki yıllara göre değişim durumları Çizelge 4.32.'de belirtildiği gibi değişmektedir.



Şekil 4.4. Tuğla üzeri 3cm EPS kullanımında geri ödeme süresi

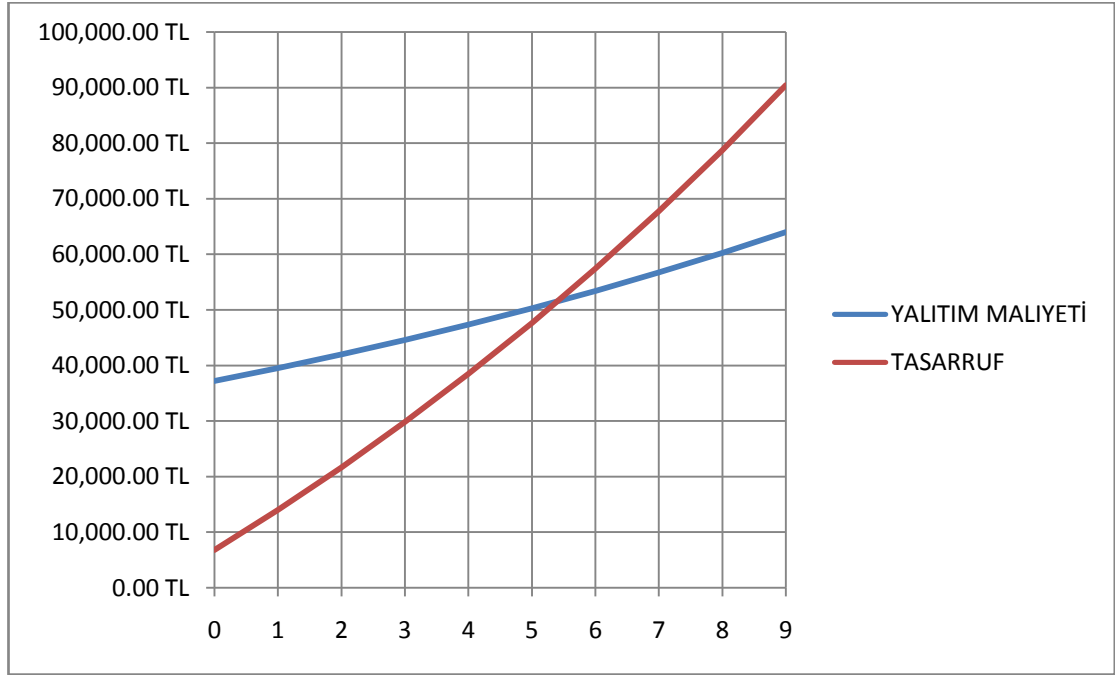
Çizelge 4.32. Tuğla üzeri 3cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi

YALITIM MALİYETİ	TASARRUF	YIL
32,603.12 TL	6,354.02 TL	0
34,624.51 TL	13,102.00 TL	1
36,771.23 TL	20,268.34 TL	2
39,051.05 TL	27,879.00 TL	3
41,472.21 TL	35,961.53 TL	4
44,043.49 TL	44,545.16 TL	5
46,774.19 TL	53,660.99 TL	6
49,674.19 TL	63,341.99 TL	7
52,753.99 TL	73,623.22 TL	8
56,024.74 TL	84,541.88 TL	9

4cm EPS kullanımında geri ödeme süresi;

Seçilen ısı yalıtım bileşen malzemeleriyle ısı yalıtım yapılması durumunda; yaklaşık 5 yıllık bir sürede sistemin kendini amorti ettiği görülmüştür. Bu durum Şekil 4.5.'te gösterilmiştir.

Yalıtım maliyetinin ve tasarrufun yıllık enflasyon karşısındaki yıllara göre değişim durumları Çizelge 4.33.' te belirtildiği gibi değişmektedir.



Şekil 4.5. Tuğla üzeri 4cm EPS kullanımında geri ödeme süresi

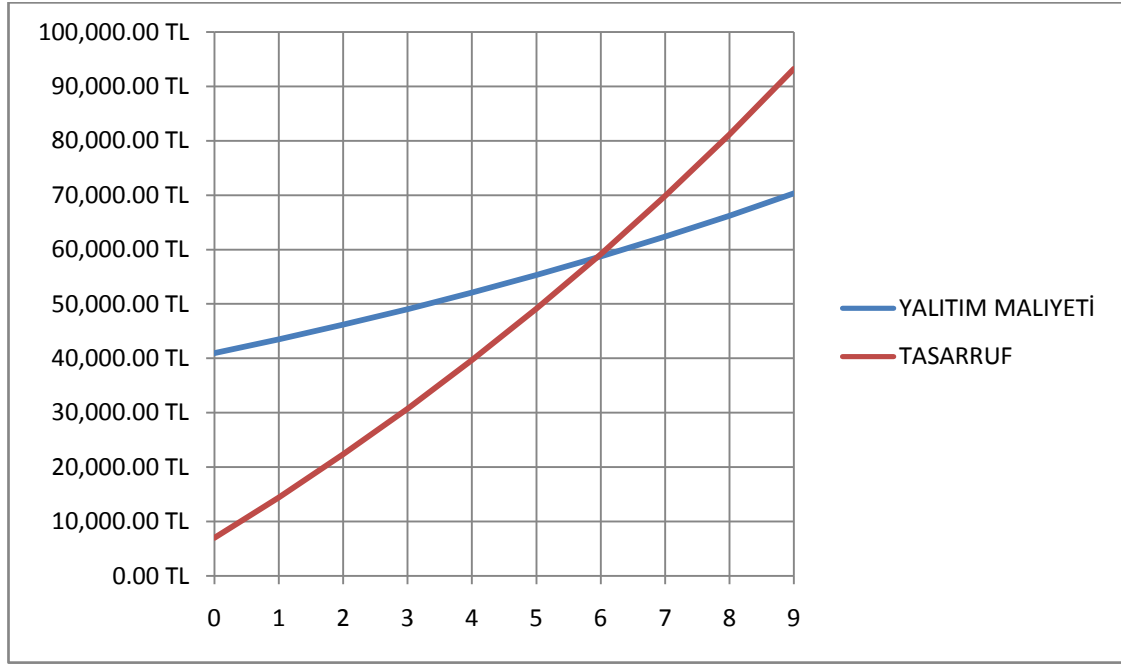
Çizelge 4.33. Tuğla üzeri 4cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi

YALITIM MALİYETİ	TASARRUF	YIL
37,222.97 TL	6,795.40 TL	0
39,530.79 TL	14,012.11 TL	1
41,981.70 TL	21,676.27 TL	2
44,584.57 TL	29,815.59 TL	3
47,348.81 TL	38,459.56 TL	4
50,284.44 TL	47,639.45 TL	5
53,402.07 TL	57,388.50 TL	6
56,713.00 TL	67,741.99 TL	7
60,229.21 TL	78,737.39 TL	8
63,963.42 TL	90,414.51 TL	9

5cm EPS kullanımında geri ödeme süresi;

Seçilen ısı yalıtım bileşen malzemeleriyle ısı yalıtım yapılması durumunda; yaklaşık 6 yıllık bir sürede sistemin kendini amorti ettiği görülmüştür. Bu durum Şekil 4.6.'da gösterilmiştir.

Yalıtım maliyetinin ve tasarrufun yıllık enflasyon karşısındaki yıllara göre değişim durumları Çizelge 4.34.' te belirtildiği gibi değişmektedir.



Şekil 4.6. Tuğla üzeri 5cm EPS kullanımında geri ödeme süresi

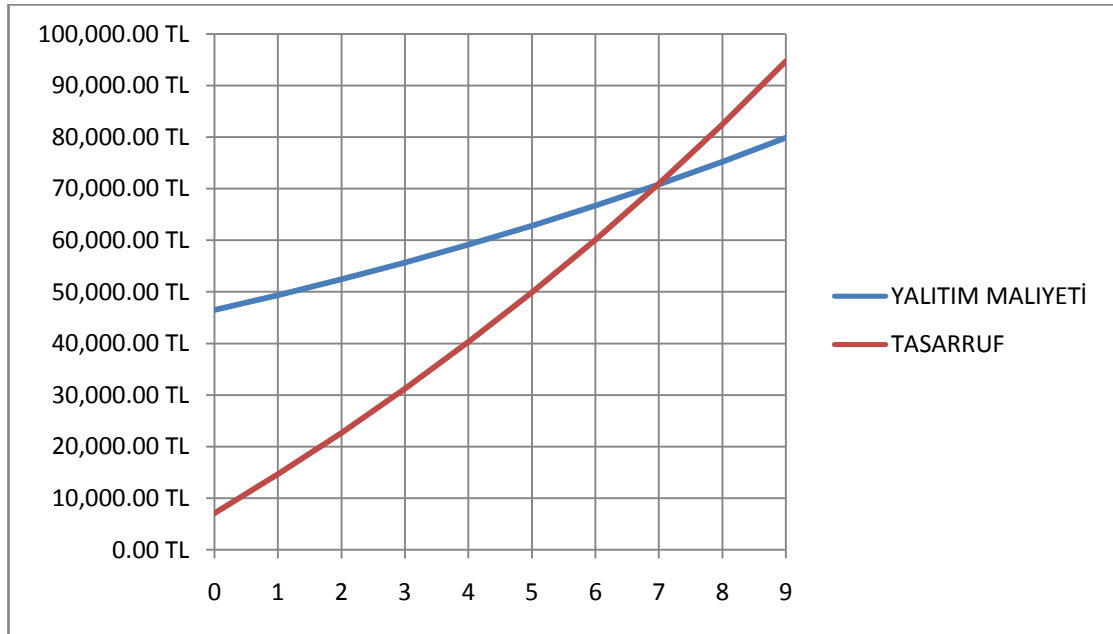
Çizelge 4.34. Tuğla üzeri 5cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi

YALITIM MALİYETİ	TASARRUF	YIL
40,918.79 TL	7,006.89 TL	0
43,455.75 TL	14,448.21 TL	1
46,150.01 TL	22,350.89 TL	2
49,011.31 TL	30,743.53 TL	3
52,050.01 TL	39,656.52 TL	4
55,277.11 TL	49,122.11 TL	5
58,704.30 TL	59,174.58 TL	6
62,343.96 TL	69,850.29 TL	7
66,209.29 TL	81,187.90 TL	8
70,314.26 TL	93,228.44 TL	9

6cm EPS kullanımında geri ödeme süresi;

Seçilen ısı yalıtım bileşen malzemeleriyle ısı yalıtım yapılması durumunda; yaklaşık 7 yıllık bir sürede sistemin kendini amorti ettiği görülmüştür. Bu durum Şekil 4.7.'de gösterilmiştir.

Yalıtım maliyetinin ve tasarrufun yıllık enflasyon karşısındaki yıllara göre değişim durumları Çizelge 4.35.' te belirtildiği gibi değişmektedir.



Şekil 4.7. Tuğla üzeri 6cm EPS kullanımında geri ödeme süresi

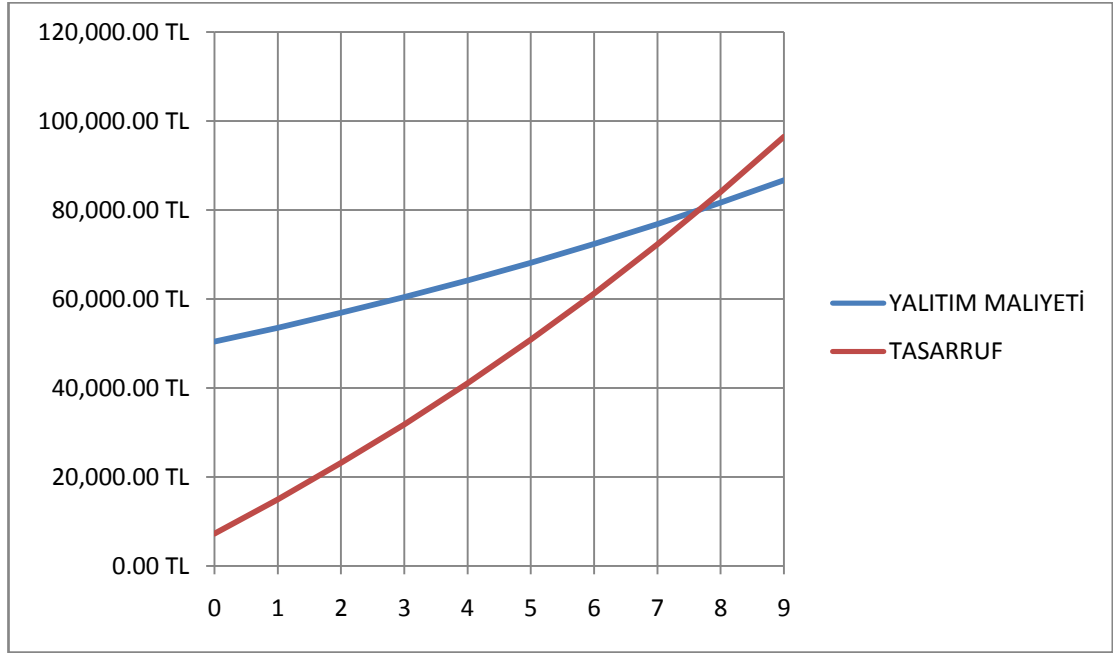
Çizelge 4.35. Tuğla üzeri 6cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi

YALITIM MALİYETİ	TASARRUF	YIL
46,462.52 TL	7,117.24 TL	0
49,343.20 TL	14,675.75 TL	1
52,402.47 TL	22,702.89 TL	2
55,651.43 TL	31,227.70 TL	3
59,101.82 TL	40,281.06 TL	4
62,766.13 TL	49,895.73 TL	5
66,657.63 TL	60,106.50 TL	6
70,790.40 TL	70,950.35 TL	7
75,179.41 TL	82,466.51 TL	8
79,840.53 TL	94,696.67 TL	9

7cm EPS kullanımında geri ödeme süresi;

Seçilen ısı yalıtım bileşen malzemeleriyle ısı yalıtım yapılması durumunda; yaklaşık 8 yıllık bir sürede sistemin kendini amorti ettiği görülmüştür. Bu durum Şekil 4.8.'de gösterilmiştir.

Yalıtım maliyetinin ve tasarrufun yıllık enflasyon karşısındaki yıllara göre değişim durumları Çizelge 4.36.'da belirtildiği gibi değişmektedir.



