

**BİNALARDA YAKIT TÜRLERİNE GÖRE ISI KAYBI HESABI VE
KARŞILAŞTIRMALI MALİYET ANALİZİ**

Yavuz KARAAHMETOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
YAPI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAYIS 2013
ANKARA**

Yavuz KARAAHMETOĞLU tarafından hazırlanan “BİNALARDA YAKIT TÜRLERİNE GÖRE ISI KAYBI HESABI VE KARŞILAŞTIRMALI MALİYET ANALİZİ” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Mürsel ERDAL

Tez Danıőmanı, İnaaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu alıőma, jürimiz tarafından oy birliği ile Yapı Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Recep KANIT

İnaaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi  ni.

Doç. Dr. Serkan SUBAŐI

İnaaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce  ni.

Doç. Dr. Mürsel ERDAL

İnaaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi  ni.

Tez Savunma Tarih:

03/05/2013

Bu tez ile Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıőtir.

Prof. Dr. őeref SAğIROğLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Yavuz KARAAHMETOĞLU

**BİNALARDA YAKIT TÜRLERİNE GÖRE ISI KAYBI HESABI VE
KARŞILAŞTIRMALI MALİYET ANALİZİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Yavuz KARAAHMETOĞLU

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Mayıs 2013**

ÖZET

Bu çalışmada farklı tür yakıtlarla ısınan bir bina projesi ele alınmış, binanın yakıt türlerine göre ısı kaybı hesaplanarak yalıtımsız, yalıtımlı ve yalıtım sıvalı olmak üzere üç farklı maliyet analizi yapılmıştır. Örnek bina olarak zemin + 3 normal kattan oluşan bir proje ele alınmış ve hesaplarda beklenen büyük deprem, nem etkisi ve tartışılan konut kalitesi sebebiyle İstanbul şehri seçilmiştir. Isı kaybı hesaplarında kullanılan yakıt türleri de doğalgaz, linyit kömürü, fueloil ve maden kömürüdür.

Isı kaybı hesaplamalarında TS 825 Isı Yalıtım Kuralları Standardı esas alınmış ve çözümler İZODER tarafından geliştirilen Isı Yalıtım Programı ile yapılmıştır.

Yalıtımlı binada tasarruf edilen yakıt miktarları karşılaştırıldığında % 39 ve 26893 TL ile en fazla tasarruf fueloil ile ısıtılan örnek binada gerçekleşirken, tasarrufun en az olduğu yakıt türü ise % 15 ve 10524 TL ile maden kömürü olmuştur.

Ayrıca örnek binaya uygulanan yalıtım sisteminin maliyeti de belirlenmiştir. Bu bağlamda ısı yalıtım sıvalı olarak yapılan binadaki yalıtım sisteminin maliyeti 8244,34 TL iken bu değer yalıtım levhaları kullanılarak yapılan örnek binada 31332,40 TL olarak belirlenmiştir.

Bilim Kodu : 225.1.101
Anahtar Kelimeler : Isı kaybı, ısı yalıtımı, maliyet analizi, yalıtım sıvası, ısı yalıtımında kullanılan malzemeler, ısı yalıtımı, yalıtım maliyet hesabı, binada ısı yalıtımı
Sayfa Adedi : 136
Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Mürsel ERDAL

**CALCULATION OF HEAT LOSS ACCORDING TO FUEL TYPES IN
BUILDINGS AND ITS COMPARATIVE COST ANALYSIS**

(M.Sc. Thesis)

Yavuz KARAAHMETOĞLU

GAZİ UNIVERSITY

INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

May 2013

ABSTRACT

In this study, the different types of heating fuels are discussed in a building project, building heat loss is calculated according to the types of fuel-insulated, insulated and plastered with insulation made of three different cost analysis. As a case study of a project consisting of ground + 3 floors were discussed and accounts normally expected in a big earthquake in Istanbul have been selected due to the influence of moisture and debated the quality of housing. Heat loss accounts of the fuel types used in natural gas, lignite coal, fuel oil and mining coal.

Heat loss calculations were based on TS 825 Thermal Insulation Standard Rules and Thermal Insulation Program was developed by İZODER solutions.

Insulated building compared to the amount of fuel saved £ 26,893 with a maximum of 39% and the sample is heated with fuel oil savings were realized in the building, the fuel savings of at least TL 10,524 with 15% and has been for coal.

Furthermore, the example of the insulation system to the building costs. In this context, thermal insulation plaster TL 8,244.34, while the cost of building insulation system insulation boards made using the example of the value of the building is determined as TL 31,332.40.

Science Code : 225.1.101

Key Words : Heat loss, heat insulation, cost analysis, insulation plaster, heat insulation materials, heat insulation, insulation cost calculation, building thermal insulation

Page Number : 136

Adviser : Doç. Dr. Mürsel ERDAL

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, kıymetli zamanını bana ayıran Doç. Dr. Mürsel ERDAL hocama teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tezi; benim yetişmemde emeği geçen, sevgi ve güler yüzünü üzerimden eksik etmeyen, birkaç gün önce kaybettiğim, dünyanın en iyi insanı rahmetli “Kara Hacer” lakaplı büyük anneme ithaf ediyorum. Ruhu şad olsun!

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xvii
1. GİRİŞ	1
2. BİNA YALITIMINDA KULLANILAN ISI YALITIM MALZEMELERİ.....	3
2.1. Isı Yalıtım Malzemelerinde Aranan Özellikler.....	3
2.2. Isı Yalıtım Malzemeleri.....	4
2.2.1. Odun levhaları.....	5
2.2.2. Mantar levhaları	5
2.2.3. Cam yünü.....	6
2.2.4. Taş yünü	7
2.2.5. Seramik yünü	9
2.2.6. Fenol köpüğü	10
2.2.7. Cam köpüğü.....	11
2.2.8. Poliüretan köpük	12
2.2.9. Ekstrüde polistren köpük (XPS)	13
2.2.10. Genleştirilmiş polistren (EPS).....	14
2.2.11. Yardımcı malzemeler	15

Sayfa

2.3. Dübel uygulaması	16
3. BİNA YALITIMINDA UYGULANAN ISI YALITIM SİSTEMLERİ.....	17
3.1. Duvarlarda Isı Yalıtım Uygulamaları	17
3.1.1. Bina içinden ısı yalıtımının sağlanması	17
3.1.2. Bina ortasından (sandviç duvar) ısı yalıtımının sağlanması .	23
3.1.3. Bina dışından ısı yalıtımının sağlanması.....	25
3.1.4. Bina dışına ısı köprüleri kullanarak ısı yalıtımının sağlanması.....	27
3.1.5. Dış duvarlarda toprak altında kalan kısımların ısı yalıtımının sağlanması	29
3.2. Döşemelerde Isı Yalıtım Uygulamaları	30
3.2.1. Zemine oturan döşemelerde ısı yalıtımı	30
3.2.2. Ara kat döşemelerde ısı yalıtımı	32
3.2.3. Açık geçit üzeri döşemelerde ısı yalıtımı	32
3.3. Çatılarda Isı Yalıtım Uygulamaları	33
3.3.1. Kıрма çatılarda ısı yalıtımı	34
3.3.2. Metal çatılarda ısı yalıtımı	35
3.3.3. Soğuk çatılarda ısı yalıtımı	35
3.3.4. Teras çatılarda ısı yalıtımı	36
3.4. Pencere ve Kapılarda Isı Yalıtımı.....	39
4. ÖRNEK BİR PROJE İÇİN ISI KAYIP-ENERJİ KAZANÇ HESABININ YAPILMASI	41
4.1. Binanın Isı Kaybı Hesabını Etkileyen Faktörler	46
4.2. Isı Yalıtım Hesabını Uygulama Metodu.....	49