Şekil 4.8. Tuğla üzeri 7cm EPS kullanımında geri ödeme süresi

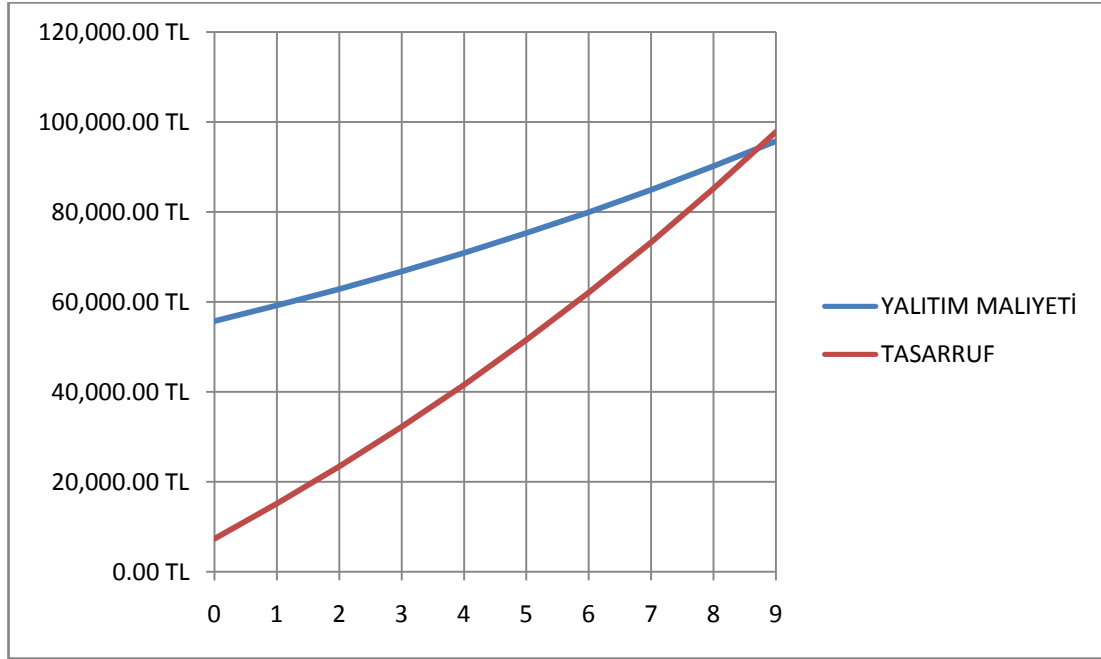
Çizelge 4.36. Tuğla üzeri 7cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi

YALITIM MALİYETİ	TASARRUF	YIL
50,417.05 TL	7,245.97 TL	0
53,542.91 TL	14,941.19 TL	1
56,862.57 TL	23,113.51 TL	2
60,388.05 TL	31,792.52 TL	3
64,132.11 TL	41,009.63 TL	4
68,108.30 TL	50,798.20 TL	5
72,331.01 TL	61,193.65 TL	6
76,815.53 TL	72,233.63 TL	7
81,578.10 TL	83,958.08 TL	8
86,635.94 TL	96,409.46 TL	9

8cm EPS kullanımında geri ödeme süresi;

Seçilen ısı yalıtım bileşen malzemeleriyle ısı yalıtım yapılması durumunda; yaklaşık 9 yıllık bir sürede sistemin kendini amorti ettiği görülmüştür. Bu durum Şekil 4.9.'da gösterilmiştir.

Yalıtım maliyetinin ve tasarrufun yıllık enflasyon karşısındaki yıllara göre değişim durumları Çizelge 4.37.'de belirtildiği gibi değişmektedir.



Şekil 4.9. Tuğla üzeri 8cm EPS kullanımında geri ödeme süresi

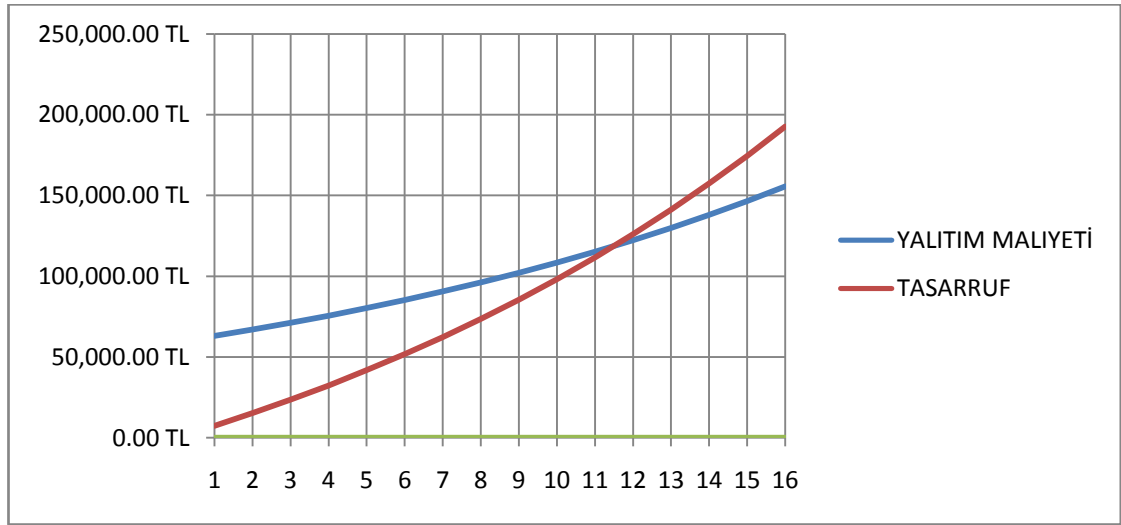
Çizelge 4.37. Tuğla üzeri 8cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi

YALITIM MALİYETİ	TASARRUF	YIL
55,702.07 TL	7,347.12 TL	0
59,155.60 TL	15,149.76 TL	1
62,823.25 TL	23,436.17 TL	2
66,718.29 TL	32,236.33 TL	3
70,854.82 TL	41,582.10 TL	4
75,247.82 TL	51,507.31 TL	5
79,913.18 TL	62,047.88 TL	6
84,867.80 TL	73,241.97 TL	7
90,129.61 TL	85,130.10 TL	8
95,717.64 TL	97,755.28 TL	9

9cm EPS kullanımında geri ödeme süresi;

Seçilen ısı yalıtım bileşen malzemeleriyle ısı yalıtım yapılması durumunda; yaklaşık 11 yıllık bir sürede sistemin kendini amorti ettiği görülmüştür. Bu durum Şekil 4.10.'da gösterilmiştir.

Yalıtım maliyetinin ve tasarrufun yıllık enflasyon karşısındaki yıllara göre değişim durumları Çizelge 4.38.' de belirtildiği gibi değişmektedir.



Şekil 4.10. Tuğla üzeri 9cm EPS kullanımında geri ödeme süresi

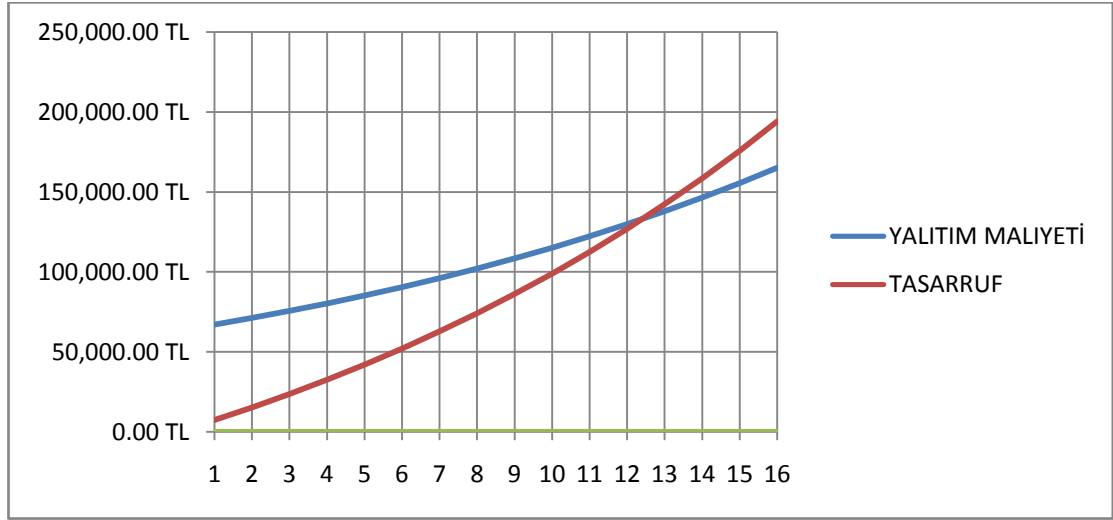
Çizelge 4.38. Tuğla üzeri 9cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi

YALITIM MALİYETİ	TASARRUF	YIL
63,093.71 TL	7,383.90 TL	0
67,005.52 TL	15,225.60 TL	1
71,159.86 TL	23,553.49 TL	2
75,571.77 TL	32,397.71 TL	3
80,257.22 TL	41,790.26 TL	4
85,233.17 TL	51,765.16 TL	5
90,517.63 TL	62,358.50 TL	6
96,129.72 TL	73,608.63 TL	7
102,089.76 TL	85,556.26 TL	8
108,419.33 TL	98,244.65 TL	9
115,141.33 TL	111,719.72 TL	10
122,280.09 TL	126,030.24 TL	11
129,861.46 TL	141,228.02 TL	12
137,912.87 TL	157,368.05 TL	13
146,463.46 TL	174,508.77 TL	14
155,544.20 TL	192,712.21 TL	15

10cm EPS kullanımında geri ödeme süresi;

Seçilen ısı yalıtım bileşen malzemeleriyle ısı yalıtım yapılması durumunda; yaklaşık 12 yıllık bir sürede sistemin kendini amorti ettiği görülmüştür. Bu durum Şekil 4.11.'de gösterilmiştir.

Yalıtım maliyetinin ve tasarrufun yıllık enflasyon karşısındaki yıllara göre değişim durumları Çizelge 4.39.'da belirtildiği gibi değişmektedir.



Şekil 4.11. Tuğla üzeri 10cm EPS kullanımında geri ödeme süresi

Çizelge 4.39. Tuğla üzeri 10cm EPS kullanımında yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi

YALITIM MALİYETİ	TASARRUF	YIL
66,949.69 TL	7,439.08 TL	0
71,100.57 TL	15,339.38 TL	1
75,508.81 TL	23,729.50 TL	2
80,190.35 TL	32,639.81 TL	3
85,162.15 TL	42,102.56 TL	4
90,442.21 TL	52,152.00 TL	5
96,049.62 TL	62,824.51 TL	6
102,004.70 TL	74,158.70 TL	7
108,328.99 TL	86,195.62 TL	8
115,045.39 TL	98,978.83 TL	9
122,178.20 TL	112,554.60 TL	10
129,753.25 TL	126,972.07 TL	11
137,797.95 TL	142,283.41 TL	12
146,341.43 TL	158,544.07 TL	13
155,414.60 TL	175,812.88 TL	14
165,050.30 TL	194,152.36 TL	15

4.3. Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda Isı Yalıtım Çözümü, Maliyet Analizi ve Geri Ödeme Süresi

Bu bileşen çeşitliliğinde duvarda bims blok uygulanıp diğer kesitlerde malzeme çeşitliliği aynı tutulup dıştan yalıtım uygulamasıyla ısı yalıtım yapılarak hesap sonuçlarına ulaşılabacaktır. Öncelikle işe kesit bileşenlerini belirlemeyle başlanılacaktır.

4.3.1. Örnek Yapıda Bims Blok Kullanılması Durumunda Kesit Bileşenlerinin Belirlenmesi

İsminden de anlaşılacağı üzere duvar dolgu malzemesi olarak bims blok kullanılacak, diğer bileşenlere de uygun yalıtım malzemeleri ve yeterli kalınlıklar kullanılarak yalıtım tamamlanacaktır.

4.3.1.1. Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda Dış Temaslı Duvar Bileşeni

Dış temaslı duvar bileşeni olarak 19cm'lik bims blok seçilmiş olup bileşenlerinin sıra ve özellikleri Çizelge 4.40.'ta belirtildiği gibi olmaktadır.

Çizelge 4.40. Bims blok yapılması durumunda dış temaslı duvar bileşenlerinin sırası ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,005	4.4	Yalnız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,51	10
2	0,02	4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,7	10
3	0,19	7.4.5.1	TS EN 998-2 ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m ³ ün altında olan harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3 e uygun SW türü bloklarla)	0,16	5
4	0,025	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.3.1.2. Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda Dış Temaslı Betonarme Duvar Bileşeni

Dış temaslı betonarme duvar bileşeninde ısı yalıtımı olarak yine polistren partiküler köpük tercih edilmiş olup bileşen kesitindeki malzemelerin sıra ve özellikleri Çizelge 4.41’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.41. Bims blok yapılması durumunda dış temaslı betonarme duvar bileşeni sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,005	4.4	Yalnız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,51	10
2	0,02	4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,7	10
3	0,20	5.1.1	Donatılı	2,5	80
4	0,04	10.3.1.1.1	Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun Isı iletkenlik grupları 035	0,035	20
5	0,025	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.3.1.3. Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda Açık Geçit Üzeri Taban Bileşeni

Açık geçit üzeri taban bileşeninde polistren partiküler köpük tercih edilmiş olup bileşen kesit malzemelerinin sıra ve özellikleri Çizelge 4.42.’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.42. Bims blok yapılması durumunda açık geçit üzeri taban bileşenleri sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,01	8.1.1	İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar	0,13	40

Çizelge 4.42. (Devam) Bims blok yapılması durumunda açık geçit üzeri taban bileşenleri sıra ve özellikleri

2	0,07	4.6	Çimento harçlı şap	1,4	15
3	0,10	5.1.1	Donatılı	2,5	80
4	0,2	7.5.1.2.2.7	≤ 3 sıra boşluklu; genişlik <300 mm(Asmolen)	0,36	5
5	0,04	10.3.1.1.1	Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163'e uygun Isı iletkenlik grupları 035	0,035	20
6	0,02	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.3.1.4. Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda Teras Tavan Bileşeni

Teras tavan bileşeninde çevre ve kullanım şartları göz önünde bulundurularak ekstrüde polistiren köpüğü tercih edilmiş olup kullanılan kesit bileşen malzeme sıra ve özellikleri Çizelge 4.43.'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.43. Bims blok yapılması durumunda teras tavan bileşen malzemeleri sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,025	4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,7	10
2	0,20	7.5.1.2.2.7	≤ 3 sıra boşluklu; genişlik <300 mm(Asmolen)	0,36	5
3	0,1	5.1.1	Donatılı	2,5	80
4	0,005	9.2.1	Mastik asfalt kaplama > 7mm	0,7	1
5	0,05	10.3.2.2.1	EPS - TS 11989 EN 13164'e uygun Isı iletkenlik grupları 030	0,03	80
6	0,07	4.6	Çimento harçlı şap	1,4	15

4.3.1.5.Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda Isıtılmayan İç Ortama

Bitişik Taban Bileşeni

Isıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzemeleri sıra ve özellikleri Çizelge 4.44.'te belirtilmiştir.