Sayfa

4.2.1. Isıl geçirgenlik direncinin (R) hesaplanması	49
4.2.2. Toplam ısı geçirgenlik direncinin (1/U) hesaplanması	50
4.2.3. Toplam ısı geçirgenlik katsayısının (U) hesaplanması	51
4.2.4. Yüzeysel ısı iletim direnci (taşınım)	52
4.2.5. Yapı bileşeninin ısı kaybı hesabı	54
4.3. Örnek Projenin Yalıtımsız Halinin Özgül Isı Kaybının Hesaplanması.	63
4.4. Örnek Projenin Yalıtımsız Halinin Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesaplanması	66
4.5. Örnek Projenin Yalıtımlı Halinin Özgül Isı Kaybının Hesaplanması	68
4.6. Örnek Projenin Yalıtımlı Halinin Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesaplanması	72
4.7. Örnek Projenin Yalıtımlı ve Yalıtımsız Halinin Karşılaştırılması	74
5. ISITMA SİSTEMLERİ ve ISITMA TÜRLERİ ARASINDA MALİYET ANALİZİ.....	77
5.1. Doğal Gaz ile Isıtılan Yalıtımsız, Yalıtımlı ve Yalıtım Sıvalı Binanın Ekonomik Maliyetinin Karşılaştırılması	80
5.2. Fuel Oil ile Isıtılan Yalıtımsız, Yalıtımlı ve Yalıtım Sıvalı Binanın Ekonomik Maliyetinin Karşılaştırılması	81
5.3. Linyit Kömürü ile Isıtılan, Yalıtımsız, Yalıtımlı ve Yalıtım Sıvalı Binanın Ekonomik Maliyetinin Karşılaştırılması	82
5.4. Maden Kömürü ile Isıtılan Yalıtımsız, Yalıtımlı ve Yalıtım Sıvalı Binanın Ekonomik Maliyetinin Karşılaştırılması	84
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	85
KAYNAKLAR.....	90
EKLER.....	95
EK-1 Örnek projenin kat planları, görünüşleri ve kesitleri.....	96

Sayfa

EK-2	Doğal gaz ile ısınan yalıtımlı ve yalıtımsız binanın özgül ısı kayıpları ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları hesaplamaları.....	105
EK-3	Projenin yalıtımsız halinin, hesaba dahil edilen yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri.....	111
EK-4	Projenin yalıtımlı halinin, hesaba dahil edilen yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri.....	118
EK-5	Projenin yalıtımlı halinin, yapı bileşenlerinin basınç ve sıcaklık dağılımları.....	125
EK-6	TS-825 Binalarda ısı yalıtım kuralları	132
	ÖZGEÇMİŞ.....	136

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Bakalitli cam yününün sıcaklık ve yoğunluğa göre ısı iletim katsayılarının değişimi.....	7
Çizelge 2.2. Düşük yoğunluklu taş yününün sıcaklığa ve yoğunluğa bağlı ısı iletim katsayıları.....	8
Çizelge 2.3. Yüksek yoğunluklu taş yününün sıcaklığa ve yoğunluğa bağlı ısı iletim katsayıları.....	9
Çizelge 2.4. Rulo tipindeki, 160 kg/m ³ yoğunluğundaki seramik yününün sıcaklığa bağlı olarak ısı iletim katsayısının değişimi.....	10
Çizelge 2.5. XPS'lerin yoğunluğa bağlı olarak ısı iletkenlik katsayıları.....	13
Çizelge 2.6. Polistrenin karakteristik özellikleri.....	14
Çizelge 3.1. Tek ve çok katlı yapılarda ısı kayıp yerleri ve oranları.....	17
Çizelge 4.1. Projenin yalıtımsız halinin dış havaya açık kolon kirişli duvarının basınç ve sıcaklık dağılımı	42
Çizelge 4.2. Projenin yalıtımsız halinin dış havaya açık tuğla duvarının basınç ve sıcaklık dağılımı.....	42
Çizelge 4.3. Projenin yalıtımsız halinin toprak temaslı kolon kiriş duvarının basınç ve sıcaklık dağılımı	43
Çizelge 4.4. Projenin yalıtımsız halinin toprak temaslı tuğla duvarının basınç ve sıcaklık dağılımı	43
Çizelge 4.5. Projenin yalıtımsız halinin tavanının basınç ve sıcaklık dağılımı	44
Çizelge 4.6. Projenin yalıtımsız halinin toprak temaslı tabanının basınç ve sıcaklık dağılımı.....	44
Çizelge 4.7. Hesaplama yapılacak olan projenin ısı kaybeden alanları	45
Çizelge 4.8. Bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri	51

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.9. Hesaplanmış yüzeysel ısı iletim (taşınım) direnç değerleri....	52
Çizelge 4.10. Hava tabakalarının ısı geçirgenlik direnci hesap değerleri	53
Çizelge 4.11. Farklı amaçlarla kullanılan binalar için hesaplamalarda kullanılacak aylık ortalama iç sıcaklık değerleri [θ_i (°C)].....	54
Çizelge 4.12. Farklı derece gün (dg) bölgeleri için ısı kaybı ve yoğunlaşma hesaplamalarında kullanılacak aylık ortalama dış sıcaklık değerleri [θ_e (°C)]	55
Çizelge 4.13. Bina sınıfı ve “e” değerleri	58
Çizelge 4.14. En büyük ve en küçük $A_{top}/V_{brüt}$ oranları için ısıtma enerjisi değerleri	59
Çizelge 4.15. Bölgelere ve ara değer $A_{top}/V_{brüt}$ oranlarına bağlı olarak sınırlandırılan Q^l ’nin hesaplanması.....	60
Çizelge 4.16. Bütün derece gün bölgeleri için hesaplamalarda kullanılacak olan ortalama aylık güneş ışınlı şiddeti değerleri [W/m^2] ...	60
Çizelge 4.17. Saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü ($r_{i,ay}$)	61
Çizelge 4.18 Laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü	61
Çizelge 4.19. Örnek projenin (yalıtımsız) özgül ısı kaybının gerçekleştiği alanlarda ısı iletkenlik dirençlerinin karşılaştırılması	63
Çizelge 4.20. Örnek projenin (yalıtımsız) özgül ısı kaybının gerçekleştiği alanlarda ısı geçirgenlik katsayılarının karşılaştırılması.	64
Çizelge 4.21. Örnek projenin (yalıtımsız) ısı kayıplarının karşılaştırılması ..	66
Çizelge 4.22. Örnek projenin (yalıtımsız) ısı kayıplarının aylara göre karşılaştırılması	66
Çizelge 4.23. Örnek projenin (yalıtımsız) güneş enerji kazançlarının aylara göre karşılaştırılması	67

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.24. Örnek projenin ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının aylara göre karşılaştırılması	68
Çizelge 4.25. Örnek projenin (yalıtlımlı) özgül ısı kaybının gerçekleştiği alanlarda ısı iletkenlik dirençlerinin karşılaştırılması	69
Çizelge 4.26. Örnek projenin (yalıtlımlı) özgül ısı kaybının gerçekleştiği alanlarda ısı geçirgenlik katsayılarının karşılaştırılması	70
Çizelge 4.27. Örnek projenin (yalıtlımlı) özgül ısı kaybının gerçekleştiği alanlarda ısı kayıplarının karşılaştırılması	71
Çizelge 4.28. Örnek projenin (yalıtlımlı) ısı kayıplarının aylara göre karşılaştırılması	72
Çizelge 4.29. Örnek projenin (yalıtlımlı) güneş enerji kazançlarının aylara göre karşılaştırılması	73
Çizelge 4.30. Örnek projenin (yalıtlımlı) ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının aylara göre karşılaştırılması	73
Çizelge 4.31. Yalıtlımlı ve yalıtlımsız binanın özgül ısı kaybının gerçekleştiği alanlarda ısı iletkenlik direnç değęerlerinin karşılaştırılması...	74
Çizelge 4.32. Yalıtlımlı ve yalıtlımsız binanın özgül ısı kaybının gerçekleştiği alanlarda ısı geçirgenlik katsayılarının karşılaştırılması	74
Çizelge 4.33. Yalıtlımlı ve yalıtlımsız binanın özgül ısı kaybının gerçekleştiği alanlarda ısı kayıplarının karşılaştırılması	75
Çizelge 4.34. Yalıtlımlı ve yalıtlımsız binanın ısı kayıplarının aylara göre karşılaştırılması	75
Çizelge 4.35. Yalıtlımlı ve yalıtlımsız binanın güneş enerji kazançlarının aylara göre karşılaştırılması	76
Çizelge 4.36. Yalıtlımlı ve yalıtlımsız binanın ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının aylara göre karşılaştırılması.....	76
Çizelge 5.1. Örnek binanın yalıtlım maliyetleri	78
Çizelge 5.2. Yalıtlım malzemelerinin maliyeti ile yalıtlım sıvası maliyetinin hesaplanması.....	79

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.3 Doğalgaz ile ısıtılan binada maliyet durumu	80
Çizelge 5.4. Fuel oil ile ısıtılan binada maliyet durumu	81
Çizelge 5.5. Yalıtımlı binada tasarruf edilen yakıt miktar bedellerinin karşılaştırılması	82
Çizelge 5.6. Linyit kömürü ile ısıtılan binada maliyet durumu	82
Çizelge 5.7. Yalıtımlı binada tasarruf edilen yakıt miktarlarının karşılaştırılması	83
Çizelge 5.8. Maden kömürü ile ısıtılan binada maliyet durumu	84