Çizelge 4.44. Bims blok yapılması durumunda ısıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzeme sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,01	8.1.1	İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar	0,13	40
2	0,07	4.6	Çimento harçlı şap	1,4	15
3	0,02	10.3.2.1.1	Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 030	0,03	80
4	0,10	5.1.1	Donatılı	2,5	80
5	0,20	7.5.1.2.2.7	≤3 sıra boşluklu; genişlik <300 mm(Asmolen)	0,36	5
6	0,025	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.3.1.6.Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda Kullanılan Kapı ve

Pencereler

- Projesi yapılacak binanın pencere tipleri Çizelge 4.45'te gösterildiği gibi olacaktır.

Çizelge 4.45. Bims blok yapılması durumunda kullanılan pencere tipi

Pencere Tipi	Cam Tipi	U (W/m ² K)
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk≤9	2,4

- Projesi yapılacak binanın pencere tipleri Çizelge 4.46.'da gösterildiği gibi olacaktır.

Çizelge 4.46. Bims blok yapılması durumunda kullanılan kapı tipleri

Kapı Tipi	U (W/m ² K)
Dış Kapı- metal (ısı yalıtımsız)	5,5

4.3.2. Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesaplanması

- Duvar, tavan ve taban bileşenlerine ait hesaplamalarda kullanılacak alan değerleri Çizelge 4.47.'de görüldüğü gibidir.

Çizelge 4.47. Bims blok yapılması durumunda kesit bileşenlerine ait hesaplamalarda kullanılacak alan değerleri

Bileşenin Adı	Alanı(m ²)
Bims Duvar ile Yalıtım	927,84
Donatılı Beton Duvar(Yalıtımlı)	263,1
Teras Çatı(Yalıtımlı)	568
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban(Yalıtımlı)	527
Açık Geçit Üzeri Taban(Yalıtımlı)	41

- Kullanılacak pencerelere ait yön ve alan bilgileri Çizelge 4.48.'deki gibidir.

Çizelge 4.48. Bims blok yapılması durumunda kullanılacak pencerelere ait yön ve alan bilgisi

Pencere Tipi	Cam Tipi	Yönü	Alanı(m ²)	U (W/m ² K)
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Kuzeydoğu	110,2	2,4
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Kuzeybatı	124,3	2,4
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Güneydoğu	119,04	2,4
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Güneybatı	110,2	2,4

- Kullanılacak kapılara ait bilgiler Çizelge 4.49.'da belirtilmiştir.

Çizelge 4.49. Bims blok yapılması durumunda kullanılacak kapılara ait bilgiler

Kapı Tipi	Alanı (m ²)	U (W/m ² K)
Metal Kapı(Isı Yalıtımsız)	4,32	5,5

- Bina Hacminin Bulunması

Mimari projeden bakılarak ısıtma yapılacak yerlerin hacimleri (V) bulunur.

$$V=8\,397\text{ m}^3$$

Tüm veriler programa girilerek hesap sonuçlarına ulaşılır. Yıllık ısıtma enerjisine ait sonuçlar Çizelge 4.50.'de gösterildiği gibidir. Isı ihtiyacı kimlik belgesi **Ek18**'de sunulmuştur.

Çizelge 4.50. Bims blok yapılması durumunda hesap sonuçları

Müşade edilen Maksimum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	Hesaplanan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı
8,08 kWh/m ³	7,34 kWh/m ³

Bu değerlerde metreküp başına düşen ısıtma enerjisi ihtiyaçları belirtilmektedir. Binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı için bu değer binanın hacmiyle çarpılmalıdır.

$$\text{Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı} = 7,34 \times 8397 = 61.633,98\text{kWh}$$

Binanın enerji sınıfı; müşade edilen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ($Q_{yıl}$) ve hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Q') arasındaki aşağıdaki bağıntıdan yararlanılarak tespit edilir.

$$Q_{yıl} \leq 0,99 \times Q' (7,99) \text{ ise C Tipi Bina (Normal Verimli Bina),}$$

$$Q_{yıl} \leq 0,90 \times Q' (7,27) \text{ ise B Tipi Bina (Enerji Verimli Bina),}$$

$$Q_{yıl} \leq 0,80 \times Q' (6,46) \text{ ise A Tipi Bina (Süper Enerji Verimli Bina).}$$

O halde seçilen bileşenler dahilinde örnek binamız: Hesaplanan yıllık ısıtma enerjisine göre C tipi binadır(Normal Verimli Bina).

4.3.3. Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda Isı Yalıtım Maliyet Analizi

Isı yalıtımında kullanılan; yalıtım malzemeleri, malzeme kalınlıkları ve malzeme fiyatları Çizelge 4.51.'de görüldüğü gibidir.

Çizelge 4.51. Bims blok yapılması durumunda ısı yalıtımı maliyet değerleri

Not: Maliyet analizi yapılırken bayındırlık birim fiyatlarından yararlanılmıştır.

Bileşen Adı	Kullanılan Yalıtım Malzemesi	Bileşen Alanı(m ²)	Yalıtım Malzemesi Birim Fiyatı(TL)	Toplam (TL)
Dış Temaslı Duvar Bileşeni(Bims blok tuğla farkıyla beraber)	19cm Bims Blok	927,84	10,95	10.159,84
Dış Temaslı Betonarme Duvar	4cm Kalınlıkta Ekspande Polistiren - Partiküler Köpük	263,1	14,59	3.838,62
Açık Geçit Üzeri Taban	4cm Kalınlıkta Ekspande Polistiren - Partiküler Köpük	41	14,59	598,12
Teras Tavan	5cm Kalınlıkta Ekstrüde Polistiren Köpüğü	568	13,36	7.588,48
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban	2cm Kalınlıkta EPS	527	13,36	7.040,72

Toplam Yalıtım Maliyeti = 29.225,78 TL

Daire Başı Yalıtım Maliyeti = 1.461,28 TL

4.3.4. Örnek Yapıda Bims Blok Uygulanması Durumunda Geri Ödeme Süresinin Hesaplanması

Geri ödeme süresi hesabı yapılırken T.Ü.İ.K (Türkiye İstatistik Kurumu)'ın 2012 yılı enflasyon verilerinden bakılarak %6,2; doğalgaz fiyatı için Aksagaz'ın evsel tüketici için belirlediği doğalgaz metreküp (m³) fiyatı 0,945658TL (K.D.V. dahil)

kullanılmıştır. Yakıt malzemesi olarak doğalgaz seçildiğinden dolayı doğalgazın alt ısı değeri ve kazan verimi TS-825'ten alınarak bu değerler Çizelge 4.52.'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.52. Doğalgazın kazan verimi ve alt ısı değeri

Yakıt Türü	Yakıt Türüne Göre Kazan Verimi	Yakıt Türüne Göre Alt Isıl Değeri(kWh/m ³)
Doğalgaz	0,85-0,92	9,595

Yalıtımsız durumdaki yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacından mevcut yalıtımlı durumdaki yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı çıkarılarak tasarruf edilen ısıtma enerjisi Çizelge 4.53.'deki gibi bulunur.

Çizelge 4.53. Yalıtımsız ve Bims blok yapılması durumunda ısıtma enerjisi durumları

Yalıtımsız Durumdaki Yıllık Isıtma Enerjisi(kWh)	Yalıtımlı Durumdaki Yıllık Isıtma Enerjisi(kWh)	Tasarruf Edilen Enerji Miktarı(kWh)
119.153,43	61.633,98	57.519,45

$$V = \frac{V'}{H_u \cdot \eta} \dots\dots\dots(1.1.)$$

V= Tasarruf edilen doğalgaz miktarı (m³)

V' = Tasarruf edilen enerji miktarı (kWh)

H_u = Yakıtın alt ısı değeri (kWh/m³)

η = Kazan verimi

$$T_t = V \cdot D_ü \dots\dots\dots(1.2.)$$

T_t= Tasarruf tutarı(TL)

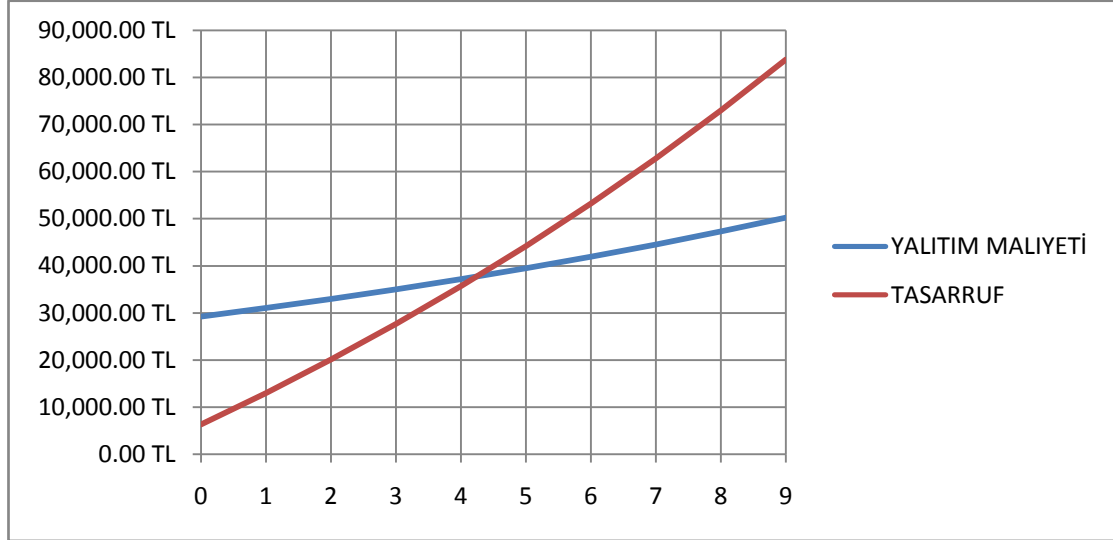
V= Tasarruf edilen doğalgaz miktarı (m³)

D_ü= Doğalgaz ücreti(TL)

Formül (1.1.) ve (1.2.) hesap verileriyle uygulanarak tasarruf tutarı bulunur. Maliyet analizi bölümünden yalıtım maliyeti de hesaba katılarak geri ödeme süresi hesaplanır.

Seçilen ısı yalıtım bileşen malzemeleriyle ısı yalıtım yapılması durumunda; yine yaklaşık 5 yıllık bir sürede sistemin kendini amorti ettiği görülmüştür. Bu durum Şekil 4.12.'de gösterilmiştir.

Yalıtım maliyetinin ve tasarrufun yıllık enflasyon karşısındaki yıllara göre değişim durumları Çizelge 4.54.'te belirtildiği gibi değişmektedir.



Şekil 4.12. Bims blok yapılması durumunda geri ödeme süresi

Çizelge 4.54. Bims blok yapılması durumunda yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi

YALITIM MALİYETİ	TASARRUF	YIL
29,225.78 TL	6,298.85 TL	0
31,037.78 TL	12,988.23 TL	1
32,962.12 TL	20,092.35 TL	2
35,005.77 TL	27,636.93 TL	3
37,176.13 TL	35,649.27 TL	4
39,481.05 TL	44,158.38 TL	5
41,928.88 TL	53,195.05 TL	6
44,528.47 TL	62,791.99 TL	7
47,289.23 TL	72,983.94 TL	8
50,221.16 TL	83,807.80 TL	9

4.4. Örnek Yapıda 17,5cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Isı Yalıtım

Çözümü, Maliyet Analizi ve Geri Ödeme Süresi

Bu bileşen çeşitliliğinde duvarda 17,5cm'lik gazbeton uygulanıp diğer kesitlerde malzeme çeşitliliği aynı tutulup dıştan yalıtım uygulamasıyla ısı yalıtım yapılarak hesap sonuçlarına ulaşılabacaktır. Öncelikle işe kesit bileşenlerini belirlemeyle başlanılacaktır.

4.4.1. Örnek Yapıda 17,5cm'lik Gazbeton Yapılması Durumunda Kesit

Bileşenlerinin Belirlenmesi

İsminden de anlaşılacağı üzere duvar dolgu malzemesi olarak 17,5cm'lik gazbeton kullanılacak, diğer bileşenlere de uygun yalıtım malzemeleri kullanılarak yalıtım tamamlanacaktır.

4.4.1.1. Örnek Yapıda 17,5cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Dış Temaslı

Duvar Bileşeni

Dış temaslı duvar bileşeni olarak 17,5cm'lik gazbeton seçilmiş olup bileşenlerinin sıra ve özellikleri Çizelge 4.55.'te belirtildiği gibi olmaktadır.

Çizelge 4.55. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda dış temaslı duvar bileşenlerinin sırası ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,005	4.4	Yalnız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,51	10
2	0,02	4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,7	10
3	0,175	7.3.2.2	TS EN 998-2 ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m ³ ün altında olan harç kullanarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (Blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	0,13	5
4	0,025	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.4.1.2. Örnek Yapıda 17,5cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Dış Temaslı

Betonarme Duvar Bileşeni

Dış temaslı betonarme duvar bileşeninde ısı yalıtımı olarak yine polistren partiküler köpük tercih edilmiş olup bileşen kesitindeki malzemelerin sıra ve özellikleri Çizelge 4.56.'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.56. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda dış temaslı betonarme duvar bileşeni sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,005	4.4	Yalnız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,51	10
2	0,02	4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,7	10
3	0,20	5.1.1	Donatılı	2,5	80
4	0,04	10.3.1.1.1	Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun Isı iletkenlik grupları 035	0,035	20
5	0,025	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.4.1.3. Örnek Yapıda 17,5cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Açık Geçit

Üzeri Taban Bileşeni

Açık geçit üzeri taban bileşeninde polistren partiküler köpük tercih edilmiş olup bileşen kesit malzemelerinin sıra ve özellikleri Çizelge 4.57.'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.57. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda açık geçit üzeri taban bileşenleri sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,01	8.1.1	İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar	0,13	40
2	0,07	4.6	Çimento harçlı şap	1,4	15

Çizelge 4.57. (Devam) 17,5cm gazbeton yapılması durumunda açık geçit üzeri taban bileşenleri sıra ve özellikleri

3	0,10	5.1.1	Donatılı	2,5	80
4	0,2	7.5.1.2.2.7	≤ 3 sıra boşluklu; genişlik <300 mm(Asmolen)	0,36	5
5	0,04	10.3.1.1.1	Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun Isı iletkenlik grupları 035	0,035	20
6	0,02	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.4.1.4. Örnek Yapıda 17,5cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Teras

Tavan Bileşeni

Teras tavan bileşeninde çevre ve kullanım şartları göz önünde bulundurularak ekstrüde polistren köpüğü tercih edilmiş olup kullanılan kesit bileşen malzeme sıra ve özellikleri Çizelge 4.58.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.58. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda teras tavan bileşen malzemeleri sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,025	4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,7	10
2	0,20	7.5.1.2.2.7	≤ 3 sıra boşluklu; genişlik <300 mm(Asmolen)	0,36	5
3	0,1	5.1.1	Donatılı	2,5	80
4	0,005	9.2.1	Mastik asfalt kaplama > 7mm	0,7	1
5	0,05	10.3.2.2.1	Ekstrüde Polistiren Köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 030	0,03	80
6	0,07	4.6	Çimento harçlı şap	1,4	15

4.4.1.5. Örnek Yapıda 17,5cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Isıtılmayan

İç Ortama Bitişik Taban Bileşeni

Isıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzemeleri sıra ve özellikleri Çizelge 4.59.'da belirtilmiştir.

Çizelge 4.59. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda ısıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzeme sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,01	8.1.1	İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar	0,13	40
2	0,07	4.6	Çimento harçlı şap	1,4	15
3	0,02	10.3.2.1.1	Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 030	0,03	80
4	0,10	5.1.1	Donatılı	2,5	80
5	0,20	7.5.1.2.2.7	≤3 sıra boşluklu; genişlik <300 mm(Asmolen)	0,36	5
6	0,025	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.4.1.6. Örnek Yapıda 17,5cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Kullanılan Kapı ve Pencereler

- Projesi yapılacak binanın pencere tipleri Çizelge 4.60.'da gösterildiği gibi olacaktır.

Çizelge 4.60. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda kullanılan pencere tipi

Pencere Tipi	Cam Tipi	U (W/m ² K)
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk≤9	2,4

- Projesi yapılacak binanın pencere tipleri Çizelge 4.61.'de gösterildiği gibi olacaktır.

Çizelge 4.61. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda kullanılan kapı tipleri

Kapı Tipi	U (W/m ² K)
Dış Kapı- metal (ısı yalıtımsız)	5,5

4.4.2. Örnek Yapıda 17,5cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesaplanması

- Duvar, tavan ve taban bileşenlerine ait hesaplamalarda kullanılacak alan değerleri Çizelge 4.62.'de görüldüğü gibidir.

Çizelge 4.62. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda kesit bileşenlerine ait hesaplamalarda kullanılacak alan değerleri

Bileşenin Adı	Alanı(m ²)
Gazbeton(17,5cm) ile Yalıtım	927,84
Donatılı Beton Duvar(Yalıtımlı)	263,1
Teras Çatı(Yalıtımlı)	568
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban(Yalıtımlı)	527
Açık Geçit Üzeri Taban(Yalıtımlı)	41

- Kullanılacak pencerelere ait yön ve alan bilgileri Çizelge 4.63.'deki gibidir.

Çizelge 4.63. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda kullanılacak pencerelere ait yön ve alan bilgisi

Pencere Tipi	Cam Tipi	Yönü	Alanı(m ²)	U (W/m ² K)
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Kuzeydoğu	110,2	2,4

Çizelge 4.63. (Devam) 17,5cm gazbeton yapılması durumunda kullanılacak pencerelere ait yön ve alan bilgisi

TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk ≤ 9	Kuzeybatı	124,3	2,4
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk ≤ 9	Güneydoğu	119,04	2,4
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk ≤ 9	Güneybatı	110,2	2,4

- Kullanılacak kapılara ait bilgiler Çizelge 4.64.'te belirtilmiştir.

Çizelge 4.64. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda kullanılacak kapılara ait bilgiler

Kapı Tipi	Alanı (m ²)	U (W/m ² K)
Metal Kapı(Isı Yalıtımsız)	4,32	5,5

- Bina Hacminin Bulunması

Mimari projeden bakılarak ısıtma yapılacak yerlerin hacimleri (V) bulunur.

$$V=8\,397\,m^3$$

Tüm veriler programa girilerek hesap sonuçlarına ulaşılır. Yıllık ısıtma enerjisine ait sonuçlar Çizelge 4.65.'te gösterildiği gibidir. Isı ihtiyacı kimlik belgesi **Ek 19**'da sunulmuştur.

Çizelge 4.65. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda hesap sonuçları

Müsade edilen Maksimum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	Hesaplanan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı
8,08 kWh/m ³	6,96 kWh/m ³

Bu değerlerde metreküp başına düşen ısıtma enerjisi ihtiyaçları belirtilmektedir. Binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı için bu değer binanın hacmiyle çarpılmalıdır.

$$\text{Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı} = 6,96 \times 8397 = 58.443,12 \text{ kWh}$$

Binanın enerji sınıfı; müsade edilen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ($Q_{\text{yıl}}$) ve hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Q') arasındaki aşağıdaki bağıntıdan yararlanılarak tespit edilir.

$$Q_{\text{yıl}} \leq 0,99 \times Q' (7,99) \text{ ise C Tipi Bina (Normal Verimli Bina),}$$

$$Q_{\text{yıl}} \leq 0,90 \times Q' (7,27) \text{ ise B Tipi Bina (Enerji Verimli Bina),}$$

$$Q_{\text{yıl}} \leq 0,80 \times Q' (6,46) \text{ ise A Tipi Bina (Süper Enerji Verimli Bina)}$$

O halde seçilen bileşenler dahilinde örnek binamız: Hesaplanan yıllık ısıtma enerjisine göre B tipi binadır(Enerji Verimli Bina).

4.4.3. rnek Yapıda 17,5cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Isı Yalıtım

Maliyet Analizi

Isı yalıtımda kullanılan; yalıtım malzemeleri, malzeme kalınlıkları ve malzeme fiyatları izelge 4.66.'da görüldüğü gibidir.

Çizelge 4.66. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda ısı yalıtımı maliyet değerleri

Not: Maliyet analizi yapılırken bayındırlık birim fiyatlarından yararlanılmıştır.

Bileşen Adı	Kullanılan Yalıtım Malzemesi	Bileşen Alanı(m ²)	Yalıtım Malzemesi Birim Fiyatı(TL)	Toplam (TL)
Dış Temaslı Duvar Bileşeni (Gazbeton tuğla farkıyla beraber)	17,5cm Gazbeton	927,84	25,05	23.242,39
Dış Temaslı Betonarme Duvar	4cm Kalınlıkta Ekspande Polistiren - Partiküler Köpük	263,1	14,59	3.838,62
Açık Geçit zeri Taban	4cm Kalınlıkta Ekspande Polistiren - Partiküler Köpük	41	14,59	598,12

Çizelge 4.66. (Devam) 17,5cm gazbeton yapılması durumunda ısı yalıtımı maliyet değerleri

Teras Tavan	5cm Kalınlıkta Ekstrüde Polistiren Köpüğü	568	13,36	7.588,48
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban	2cm Kalınlıkta Ekstrüde polistren köpüğü	527	13,36	7.040,72

Toplam Yalıtım Maliyeti = 42.308,33 TL

Daire Başı Yalıtım Maliyeti = 2.115,41 TL

4.4.4. Örnek Yapıda 17,5cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Geri Ödeme

Süresinin Hesaplanması

Geri ödeme süresi hesabı yapılırken T.Ü.İ.K. (Türkiye İstatistik Kurumu)’ın 2012 yılı enflasyon verilerinden bakılarak %6,2; doğalgaz fiyatı için Aksagaz’ın evsel tüketici için belirlediği doğalgaz metreküp (m^3) fiyatı 0,945658TL (K.D.V. dahil) kullanılmıştır. Yakıt malzemesi olarak doğalgaz seçildiğinden dolayı doğalgazın alt ısı değeri ve kazan verimi TS-825’ten alınarak bu değerler Çizelge 4.67.’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.67. Doğalgazın kazan verimi ve alt ısı değeri

Yakıt Türü	Yakıt Türüne Göre Kazan Verimi	Yakıt Türüne Göre Alt Isıl Değeri(kWh/m^3)
Doğalgaz	0,85-0,92	9,595

Yalıtımsız durumdaki yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacından mevcut yalıtımlı durumdaki yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı çıkarılarak tasarruf edilen ısıtma enerjisi Çizelge 4.68.’deki gibi bulunur.

Çizelge 4.68. Yalıtımsız ve 17,5cm gazbeton yapılması durumunda ısıtma enerjisi durumları

Yalıtımsız Durumdaki Yıllık Isıtma Enerjisi(kWh)	Yalıtımlı Durumdaki Yıllık Isıtma Enerjisi(kWh)	Tasarruf Edilen Enerji Miktarı(kWh)
119.153,43	58.443,12	60.710,31

$$V = \frac{V'}{H_u \cdot \eta} \dots\dots\dots(1.1.)$$

V = Tasarruf edilen doğalgaz miktarı (m^3)

V' = Tasarruf edilen enerji miktarı (kWh)

H_u = Yakıtın alt ısı değeri (kWh/ m^3)

η = Kazan verimi

$$T_t = V \cdot D_u \dots\dots\dots(1.2.)$$

T_t = Tasarruf tutarı(TL)

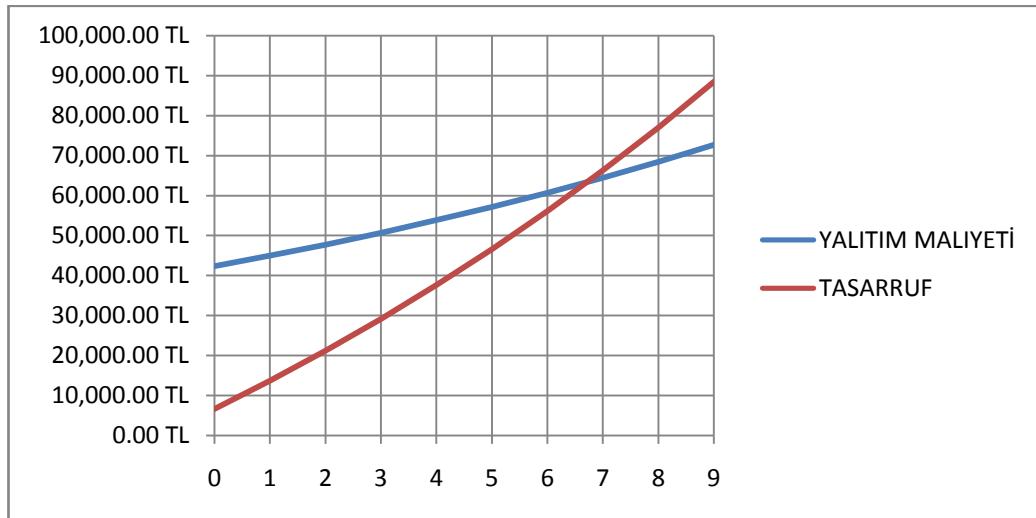
V = Tasarruf edilen doğalgaz miktarı (m^3)

D_u = Doğalgaz ücreti(TL)

Formül (1.1.) ve (1.2.) hesap verileriyle uygulanarak tasarruf tutarı bulunur. Maliyet analizi bölümünden yalıtım maliyeti de hesaba katılarak geri ödeme süresi hesaplanır.

Seçilen ısı yalıtım bileşen malzemeleriyle ısı yalıtım yapılması durumunda; yine yaklaşık 7 yıllık bir sürede sistemin kendini amorti ettiği görülmüştür. Bu durum Şekil 4.13.'te gösterilmiştir.

Yalıtım maliyetinin ve tasarrufun yıllık enflasyon karşısındaki yıllara göre değişim durumları Çizelge 4.69.'da belirtildiği gibi değişmektedir.



Şekil 4.13. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda geri ödeme süresi

Çizelge 4.69. 17,5cm gazbeton yapılması durumunda yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi

YALITIM MALİYETİ	TASARRUF	YIL
42,308.33 TL	6,648.28 TL	0
44,931.45 TL	13,708.75 TL	1
47,717.20 TL	21,206.96 TL	2
50,675.66 TL	29,170.07 TL	3
53,817.55 TL	37,626.89 TL	4
57,154.24 TL	46,608.04 TL	5
60,697.80 TL	56,146.01 TL	6
64,461.07 TL	66,275.34 TL	7
68,457.65 TL	77,032.69 TL	8
72,702.03 TL	88,456.99 TL	9

4.5. Örnek Yapıda 20cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Isı Yalıtım Çözümü, Maliyet Analizi ve Geri Ödeme Süresi

Bu bileşen çeşitliliğinde duvarda 20cm’lik gazbeton uygulanıp diğer kesitlerde malzeme çeşitliliği aynı tutulup dıştan yalıtım uygulamasıyla ısı yalıtım yapılarak hesap sonuçlarına ulaşılabacaktır. Öncelikle işe kesit bileşenlerini belirlemeyle başlanılacaktır.

4.5.1. Örnek Yapıda 20cm’lik Gazbeton Yapılması Durumunda Kesit

Bileşenlerinin Belirlenmesi

İsminden de anlaşılacağı üzere duvar dolgu malzemesi olarak 20cm’lik gazbeton kullanılacak, diğer bileşenlere de uygun yalıtım malzemeleri kullanılarak yalıtım tamamlanacaktır.

4.5.1.1. Örnek Yapıda 20cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Dış Temaslı

Duvar Bileşeni

Dış temaslı duvar bileşeni olarak 20cm’lik gazbeton seçilmiş olup bileşenlerinin sıra ve özellikleri Çizelge 4.70.’te belirtildiği gibi olmaktadır.

Çizelge 4.70. 20cm gazbeton yapılması durumunda dış temaslı duvar bileşenlerinin sırası ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,005	4.4	Yalnız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,51	10
2	0,02	4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,7	10
3	0,2	7.3.2.2	TS EN 998-2 ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m ³ ün altında olan harç kullanarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (Blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	0,13	5
4	0,025	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.5.1.2. Örnek Yapıda 20cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Dış Temaslı Betonarme Duvar Bileşeni

Dış temaslı betonarme duvar bileşeninde ısı yalıtımı olarak yine polistren partiküler köpük tercih edilmiş olup bileşen kesitindeki malzemelerin sıra ve özellikleri Çizelge 4.71.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.71. 20cm gazbeton yapılması durumunda dış temaslı betonarme duvar bileşeni sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,005	4.4	Yalnız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,51	10
2	0,02	4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,7	10
3	0,20	5.1.1	Donatılı	2,5	80

Çizelge 4.71. (Devam) 20cm gazbeton yapılması durumunda dış temaslı betonarme duvar bileşeni sıra ve özellikleri

4	0,04	10.3.1.1.1	Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun Isı iletkenlik grupları 035	0,035	20
5	0,025	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.5.1.3. Örnek Yapıda 20cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Açık Geçit Üzeri Taban Bileşeni

Açık geçit üzeri taban bileşeninde polistren partiküler köpük tercih edilmiş olup bileşen kesit malzemelerinin sıra ve özellikleri Çizelge 4.72.'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.72. 20cm gazbeton yapılması durumunda açık geçit üzeri taban bileşenleri sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,01	8.1.1	İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar	0,13	40
2	0,07	4.6	Çimento harçlı şap	1,4	15
3	0,10	5.1.1	Donatılı	2,5	80
4	0,2	7.5.1.2.2.7	≤3 sıra boşluklu; genişlik <300 mm(Asmolen)	0,36	5
5	0,04	10.3.1.1.1	Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun Isı iletkenlik grupları 035	0,035	20
6	0,02	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.5.1.4. Örnek Yapıda 20cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Teras Tavan Bileşeni

Teras tavan bileşeninde çevre ve kullanım şartları göz önünde bulundurularak ekstrüde polistren köpüğü tercih edilmiş olup kullanılan kesit bileşen malzeme sıra ve özellikleri Çizelge 4.73.'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.73. 20cm gazbeton yapılması durumunda teras tavan bileşen malzemeleri sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,025	4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,7	10
2	0,20	7.5.1.2.2.7	≤3 sıra boşluklu; genişlik <300 mm(Asmolen)	0,36	5
3	0,1	5.1.1	Donatılı	2,5	80
4	0,005	9.2.1	Mastik asfalt kaplama > 7mm	0,7	1
5	0,05	10.3.2.2.1	Ekstrüde Polistiren Köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 030	0,03	80
6	0,07	4.6	Çimento harçlı şap	1,4	15

4.5.1.5. Örnek Yapıda 20cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban Bileşeni

Isıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzemeleri sıra ve özellikleri Çizelge 4.74.’te belirtilmiştir.