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Odun levhası.....	5
Şekil 2.2. Mantar levhası.....	6
Şekil 2.3. Cam yünü.....	6
Şekil 2.4. Taş yünü	8
Şekil 2.5. Seramik yünü	10
Şekil 2.6. Fenol köpüğü	11
Şekil 2.7. Cam köpüğü.....	11
Şekil 2.8. Poliüretan köpük	13
Şekil 2.9. Ekstrüde polistren köpük	13
Şekil 2.10. Genleştirilmiş polistren	15
Şekil 2.11. Sıva donatı filesi.....	16
Şekil 2.12. Dübel uygulaması.....	16
Şekil 3.1. Duvarlarda içten yalıtım detayları	18
Şekil 3.2. Duvarlarda içten ısı yalıtım uygulaması.....	20
Şekil 3.3. Dış duvarlarda içten yalıtım detayı	21
Şekil 3.4. Duvarların içten yalıtılması uygulaması	23
Şekil 3.5. Sandviç duvarların yalıtımı	23
Şekil 3.6. Çift duvar arası ısı yalıtımının a) Türkiye'deki b ve c) Yurtdışındaki uygulama detayları	24
Şekil 3.7. a) Dış duvarlarda dışarıdan yalıtım uygulamaları, b) Dış duvarlarda dışarıdan yalıtım detayı	25
Şekil 3.8. Dışarıdan ve içeriden yalıtım uygulamaları	26
Şekil 3.9. Levha halindeki ısı yalıtım malzemelerin duvara uygulanışı.....	26

Şekil	Sayfa
Şekil 3.10. Dış duvarlarda dıştan yalıtım detayları	27
Şekil 3.11. (a) Toprak Temaslı Perde (Duvarlı) (b) Toprak Temaslı Perde (Duvarsız).....	29
Şekil 3.12. Toprağa oturan döşemelerde ısı yalıtım uygulaması.....	31
Şekil 3.13. Merkezi ısıtması olmayan ara kat döşemelerin yalıtımı	32
Şekil 3.14. Isıtılmayan hacim üstü açık geçit üzeri döşemelerin yalıtımı.....	33
Şekil 3.15. Tavan arası döşeme üzerinde yapılan ısı yalıtım uygulaması	34
Şekil 3.16. Düşük eğimli metal çatı detayı	35
Şekil 3.17. Üzerinde gezilen teras çatılarda ısı yalıtım uygulaması	38
Şekil 3.18. Üzerinde gezilen ters teras çatılarda ısı yalıtım uygulaması	38
Şekil 3.19. Dışarıya ısı kaybında tek cam ve çift camın etkisi	40
Şekil 4.1. Konutlarda ısı yalıtımı yapılması gereken noktalar	47
Şekil 4.2. Yapı bileşenlerinin tasarım ve yerleşimi	53

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılan bazı simge ve kısaltmalar aşağıda verilmiştir.

Simge	Açıklama
ρ	Odun lif ve hava yoğunluğu - kg/m^3
UV	Ultra viole ışın - birimsiz
R	Isıl geçirgenlik direnci - $\text{m}^2.\text{K/W}$
d	Yapı bileşeninin kalınlığı - m
λ_h	Isıl iletkenlik hesap değeri - W/m.K
μ	Su buharı difüzyon direnç katsayısı - birimsiz
$^{\circ}\text{C}$	Sıcaklık dayanımı - birimsiz
U	Yapı bileşeninin toplam ısıl geçirgenlik direnci - $\text{m}^2.\text{K/W}$
R_i	İç yüzeyin yüzeysel ısıl iletim direnci - $\text{m}^2.\text{K/W}$
R_e	Dış yüzeyin yüzeysel ısıl iletim direnci - $\text{m}^2.\text{K/W}$
q	Isı akış yoğunluğu - W/m^2
$Q_{\text{yıl}}$	Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı - Joule
Q_{ay}	Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı - Joule
H	Binanın özgül ısı kaybı - W/K
θ_i	Aylık ortalama iç sıcaklık - $^{\circ}\text{C}$
θ_e	Aylık ortalama dış sıcaklık - $^{\circ}\text{C}$
η_{ay}	Kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü - birimsiz
$\phi_{i,\text{ay}}$	Aylık ortalama iç kazançlar sabit alınabilir - W
$\phi_{s,\text{ay}}$	Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı - W
t	Zaman – saniye