Çizelge 4.74. 20cm gazbeton yapılması durumunda ısıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzeme sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,01	8.1.1	İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar	0,13	40
2	0,07	4.6	Çimento harçlı şap	1,4	15

Çizelge 4.74. (Devam) 20cm gazbeton yapılması durumunda ısıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzeme sıra ve özellikleri

3	0,02	10.3.2.1.1	Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 030	0,03	80
4	0,10	5.1.1	Donatılı	2,5	80
5	0,20	7.5.1.2.2.7	≤ 3 sıra boşluklu; genişlik <300 mm(Asmolen)	0,36	5
6	0,025	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.5.1.6. Örnek Yapıda 20cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Kullanılan Kapı ve Pencere

- Projesi yapılacak binanın pencere tipleri Çizelge 4.75.'te gösterildiği gibi olacaktır.

Çizelge 4.75. 20cm gazbeton yapılması durumunda kullanılan pencere tipi

Pencere Tipi	Cam Tipi	U (W/m ² K)
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk ≤ 9	2,4

- Projesi yapılacak binanın pencere tipleri Çizelge 4.76.'da gösterildiği gibi olacaktır.

Çizelge 4.76. 20cm gazbeton yapılması durumunda kullanılan kapı tipleri

Kapı Tipi	U (W/m ² K)
Dış Kapı- metal (ısı yalıtımsız)	5,5

4.5.2. Örnek Yapıda 20cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesaplanması

- Duvar, tavan ve taban bileşenlerine ait hesaplamalarda kullanılacak alan değerleri Çizelge 4.77.'de görüldüğü gibidir.

Çizelge 4.77. 20cm gazbeton yapılması durumunda kesit bileşenlerine ait hesaplamalarda kullanılacak alan değerleri

Bileşenin Adı	Alanı(m ²)
Gazbeton(20cm) ile Yalıtım	927,84
Donatılı Beton Duvar(Yalıtımlı)	263,1
Teras Çatı(Yalıtımlı)	568
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban(Yalıtımlı)	527
Açık Geçit Üzeri Taban(Yalıtımlı)	41

- Kullanılacak pencerelere ait yön ve alan bilgileri Çizelge 4.78.’deki gibidir.

Çizelge 4.78. 20cm gazbeton yapılması durumunda kullanılacak pencerelere ait yön ve alan bilgisi

Pencere Tipi	Cam Tipi	Yönü	Alanı(m ²)	U (W/m ² K)
TS 2164’den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Kuzeydoğu	110,2	2,4
TS 2164’den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Kuzeybatı	124,3	2,4
TS 2164’den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Güneydoğu	119,04	2,4
TS 2164’den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Güneybatı	110,2	2,4

- Kullanılacak kapılara ait bilgiler Çizelge 4.79.'da belirtilmiştir.

Çizelge 4.79. 20cm gazbeton yapılması durumunda kullanılacak kapılara ait bilgiler

Kapı Tipi	Alanı (m ²)	U (W/m ² K)
Metal Kapı (Isı Yalıtımsız)	4,32	5,5

- Bina Hacminin Bulunması

Mimari projeden bakılarak ısıtma yapılacak yerlerin hacimleri (V) bulunur.

$$V=8\,397\text{ m}^3$$

Tüm veriler programa girilerek hesap sonuçlarına ulaşılır. Yıllık ısıtma enerjisine ait sonuçlar Çizelge 4.80.'de gösterildiği gibidir. Isı ihtiyacı kimlik belgesi **Ek 20'**de sunulmuştur.

Çizelge 4.80. 20cm gazbeton yapılması durumunda hesap sonuçları

Müsade edilen Maksimum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	Hesaplanan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı
8,08 kWh/m ³	6,78 kWh/m ³

Bu değerlerde metreküp başına düşen ısıtma enerjisi ihtiyaçları belirtilmektedir. Binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı için bu değer binanın hacmiyle çarpılmalıdır.

$$\text{Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı} = 6,78 \times 8397 = 56.931,66\text{kWh}$$

Binanın enerji sınıfı; müsade edilen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ($Q_{yıl}$) ve hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Q') arasındaki aşağıdaki bağıntıdan yararlanılarak tespit edilir.

$$Q_{yıl} \leq 0,99 \times Q' (7,99) \text{ ise C Tipi Bina (Normal Verimli Bina),}$$

$$Q_{yıl} \leq 0,90 \times Q' (7,27) \text{ ise B Tipi Bina (Enerji Verimli Bina),}$$

$$Q_{yıl} \leq 0,80 \times Q' (6,46) \text{ ise A Tipi Bina (Süper Enerji Verimli Bina)}$$

O halde seçilen bileşenler dahilinde örnek binamız: Hesaplanan yıllık ısıtma enerjisine göre B tipi binadır(Enerji Verimli Bina).

4.5.3. Örnek Yapıda 20cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Isı Yalıtım Maliyet Analizi

Isı yalıtımında kullanılan; yalıtım malzemeleri, malzeme kalınlıkları ve malzeme fiyatları Çizelge 4.81.’de görüldüğü gibidir.

Çizelge 4.81. 20cm gazbeton yapılması durumunda ısı yalıtımı maliyet değerleri

Not: Maliyet analizi yapılırken bayındırlık birim fiyatlarından yararlanılmıştır.

Bileşen Adı	Kullanılan Yalıtım Malzemesi	Bileşen Alanı(m ²)	Yalıtım Malzemesi Birim Fiyatı(TL)	Toplam (TL)
Dış Temaslı Duvar Bileşeni (Gazbeton tuğla farkıyla beraber)	20cm Gazbeton	927,84	29,83	27.677,46
Dış Temaslı Betonarme Duvar	4cm Kalınlıkta EPS	263,1	14,59	3.838,62
Açık Geçit Üzeri Taban	4cm Kalınlıkta EPS	41	14,59	598,12
Teras Tavan	5cm Kalınlıkta Ekstrüde Polistiren Köpüğü	568	13,36	7.588,48
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban	2cm Kalınlıkta Ekstrüde polistren köpüğü	527	13,36	7.040,72

Toplam Yalıtım Maliyeti = 46.743,40 TL

Daire Başı Yalıtım Maliyeti = 2.337,17 TL

4.5.4. Örnek Yapıda 20cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Geri Ödeme Süresinin Hesaplanması

Geri ödeme süresi hesabı yapılırken T.Ü.İ.K. (Türkiye İstatistik Kurumu)’ın 2012 yılı enflasyon verilerinden bakılarak %6,2; doğalgaz fiyatı için Aksagaz’ın evsel tüketici için belirlediği doğalgaz metreküp (m³) fiyatı 0,945658TL (K.D.V. dahil)

kullanılmıştır. Yakıt malzemesi olarak doğalgaz seçildiğinden dolayı doğalgazın alt ısı değeri ve kazan verimi TS-825'ten alınarak bu değerler Çizelge 4.82.'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.82. Doğalgazın kazan verimi ve alt ısı değeri

Yakıt Türü	Yakıt Türüne Göre Kazan Verimi	Yakıt Türüne Göre Alt Isıl Değeri(kWh/m ³)
Doğalgaz	0,85-0,92	9,595

Yalıtımsız durumdaki yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacından mevcut yalıtımlı durumdaki yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı çıkarılarak tasarruf edilen ısıtma enerjisi Çizelge 4.83.'deki gibi bulunur.

Çizelge 4.83. Yalıtımsız ve 20cm gazbeton yapılması durumunda ısıtma enerjisi durumları

Yalıtımsız Durumdaki Yıllık Isıtma Enerjisi(kWh)	Yalıtımlı Durumdaki Yıllık Isıtma Enerjisi(kWh)	Tasarruf Edilen Enerji Miktarı(kWh)
119.153,43	56.931,66	62.221,77

$$V' \dots\dots\dots(1.1.)$$

$$V = \frac{H_u}{\eta}$$

V= Tasarruf edilen doğalgaz miktarı (m³)

V' = Tasarruf edilen enerji miktarı (kWh)

H_u = Yakıtın alt ısı değeri (kWh/m³)

η = Kazan verimi

$$T_t = V \cdot D_{\dot{u}} \dots\dots\dots(1.2.)$$

T_t= Tasarruf tutarı (TL)

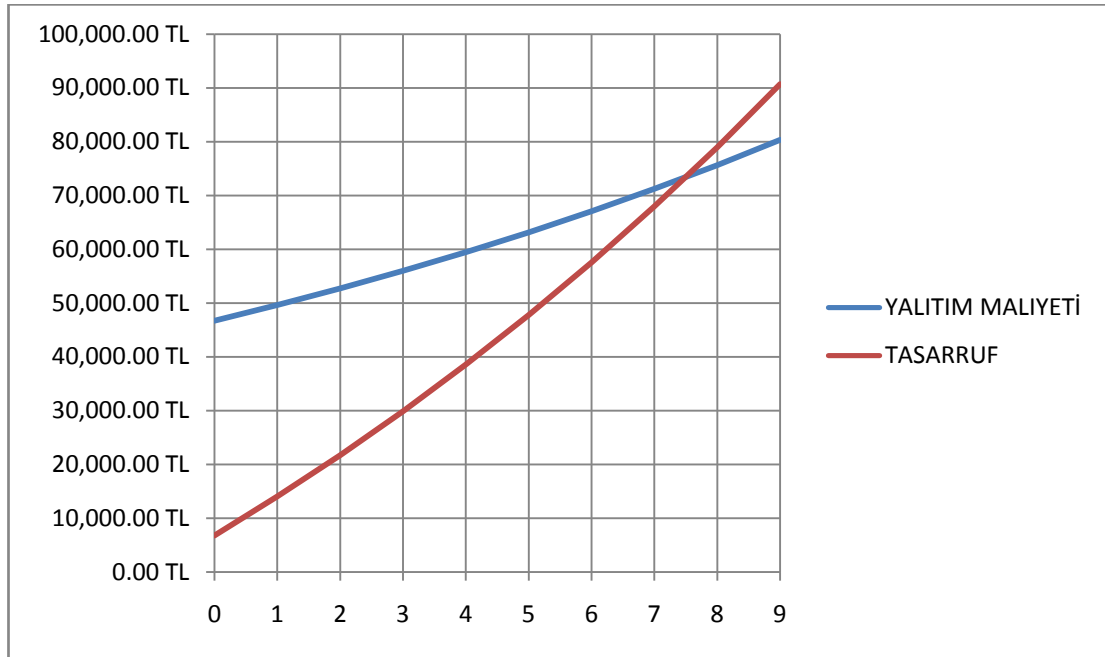
V= Tasarruf edilen doğalgaz miktarı (m³)

D_u= Doğalgaz ücreti(TL)

Formül (1.1.) ve (1.2.) hesap verileriyle uygulanarak tasarruf tutarı bulunur. Maliyet analizi bölümünden yalıtım maliyeti de hesaba katılarak geri ödeme süresi hesaplanır.

Seçilen ısı yalıtım bileşen malzemeleriyle ısı yalıtım yapılması durumunda; 7-8 yıllık bir sürede sistemin kendini amorti ettiği görülmüştür. Bu durum Şekil 4.14.'te gösterilmiştir.

Yalıtım maliyetinin ve tasarrufun yıllık enflasyon karşısındaki yıllara göre değişim durumları Çizelge 4.84.'te belirtildiği gibi değişmektedir.



Şekil 4.14. 20cm gazbeton yapılması durumunda geri ödeme süresi

Çizelge 4.84. 20cm gazbeton yapılması durumunda yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değişimi

YALITIM MALİYETİ	TASARRUF	YIL
46,743.40 TL	6,813.79 TL	0
49,641.49 TL	14,050.04 TL	1
52,719.26 TL	21,734.94 TL	2
55,987.86 TL	29,896.30 TL	3
59,459.10 TL	38,563.66 TL	4
63,145.57 TL	47,768.40 TL	5
67,060.59 TL	57,543.84 TL	6
71,218.35 TL	67,925.35 TL	7
75,633.89 TL	78,950.51 TL	8
80,323.19 TL	90,659.24 TL	9

4.6. Örnek Yapıda 25cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Isı Yalıtım

Çözümü, Maliyet Analizi ve Geri Ödeme Süresi

Bu bileşen çeşitliliğinde duvarda 25cm'lik gazbeton uygulanıp diğer kesitlerde malzeme çeşitliliği aynı tutulup dıştan yalıtım uygulamasıyla ısı yalıtım yapılarak hesap sonuçlarına ulaşılabacaktır. Öncelikle işe kesit bileşenlerini belirlemeyle başlanılacaktır.

4.6.1. Örnek Yapıda 25cm'lik Gazbeton Yapılması Durumunda Kesit

Bileşenlerinin Belirlenmesi

İsminden de anlaşılacağı üzere duvar dolgu malzemesi olarak 25cm'lik gazbeton kullanılacak, diğer bileşenlere de uygun yalıtım malzemeleri kullanılarak yalıtım tamamlanacaktır.

4.6.1.1. Örnek Yapıda 25cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Dış Temaslı

Duvar Bileşeni

Dış temaslı duvar bileşeni olarak 25cm'lik gazbeton seçilmiş olup bileşenlerinin sıra ve özellikleri Çizelge 4.85.'te belirtildiği gibi olmaktadır.

Çizelge 4.85. 25cm gazbeton yapılması durumunda dış temaslı duvar bileşenlerinin sırası ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,005	4.4	Yalnız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,51	10
2	0,02	4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,7	10
3	0,25	7.3.2.2	TS EN 998-2 ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m ³ ün altında olan harç kullanarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (Blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	0,13	5
4	0,025	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.6.1.2. Örnek Yapıda 25cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Dış Temaslı

Betonarme Duvar Bileşeni

Dış temaslı betonarme duvar bileşeninde ısı yalıtımı olarak yine polistren partiküler köpük tercih edilmiş olup bileşen kesitindeki malzemelerin sıra ve özellikleri Çizelge 4.86.'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.86. 25cm gazbeton yapılması durumunda dış temaslı betonarme duvar bileşeni sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,005	4.4	Yalnız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,51	10
2	0,02	4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,7	10
3	0,20	5.1.1	Donatılı	2,5	80
4	0,05	10.3.1.1.1	Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun Isı iletkenlik grupları 035	0,035	20
5	0,025	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.6.1.3. Örnek Yapıda 25cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Açık Geçit Üzeri Taban Bileşeni

Açık geçit üzeri taban bileşeninde polistren partiküler köpük tercih edilmiş olup bileşen kesit malzemelerinin sıra ve özellikleri Çizelge 4.87.'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.87. 25cm gazbeton yapılması durumunda açık geçit üzeri taban bileşenleri sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,01	8.1.1	İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar	0,13	40
2	0,07	4.6	Çimento harçlı şap	1,4	15
3	0,10	5.1.1	Donatılı	2,5	80

Çizelge 4.87. (Devam) 25cm gazbeton yapılması durumunda açık geçit üzeri taban bileşenleri sıra ve özellikleri

4	0,2	7.5.1.2.2.7	≤ 3 sıra boşluklu; genişlik < 300 mm(Asmolen)	0,36	5
5	0,05	10.3.1.1.1	Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun Isı iletkenlik grupları 035	0,035	20
6	0,02	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.6.1.4. Örnek Yapıda 25cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Teras Tavan Bileşeni

Teras tavan bileşeninde çevre ve kullanım şartları göz önünde bulundurularak ekstrüde polistiren köpüğü tercih edilmiş olup kullanılan kesit bileşen malzeme sıra ve özellikleri Çizelge 4.88.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.88. 25cm gazbeton yapılması durumunda teras tavan bileşen malzemeleri sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,025	4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,7	10
2	0,20	7.5.1.2.2.7	≤ 3 sıra boşluklu; genişlik < 300 mm(Asmolen)	0,36	5
3	0,1	5.1.1	Donatılı	2,5	80
4	0,005	9.2.1	Mastik asfalt kaplama > 7 mm	0,7	1
5	0,05	10.3.2.2.1	Ekstrüde Polistiren Köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 030	0,03	80
6	0,07	4.6	Çimento harçlı şap	1,4	15

4.6.1.5. Örnek Yapıda 25cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban Bileşeni

Isıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzemeleri sıra ve özellikleri Çizelge 4.89.'da belirtilmiştir.

Çizelge 4.89. 25cm gazbeton yapılması durumunda ısıtılmayan iç ortama bitişik taban bileşeni malzeme sıra ve özellikleri

NO	d(m)	Bileşen Kodu	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	0,01	8.1.1	İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar	0,13	40
2	0,07	4.6	Çimento harçlı şap	1,4	15
3	0,05	10.3.2.1.1	Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 030	0,03	80
4	0,10	5.1.1	Donatılı	2,5	80
5	0,20	7.5.1.2.2.7	≤3 sıra boşluklu; genişlik <300 mm(Asmolen)	0,36	5
6	0,025	4.2	Çimento harcı	1,6	15

4.6.1.6. Örnek Yapıda 25cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Kullanılan Kapı ve Pencere

- Projesi yapılacak binanın pencere tipleri Çizelge 4.90.'da gösterildiği gibi olacaktır.

Çizelge 4.90. 25cm gazbeton yapılması durumunda kullanılan pencere tipi

Pencere Tipi	Cam Tipi	U (W/m ² K)
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk≤9	2,4

- Projesi yapılacak binanın pencere tipleri Çizelge 4.91.'de gösterildiği gibi olacaktır.

Çizelge 4.91. 25cm gazbeton yapılması durumunda kullanılan kapı tipleri

Kapı Tipi	U (W/m ² K)
Dış Kapı- metal (ısı yalıtımsız)	5,5

4.6.2. Örnek Yapıda 25cm'lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesaplanması

- Duvar, tavan ve taban bileşenlerine ait hesaplamalarda kullanılacak alan değerleri Çizelge 4.92.'de görüldüğü gibidir.

Çizelge 4.92. 25cm gazbeton yapılması durumunda kesit bileşenlerine ait hesaplamalarda kullanılacak alan değerleri

Bileşenin Adı	Alanı(m ²)
Gazbeton(25cm) ile Yalıtım	927,84
Donatılı Beton Duvar(Yalıtımlı)	263,1
Teras Çatı(Yalıtımlı)	568
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban(Yalıtımlı)	527
Açık Geçit Üzeri Taban(Yalıtımlı)	41

- Kullanılacak pencerelere ait yön ve alan bilgileri Çizelge 4.93.'teki gibidir.

Çizelge 4.93. 25cm gazbeton yapılması durumunda kullanılacak pencerelere ait yön ve alan bilgisi

Pencere Tipi	Cam Tipi	Yönü	Alanı(m ²)	U (W/m ² K)
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Kuzeydoğu	110,2	2,4
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Kuzeybatı	124,3	2,4
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Güneydoğu	119,04	2,4
TS 2164'den Seçilmiş Değer	Çift camlı Low-e pencere- Ara boşluk<=9	Güneybatı	110,2	2,4

- Kullanılacak kapılara ait bilgiler Çizelge 4.94. 'te belirtilmiştir.

Çizelge 4.94. 25cm gazbeton yapılması durumunda kullanılacak kapılara ait bilgiler

Kapı Tipi	Alanı (m ²)	U (W/m ² K)
Metal Kapı (Isı Yalıtımsız)	4,32	5,5

- Bina Hacminin Bulunması

Mimari projeden bakılarak ısıtma yapılacak yerlerin hacimleri (V) bulunur.

$$V=8\,397\text{ m}^3$$

Tüm veriler programa girilerek hesap sonuçlarına ulaşılır. Yıllık ısıtma enerjisine ait sonuçlar Çizelge 4.95.'te gösterildiği gibidir. Isı ihtiyacı kimlik belgesi **Ek 21**'de sunulmuştur.

Çizelge 4.95. 25cm gazbeton yapılması durumunda hesap sonuçları

Müsade edilen Maksimum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	Hesaplanan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı
8,08 kWh/m ³	6,26 kWh/m ³

Bu değerlerde metreküp başına düşen ısıtma enerjisi ihtiyaçları belirtilmektedir. Binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı için bu değer binanın hacmiyle çarpılmalıdır.

$$\text{Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı} = 6,26 \times 8397 = 52.565,22\text{kWh}$$

Binanın enerji sınıfı; müsade edilen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ($Q_{yıl}$) ve hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Q') arasındaki aşağıdaki bağıntıdan yararlanılarak tespit edilir.

$$Q_{yıl} \leq 0,99 \times Q' (7,99) \text{ ise C Tipi Bina (Normal Verimli Bina),}$$

$$Q_{yıl} \leq 0,90 \times Q' (7,27) \text{ ise B Tipi Bina (Enerji Verimli Bina),}$$

$$Q_{yıl} \leq 0,80 \times Q' (6,46) \text{ ise A Tipi Bina (Süper Enerji Verimli Bina)}$$

O halde seçilen bileşenler dahilinde örnek binamız: Hesaplanan yıllık ısıtma enerjisine göre A tipi binadır(Enerji Verimli Bina).

4.6.3. Örnek Yapıda 25cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Isı Yalıtım Maliyet Analizi

Isı yalıtımında kullanılan; yalıtım malzemeleri, malzeme kalınlıkları ve malzeme fiyatları Çizelge 4.96.’da görüldüğü gibidir.

Çizelge 4.96. 25cm gazbeton yapılması durumunda ısı yalıtımı maliyet değerleri

Not: Maliyet analizi yapılırken bayındırlık birim fiyatlarından yararlanılmıştır.

Bileşen Adı	Kullanılan Yalıtım Malzemesi	Bileşen Alanı(m ²)	Yalıtım Malzemesi Birim Fiyatı(TL)	Toplam (TL)
Dış Temaslı Duvar Bileşeni (Gazbeton tuğla farkıyla beraber)	25cm Gazbeton	927,84	39,38	36.538,33
Dış Temaslı Betonarme Duvar	5cm Kalınlıkta Ekspande Polistiren - Partiküler Köpük	263,1	14,59	3.838,62
Açık Geçit Üzeri Taban	5cm Kalınlıkta Ekspande Polistiren - Partiküler Köpük	41	14,59	598,12
Teras Tavan	5cm Kalınlıkta Ekstrüde Polistiren Köpüğü	568	13,36	7.588,48
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Taban	5cm Kalınlıkta Ekstrüde polistren köpüğü	527	13,36	7.040,72

Toplam Yalıtım Maliyeti = 55.604,27 TL

Daire Başı Yalıtım Maliyeti = 2.780,21 TL

4.6.4. Örnek Yapıda 25cm’lik Gazbeton Uygulanması Durumunda Geri Ödeme Süresinin Hesaplanması

Geri ödeme süresi hesabı yapılırken T.Ü.İ.K (Türkiye İstatistik Kurumu)’ın 2012 yılı enflasyon verilerinden bakılarak %6,2; doğalgaz fiyatı için Aksagaz’ın evsel tüketici için belirlediği doğalgaz metreküp (m³) fiyatı 0,945658TL (K.D.V. dahil)

kullanılmıştır. Yakıt malzemesi olarak doğalgaz seçildiğinden dolayı doğalgazın alt ısı değeri ve kazan verimi TS-825'ten alınarak bu değerler Çizelge 4.97.'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.97. Doğalgazın kazan verimi ve alt ısı değeri

Yakıt Türü	Yakıt Türüne Göre Kazan Verimi	Yakıt Türüne Göre Alt Isıl Değeri(kWh/m ³)
Doğalgaz	0,85-0,92	9,595

Yalıtımsız durumdaki yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacından mevcut yalıtımlı durumdaki yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı çıkarılarak tasarruf edilen ısıtma enerjisi Çizelge 4.98.'deki gibi bulunur.

Çizelge 4.98. Yalıtımsız ve 25cm gazbeton yapılması durumunda ısıtma enerjisi durumları

Yalıtımsız Durumdaki Yıllık Isıtma Enerjisi(kWh)	Yalıtımlı Durumdaki Yıllık Isıtma Enerjisi(kWh)	Tasarruf Edilen Enerji Miktarı(kWh)
119.153,43	52.565,22	66.588,21

$$V = \frac{V'}{H_u \cdot \eta} \dots\dots\dots(1.1.)$$

V= Tasarruf edilen doğalgaz miktarı (m³)

V' = Tasarruf edilen enerji miktarı (kWh)

H_u = Yakıtın alt ısı değeri (kWh/m³)

η = Kazan verimi

$$T_t = V \cdot D_ü \dots\dots\dots(1.2.)$$

T_t= Tasarruf tutarı (TL)

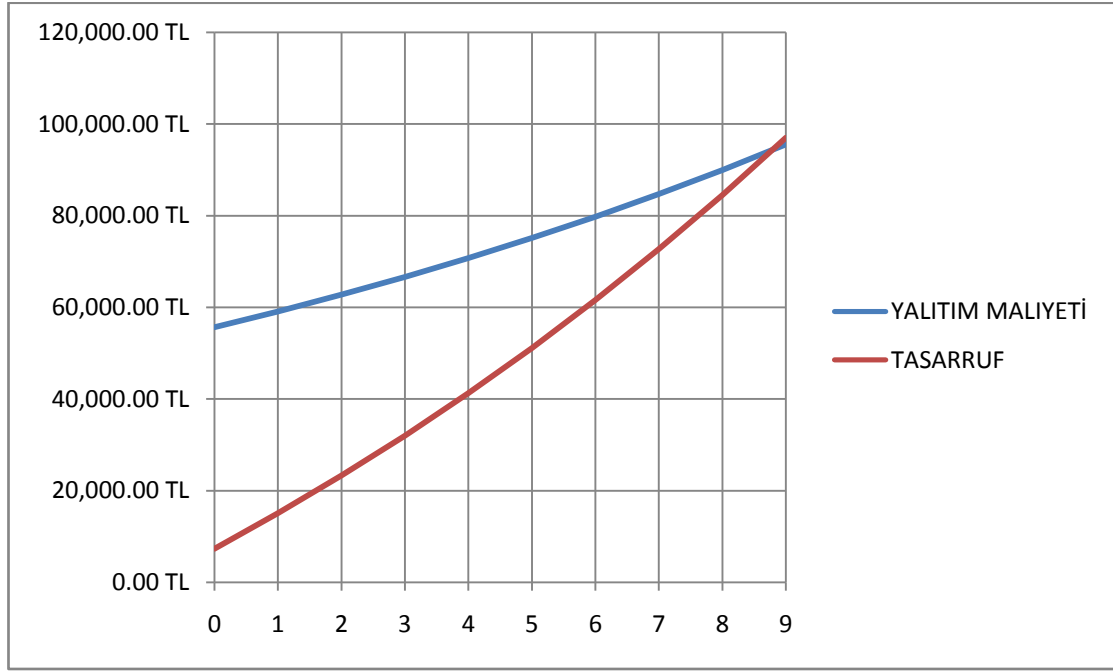
V= Tasarruf edilen doğalgaz miktarı (m³)

D_ü= Doğalgaz ücreti (TL)

Formül (1.1.) ve (1.2.) hesap verileriyle uygulanarak tasarruf tutarı bulunur. Maliyet analizi bölümünden yalıtım maliyeti de hesaba katılarak geri ödeme süresi hesaplanır.

Seçilen ısı yalıtım bileşen malzemeleriyle ısı yalıtım yapılması durumunda; 8-9 yıllık bir sürede sistemin kendini amorti ettiğı görölmüşür. Bu durum Şekil 4.15.'te gösterilmiştir.

Yalıtım maliyetinin ve tasarrufun yıllık enflasyon karşısındaki yıllara göre değışim durumları Çizelge 4.99.'da belirtildiğı gibi değışmektedir.