Simge	Açıklama
H_T	İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı - W/K
H_v	Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybının - W/K
U_D	Dış duvarın ısıl geçirgenlik katsayısı - W/m ² K
U_P	Pencerenin ısıl geçirgenlik katsayısı - W/m ² K
U_k	Dış kapının ısıl geçirgenlik katsayısı - W/m ² K
U_T	Tavanın ısıl geçirgenlik katsayısı - W/m ² K
U_t	Zemine oturan tabanın /döşemenin ısıl geçirgenlik katsayısı -W/m ² K
U_d	Dış hava ile temas eden tabanın ısıl geçirgenlik katsayısı - W/m ² K
U_{ds}	Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının ısıl geçirgenlik katsayısı - W/m ² K
A_D	Dış duvarın alanı - m ²
A_P	Pencerenin alanı - m ²
A_k	Dış kapının alanı - m ²
A_T	Tavan alanı - m ²
A_t	Zemine oturan taban/döşeme alanı - m ²
A_d	Dış hava ile temas eden tabanın/döşemenin alanı - m ²
A_{ds}	Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının alanı - m ²
c	Havanın özgül ısısı - J/kg.K
V'	Hacimce hava değişim debisi - m ³ /h
n_h	Hava değişim oranı - h-1

Simge	Açıklama
V_h	Havalandırılan hacim - m^3
A_n	Bina kullanım alanı - m^2
$V_{brüt}$	Binanın ısıtılan brüt hacmi - m^3
$r_{i,ay}$	“i” yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü - birimsiz
$g_{i,ay}$	“i” yönündeki saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü - birimsiz
$I_{i,ay}$	“i” yönünde dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışınlamı şiddeti - W/m^2
A_i	“i” yönündeki toplam pencere alanı - m^2
F_w	Camlar için düzeltme faktörü - birimsiz
$g_{\perp}$	Laboratuar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü - birimsiz
KKO_{ay}	Kazanç/kayıp oranı - birimsiz
$\theta_{e,ay}$	Aylık ortalama dış hava sıcaklığı - $^{\circ}C$
Kısaltmalar	Açıklamalar
CEN	Central European Norm (Avrupa Birliği Standartları Merkezi)
EPS	Genleştirilmiş polistren
ISO	ISO International Organization for Standardization (Uluslar arası Standartizasyon Örgütü)
İGDAŞ	İstanbul Gaz Dağıtım A.Ş.
İZODER	Isı Ses Su İzolasyoncuları Derneği
TS 825	Türk Standartları Enstitüsü Isı Yalıtım Kuralları
TOKİ	Başbakanlık Toplu Konut İdaresi Başkanlığı

XPS

Ekstrüde polistren köpük

1. GİRİŞ

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de enerjinin verimli kullanılması oldukça önemlidir. Son dönemlerde enerji (özellikle de nükleer enerji) ülke siyasetlerinin olmazsa olmaz bir parçası haline gelmiştir. Gerek sanayi yapılarında, gerekse konut yapılarında en etkili enerji tasarrufu uygun ısı yalıtımının sağlanması ile mümkün olmaktadır.

Türkiye gibi enerji üretim ve tüketim oranları arasında büyük fark olan ülkeler için enerjinin etkili bir biçimde kullanılması çok önemlidir. Türkiye’de kullanılan enerjinin %40 gibi büyük bir kısmı ısıtmada, ısıtmadan daha fazlası ise bazı bölgelerimizde soğutma amaçlı kullanılmaktadır. Çünkü binalara uygulanan ısı yalıtımı yok denecek kadar azdır [1].

Enerji tüketimi ülkelerin en önemli sorunlarından biridir. Enerji üretiminin az olması ve aynı zamanda enerji tüketiminin neden olduğu çevre kirliliği, enerji korunumunu zorunlu hale getirmiştir. Enerji korunumu, binalarda enerji tüketimini azaltarak sağlanabilir. Bir yapının tasarlanmasından kullanımına kadar geçen süreçte; binanın yönlendirilmesi, dış cephenin yüzey alanı, taşıyıcı sistemin belirlenmesi vb. bir çok etken enerji korunumu açısından önemlidir. Tüm bunlardaki amaç ekonomiklik ve yapı içinde yaşayacak olan insanların rahatlığıdır [1].