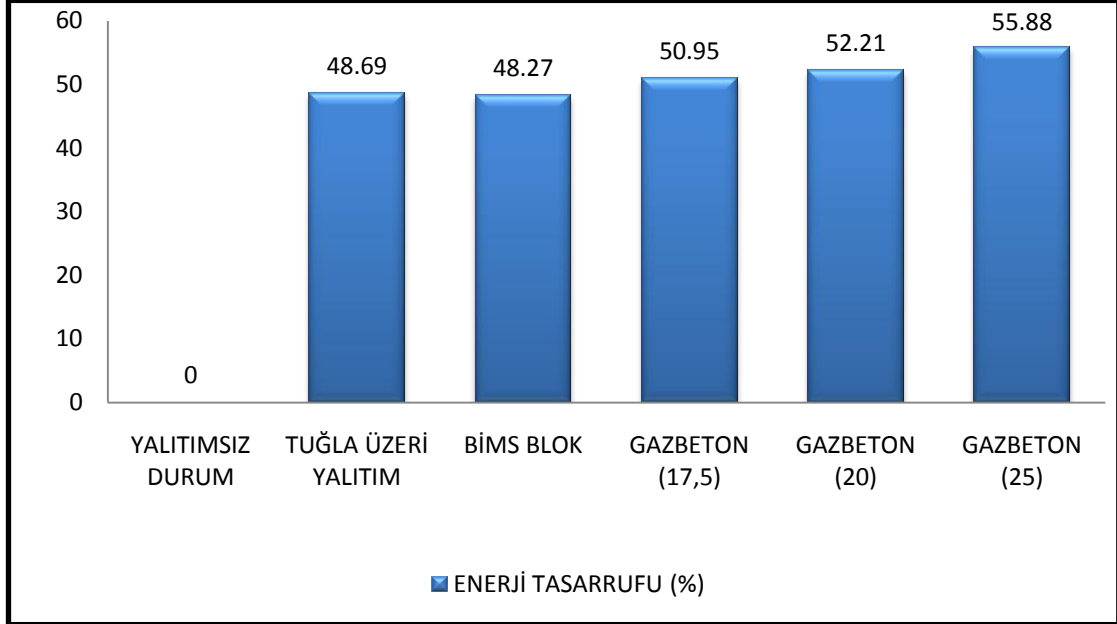
Şekil 4.15. 25cm gazbeton yapılması durumunda geri ödeme süresi

Çizelge 4.99. 25cm gazbeton yapılması durumunda yalıtım maliyeti ve tasarrufun enflasyon oranı etkisiyle yıllık değışimi

YALITIM MALİYETİ	TASARRUF	YIL
55,604.27 TL	7,291.95 TL	0
59,051.73 TL	15,036.01 TL	1
62,712.94 TL	23,260.20 TL	2
66,601.14 TL	31,994.28 TL	3
70,730.42 TL	41,269.88 TL	4
75,115.70 TL	51,120.57 TL	5
79,772.87 TL	61,582.00 TL	6
84,718.79 TL	72,692.04 TL	7
89,971.36 TL	84,490.90 TL	8
95,549.58 TL	97,021.29 TL	9

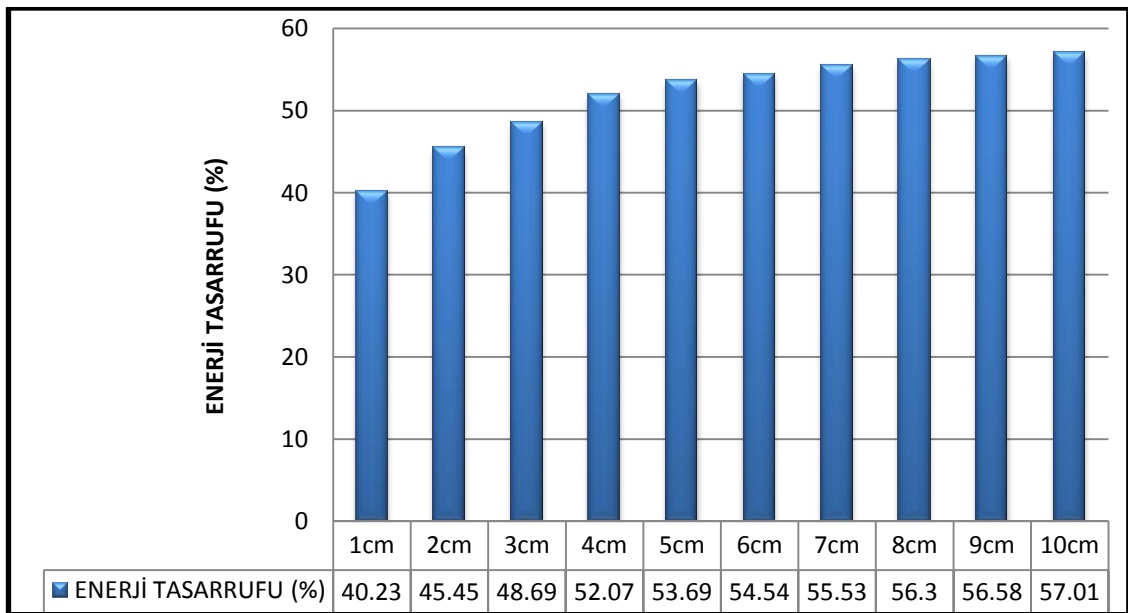
4.7. Araştırma Bulgularının Karşılaştırılması

- Isı yalıtımı yapılması durumunda inceleme konusu yalıtım malzemelerinde oluşacak tasarrufun yüzdelik oranlarla ifade edilmiş hali Şekil 4.16.'da gösterilmiştir.



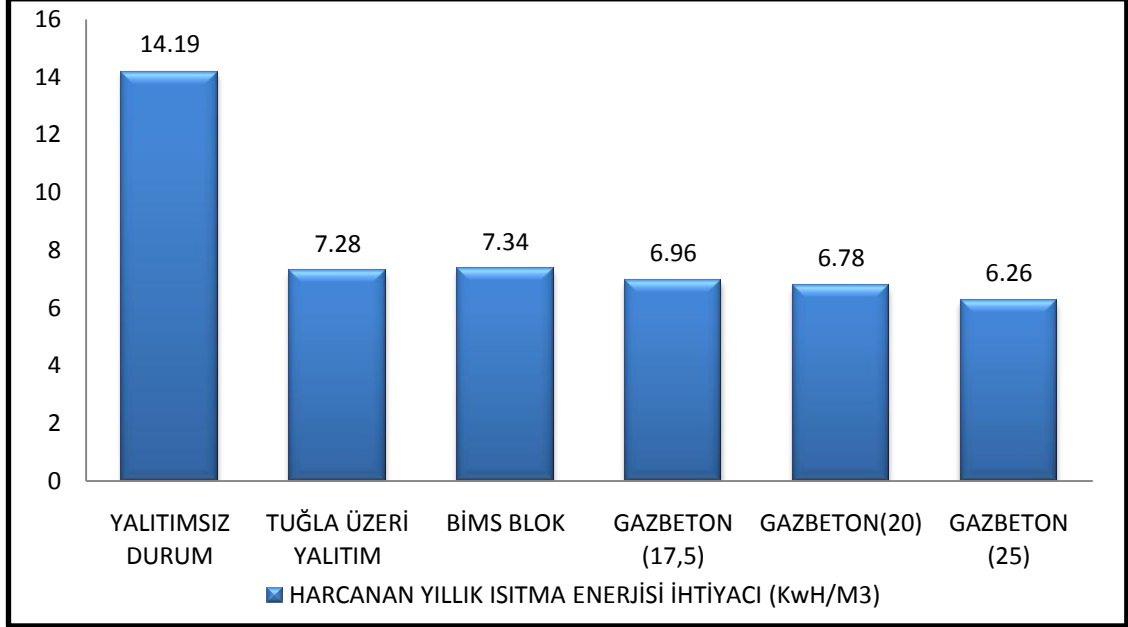
Şekil 4.16. Isı yalıtımla elde edilen tasarrufun yüzdelik değerleri

- Tuğla üzeri yalıtım uygulamalarında EPS kalınlığı arttıkça enerji tasarrufunun miktarı da artmaktadır. Bu durum Şekil 4.17.'de gösterilmiştir.



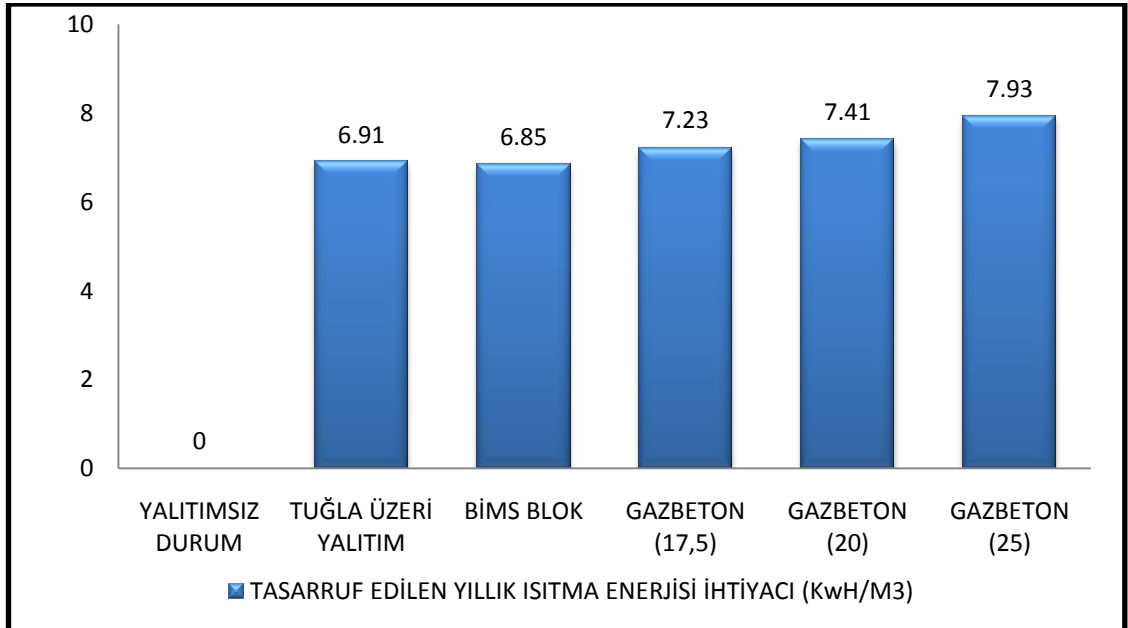
Şekil 4.17. EPS kalınlıklarına göre yüzdelik enerji tasarrufları

- Isı yalıtımda kullanılan bileşen çeşitlerinin harcanan ısıtma enerjisine olan etkileri Şekil 4.18.'de gösterildiği gibi gerçekleşmiştir.



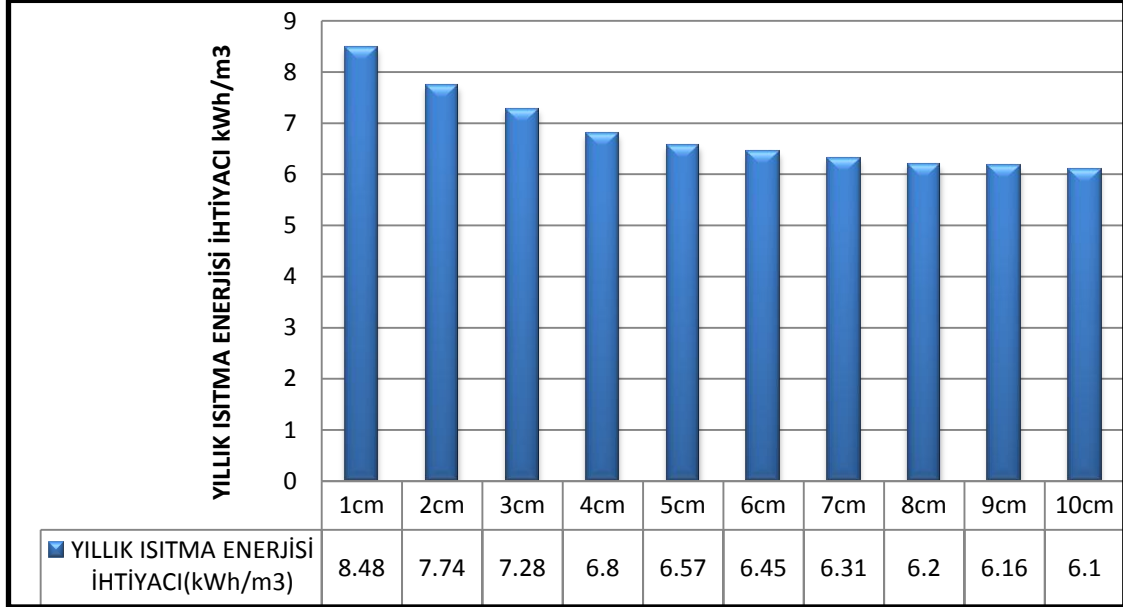
Şekil 4.18. Harcanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının bileşen çeşitlerine göre dağılımı

- Tasarruf edilen yıllık ısıtma enerjisinin yalıtımın iyileştirilmesi sonucu arttığı gözlenmiştir. Bu durum Şekil 4.19.'da gösterildiği gibi gerçekleşmektedir.



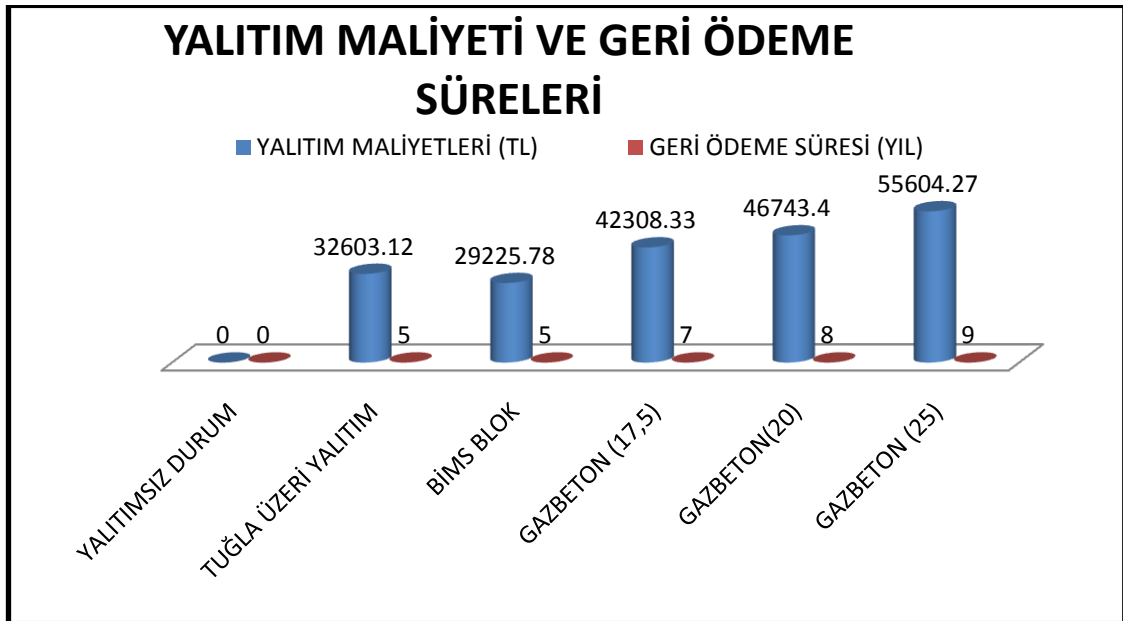
Şekil 4.19. Tasarruf edilen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının bileşen çeşitlerine göre dağılımı

- EPS kalınlığını arttırarak ısı yalıtımının verimliliğini arttırabiliriz. Bu durum Şekil 4.20.'de gösterildiği gibi gerçekleşmektedir.



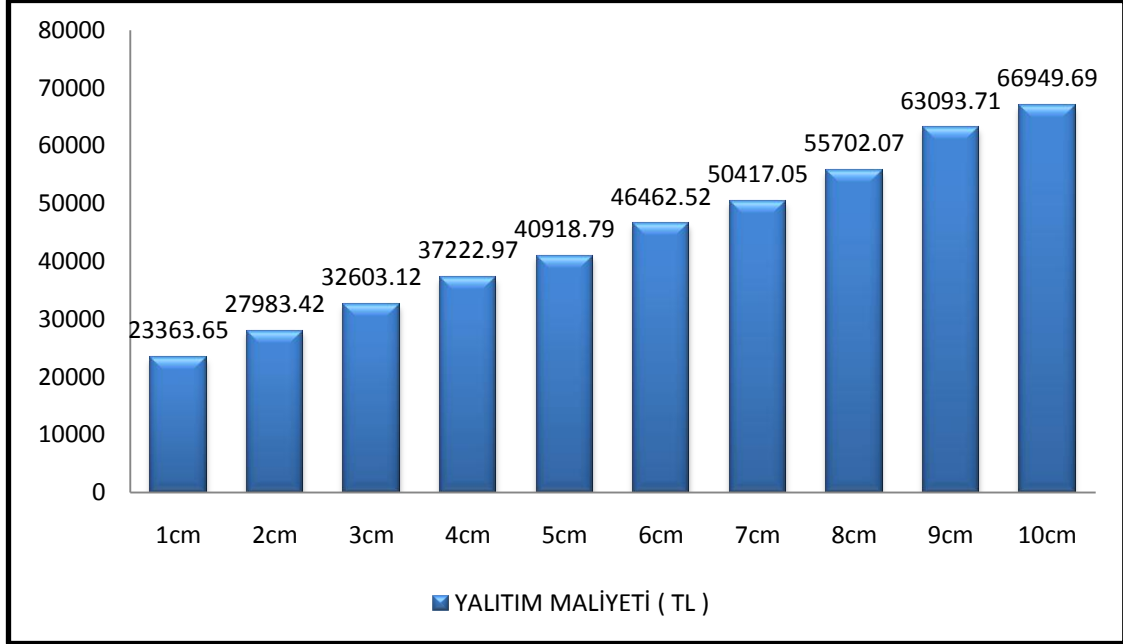
Şekil 4.20. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının EPS kalınlıkları karşısındaki değişimi

- Isı yalıtım maliyetlerinin bileşen malzemelerine göre çeşitlilik gösterdiği, farklı geri ödeme süreleri oluşturdukları Şekil 4.21.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.21. Yalıtım maliyetleri ve geri ödeme süreleri

- Tuğla üzeri yalıtım uygulamalarında yalıtım kalınlığı arttıkça yalıtım maliyeti de artmaktadır. Kalınlığa göre yalıtım maliyeti değişimi Şekil 4.22.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.22. Yalıtım maliyetlerinin EPS kalınlığına göre değişimi

- Araştırmada farklı bileşen malzemelerin uygulanması ile örnek bina tipinde farklı ısı yalıtım sınıfları oluşmuştur. Bileşen çeşitlerinde oluşan enerji sınıfları Çizelge 4.100.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.100. Bileşen çeşitlerine göre enerji sınıfları

Bileşen Çeşidi	Enerji Sınıfı
Tuğla Üzeri Yalıtım(3 cm yalıtım)	C Tipi (Normal Verimli Bina)
Bims Blok(19 cm)	C Tipi (Normal Verimli Bina)
17,5cm Gazbeton	B Tipi (Enerji Verimli Bina)
20cm Gazbeton	B Tipi (Enerji Verimli Bina)
25cm Gazbeton	A Tipi (Süper Enerji Verimli Bina)

- Bileşen çeşitlerine göre geri ödeme süreleri farklılıklar göstermiştir. Bileşen çeşitlerine göre geri ödeme sürelerinin yaklaşık değerleri Çizelge 4.101.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.101. Bileşen çeşitlerine göre geri ödeme süreleri

Bileşen Çeşidi	Geri Ödeme Süresi(yıl)
Tuğla Üzeri 3cm Yalıtım	5
Bims Blok 19 cm	5
17,5cm Gazbeton	7
20cm Gazbeton	8
25cm Gazbeton	9

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan tüm araştırmalar neticesinde aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır.

- Isı yalıtımının enerji tasarrufuna etkisi ihmal edilemez boyutlara ulaşmaktadır. 25cm'lik gazbeton, yapılan hesaplar neticesinde yüzdelikli oranlar bazında en fazla enerji tasarrufu sağlamaktadır. Bu durum Şekil 4.16.'da ki gibi gerçekleşmektedir.
- Tuğla üzeri yalıtım uygulamalarında EPS kalınlığı arttıkça enerji tasarrufunun miktarı da artmaktadır. Bu durum Şekil 4.17.'de gösterilmiştir.
- Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının ısı yalıtımı yapılması durumunda azaldığı, yalıtımın farklı bileşenlerde de uygulanması ile bu değerlerin farklılıklar gösterdiği gözlemlenmiştir. Isı yalıtımda kullanılan bileşen çeşitlerinin harcanan ısıtma enerjisine olan etkileri Şekil 4.18.'de gösterildiği gibi gerçekleşmiştir.
- Tasarruf edilen yıllık ısıtma enerjisinin yalıtımın iyileştirilmesi sonucu arttığı gözlenmiştir. Bu durum Şekil 4.19.'da gösterildiği gibi gerçekleşmektedir.
- Tuğla üzeri yalıtım uygulamalarında yalıtım kalınlığı arttıkça yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının azaldığı gözlenmiştir. Tuğla üzeri yalıtım durumunda EPS kalınlığını arttırarak ısı yalıtımının verimliliğini arttırabilmektedir. Bu durum Şekil 4.20.'de gösterildiği gibi gerçekleşmektedir.
- Isı yalıtım maliyetlerinin bileşen malzemelerine göre çeşitlilik gösterdiği, farklı geri ödeme süreleri oluşturdıkları Şekil 4.21.'de gösterilmiştir.
- Tuğla üzeri yalıtım uygulamalarında yalıtım kalınlığı arttıkça yalıtım maliyeti de artmaktadır. Kalınlığa göre yalıtım maliyeti değişimi Şekil 4.22.'de gösterilmiştir.
- Araştırmamız esnasında farklı bileşen malzemelerin uygulanması ile örnek bina tipinde farklı ısı yalıtım sınıfları oluşmuştur. Bileşen çeşitlerinde oluşan enerji sınıfları Çizelge 4.100.'de gösterilmiştir.
- Bileşen çeşitlerine göre geri ödeme süreleri farklılıklar göstermiştir. Bu durumun sebebi; ısı yalıtım maliyetlerinin ve yıllık ısıtma enerji ihtiyaçlarının farklılık göstermesidir. Bileşen çeşitlerine göre geri ödeme sürelerinin yaklaşık değerleri Çizelge 4.101.'de gösterilmiştir.

- Yapılan bu araştırma ile ısı yalıtımının enerji tasarrufu açısından önemi bir kere daha vurgulanmış olup; elde edilen bu tasarrufun enerji kimlik belgesinde tanımını bulan enerji sınıflarına etkisi ortaya konmuştur.

Yapılan araştırmanın sonuçları dikkate alınarak konu ile ilgili aşağıdaki öneriler sıralanabilir:

- Binaların henüz proje aşamasındayken uygun mimari çözümler yapılması; bina yönünün güneş enerjisinden yararlanacak şekilde yönlendirilmesi, gereksiz pencere boşluklarından kaçınılması, ısı köprülerinin önlenmesi vb.
- Isı yalıtımı uygulamasının ehil kişiler tarafından yapılması. Bu işle uğraşacak kalifiye eleman yetiştirilmesinin desteklenmesi.
- Isı yalıtımı hakkında halkın bilinçlendirilmesi, ısı yalıtımının teşviki,
- Bileşen üzeri yalıtım uygulamalarının yeni yapılacak binalarda uygulanmasının önlenip yerine bims, gazbeton veya ortadan yalıtımlı hazır duvar blokları gibi tek parça bileşen uygulamalarının öne çıkarılması,
- Araştırmamızda tuğla üzeri yalıtım, bims blok ve gazbeton çeşitleri ele alınmış olup, araştırmacıların ortadan yalıtımlı hazır duvar blokları ile ilgili yalıtımın niteliği, amortismanı ve yoğuşma özelliklerinin incelenerek sonuçlarının ortaya konulması,
- Yangın güvenliği arz etmeyen, çevreyi kirleten, gerilmelere karşı dayanıksızlığı nedeniyle çatlak oluşumuna yatkın olan EPS, XPS gibi dıştan uygulanan yalıtım levhaları yerine yanmaz, çevreyi kirletmeyen ve çatlak oluşumunu asgariye indiren ürünlere eğilimin arttırılması, yerli üretimin desteklenmesi,

Çalışmamızda ve konu ile ilgili çalışmalarda yapılan önerilerin dikkate alınarak dünyamızın daha yaşanılabilir bir hale getirilmesi bizim elimizde. Unutmayalım ki enerji tasarrufunda bulunmak enerjiyi üretmekten daha kolay olacaktır.

KAYNAKLAR

- Altınışık, K., 2006, **Isı Yalıtımı**. Nobel Yayın Dağıtım, Yayın No:954, Ankara.
- BAYER G., 2006. **Binalarda uygulanan ısı yalıtım sistemleri ve örnek bir projede ısı yalıtım maliyet analizi**. Sakarya Üniversitesi FBE yüksek lisans tezi, Sakarya.
- DAGSÖZ, A.K., 1991, **Yapılarda Isı Yalıtımı ve Buhar Geçiři**.Emre Matbaacılık, İstanbul.
- EKİNCİ, C.E. , 2003.**Yalıtım Teknikleri**. Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Eriç, M., 1994, **Yapı Fiziğı ve Malzemesi**. Literatür Yayınları:2, 1. Basım, İstanbul.
- ERTAS K.,2003. **Isı Yalıtım Malzemeleri ve Isı Yalıtım Detayları**. İzolasyon Dünyası Dergisi, (33: 18-23).
- EVCİL N., 2000.**Isı İzolasyonu ve Dış Duvarların Enerji Etkin Yenilenmesi**,Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- GÜÇ A., 2004.**Yapılarda Ekstrüde Polistren Isı Yalıtımı**. İzolasyon Dünyası Dergisi,(52: 30-31).
- ISISAN Çalışmaları, No: 265. , **Isıtma Tesisatı**. İstanbul, 2000.
- İşbilir,D.,2009. **Binalarda Isı Yalıtımı Uygulaması ve Sorunların Araştırılması**. Selçuk Üniversitesi Mimarlık Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- İzocam Tic. San. A.S., 2003. **Mineral Yünlerle Yalıtım**. İzocam Diyalog Dergisi,(2-3).
- İZODER(Isı, Ses ve Su İzolasyoncuları Derneğı)., 2003.**T.C. Bayındırlık ve İşkan Bakanlığı Yapı Denetim Kuruluşları Yalıtım Seminerleri**, 13Mayıs-11Haziran.
- İzoder TS 825 Hesap Programı, Yardım Menüsü, Sürüm 1.0.0, 2008. Ulaşma Tarihi: Mart 2013.
- Koçu, N., 2000.**Yapılarda Isı Yalıtımının Enerji Tasarrufuna ve Hava Kirliliğine Etkisi**. İpek Yolu Dergisi, (145: 25-29).
- Koçu, N., 2002. **Konya Çevresinde Yapılarda Isı Yalıtım Uygulamalarının TSE 825'e Göre Değerlendirilmesi ve Çevre Kirliliğine Etkisi**. Makine Mühendisleri Odası Tesisat Mühendisliğı Dergisi, (74: -).
- Sezer, ř. F., 2005. **Türkiye'de Isı Yalıtımın Geliřimi ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtım Sistemleri**. Uludağ Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Dergisi, Cilt:10(2: 79-85).
- ÜNAL, S. , 2002.**Bina Duvar Isı Yalıtım Sistemleri ve Ekstrüde Polistren ileTS825'e Uygun Bina Yalıtım Çözümleri Üzerine Bir İnceleme**, Yüksek Lisans Tezi,

İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

http://www.tuik.gov.tr/AltKategori.do?ust_id=6 „2012 Yıllık Enflasyon Verileri. Erişim tarihi. 20.05.2013

<http://www.aksagaz.com.tr/Turkish/SanayiFiyatTarifesi.aspx>’ . Doğalgaz Fiyatları ,. Erişim Tarihi. 23.02.2013

TEŞEKKÜR

Yapmış olduğum bu çalışmamda her türlü destek ve teşviklerinden dolayı danışmanım değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Semir GÖKPINAR' a en içten dileklerimle saygımı ve minnettarlığımı iletmek isterim.

İlkokuldan bu güne kadar bende emeği olan tüm eğitimlerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın her anında yanımda olan ve gerek bilgi gerekse moral yönünde benden desteklerini esirgemeyen mesai arkadaşlarıma, özellikle İnşaat Müh. Ahmet DİNGİL, Makine Müh. Nihat TEMİZTÜRK ve Makine Müh. Cüneyt AYGÜN abilerime ayrı ayrı teşekkür ederim.

Çalışmamın her anında beni moral yönünden destekleyen ve çalışmamda büyük emekleri olan Mesut ASLAN' a, Gökhan TINGIDIK' a teşekkürlerimi iletirim.

Son olarak hayatımın her anında yanımda olan fedakar aileme minnettarlığı bir borç bilerek teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Osmaniye' de doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi aynı ilde tamamladım. 2007 yılında girdiğim Mustafa Kemal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nden 2011 yılında Makina Mühendisi ünvanıyla mezun oldum. Aynı yıl, Osmaniye Teknik Yapı Denetim'de işe başladım. 2012 yılında 7 Ocak Yapı Denetim Şirketi'nde çalışmaya başladım. Halen 7 Ocak Yapı Denetimde Müdürlük yapmaktayım.