Konutlar, sanayi ve ulaşımdan sonra en fazla enerji tüketiminin gerçekleştiği alandır. Konutlarda harcanan enerji; dış duvarların yüzey alanı, bölgenin iklim özellikleri ve kullanılan yakıt türüne göre değişmektedir. Yalıtım yapılmış konutlarda enerji tasarrufu ekonomiklik sağlarken, çevre kirliliği yönünden de azalma sağlamaktadır.

Hızlı nüfus artışı, şehirleşme ve yaşam kalitesinin enerjiye bağlı olarak yükselmesi enerji tüketimini artırmıştır. Enerji tüketimindeki bu hızlı artış maliyet ve çevre sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Ülkemizde enerjinin

% 35-40'ı binalarda tüketilmekte ve bu miktarın % 85'i ise ısıtma amacıyla kullanılmaktadır [2].

Ülkemizde sağlıklı ısı yalıtımı yapılabilmesi ve denetlenebilmesi için ilk olarak 1998 yılında “TS 825 Isı Yalıtım Kuralları” yayınlanmış, daha sonra Mayıs 2008’de Avrupa Birliği Uyum Yasaları çerçevesince tekrar düzenlenmiştir. Bu standart binaları yalıtımlı olarak tasarlamak, enerji tasarrufu sağlamak ve en uygun enerji ihtiyacını hesaplamak için kullanılmaktadır. 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ile her konutun “Enerji Kimlik Belgesi” alınması zorunluluk haline getirilmiştir.

Bu çalışmada bina yalıtımında uygulanan ısı yalıtım sistemleri ile bina yalıtımında kullanılan ısı yalıtım malzemeleri hakkında bilgiler verilmiş, son aşamada ise örnek bir bina projesi ele alınarak ısı kayıp-enerji kazanç hesabı yapılmıştır. Burada bir projede TS 825’e göre yalıtım hesabının nasıl yapıldığı irdelenmiştir. Bu amaçla basamak basamak uygulama metoduna değinilmiş ve sonraki aşamada örnek proje üzerinden bir yalıtım hesabı yapılmıştır. Ortaya çıkan değerlere göre grafikler oluşturulmuş ve karşılaştırma yapılmıştır.

Beşinci bölümde ısı yalıtımı ile ilgili maliyet analizi yapılmıştır. İçerik olarak ise yalıtım malzemelerinin maliyeti, doğal gaz ile ısıtılan yalıtımsız, yalıtımlı ve yalıtım sıvalı binanın ekonomik maliyetinin karşılaştırılması, fuel oil ile ısıtılan yalıtımsız, yalıtımlı ve yalıtım sıvalı binanın ekonomik maliyetinin karşılaştırılması, linyit kömürü ile ısıtılan, yalıtımsız, yalıtımlı ve yalıtım sıvalı binanın ekonomik maliyetinin karşılaştırılması, maden kömürü ile ısıtılan yalıtımsız, yalıtımlı ve yalıtım sıvalı binanın ekonomik maliyetinin karşılaştırılması, grafik ve çizelgeler yardımıyla incelenmiştir.

Çalışmanın son kısmı olan altıncı bölüm ise; çalışmada elde edilen bulgular irdelenmiştir. Bununla birlikte sonuçlar ve öneriler sıra ile açıklanmıştır.

2. BİNA YALITIMINDA KULLANILAN ISI YALITIM MALZEMELERİ

Farklı sıcaklıktaki iki ortam arasındaki ısı transferini azaltmak için yapılan işleme ısı yalıtımı denir. Bunu sağlayan malzemelere ısı yalıtım malzemesi adı verilir. Malzemelerde, genel olarak, yalıtımı sağlayan havadır. Dolayısıyla, yalıtım malzemesinin performansı, havanın ısı iletim katsayısı olan 25 mW/mK değeri ile sınırlıdır.

2.1. Isı Yalıtım Malzemelerinde Aranılan Özellikler

Isı yalıtım malzemelerinin seçiminde, malzemenin bulunma ve uygulanma kolaylığı ile birlikte maliyeti de önemli bir faktördür. Çünkü yalıtım, binanın ilk yatırım giderlerini arttıran bir uygulamadır. Yalıtım ile temin edilecek tasarruf miktarının belirlenmesi için mevcut durum ile yalıtım sonrası durumda meydana gelecek olan ısı kayıplarının hesaplanması gerekir [3].

Isı yalıtım malzemelerinde aranılan özellikler ise aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- 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, kaşıntı ve alerji yapmaması,
- Detay bazında ekonomik olması,
- Hafiflik,
- Çeşitli böcek ve mikroorganizmalar tarafından bozulmaması,
- Küf tutmaması [4].

2.2. Isı Yalıtım Malzemeleri

Farklı sıcaklıktaki iki ortam arasında ısı transferini azaltmak için yapılan işleme ısı yalıtımı, bunu sağlayan malzemelere ise ısı yalıtım malzemesi denir. Isı yalıtım malzemelerinin en temel özelliği ısı iletim katsayısıdır. ISO ve CEN standartlarına göre ısı iletim katsayısı $0,065 \text{ W/mK}$ değerinden küçük olan malzemeler ısı yalıtım malzemesi olarak tanımlanırken, diğer malzemeler yapı malzemesi olarak kabul edilir [3].

Isı yalıtım malzemeleri doğru uygulandıklarında, iletim, taşınım veya ışıınım, ısı geçiş tipleri ile enerji geçişini azaltan malzemelerdir. Bu yalıtım malzemeleri lifli, taneli, film-tabaka, blok veya tek parçadan yapılmış, açık veya kapalı hücreli, kimyasal veya mekanik olarak birbirine bağlanmış veya desteklenmiş karma malzemeler olabilir [5].

2.2.1. Odun levhaları



Şekil 2.1. Odun levhası

Şekil 2.1’de görülen odun levhası, ince odun parçalarının katmanlar halinde belli yön verilerek yayılıp tutkal ile birleştirilerek pres altında sıkıştırılması ile meydana gelir.

Yalıtım malzemesi olarak kullanılan odun levhaları gözenekli olup yoğunlukları 230 kg/m^3 ile 400 kg/m^3 arasında değişmektedir. Yoğunlukları $\rho = 850 \text{ kg/m}^3$ ve daha fazla olan levhalara sert odun lif levhaları denir. Odun lifi levhaları ile ilgili test metotları TS 64 standardı ile belirlenmiştir [6].

Katkı maddesi olarak, odun lifleri ve yapıştırıcı unsurlardan başka emdirilerek, doyurma yoluyla ve bünyeyi tamamlamak maksadı ile levhaya katılan çeşitli organik ve anorganik bağlayıcı maddeler de kullanılır [7].

2.2.2. Mantar levhaları

Mantar levhası, doğal mantarın kırılması veya öğütülmesi ile meydana gelen parçacıkların fırınlanması ve bunların bitümlü, reçine vb, bağlayıcı bir madde kullanılarak veya kendi yapısındaki doğal yapıştırıcı madde ile ısı ve/veya basınç altında birleştirilmesi suretiyle şekillendirilmesinden elde edilen mamuldür. Taneli yalıtım malzemelerinin en önemlisi mantardır. Meşe mantarı tabi haliyle hava gözenekli taneler halindedir. Öğütme, ayırma, suya

bastırma gibi işlemlerle kalite yükselir. 400 °C'de hava gönderilerek hem gözenekler hem de küflenmenin önüne geçilir (Şekil 2.2) [6].



Şekil 2.2. Mantar levhası

2.2.3. Cam yünü



Şekil 2.3. Cam yünü

Şekil 2.3'de görülen cam yünü, eritilmiş camdan elde edilen, ısı ve ses yalıtımında kullanılan bükülebilir, ateşe dayanıklı cam liflerinden oluşur.

İnorganik hammadde olan silis kumunun 1200 - 1500 °C sıcaklıkta elyaf hale getirilmesi sonucu üretilen bir ısı ve ses yalıtımı malzemesidir. Kullanım yeri ve amacına göre farklı boyut ve yoğunlukta değişik kaplama ve katkı malzemesi ile şilte, levha, boru ve dökme şeklinde üretilmektedir. Zamanla bozulmaz, çürümez, küf tutmaz, korozyon ve paslanma yapmaz, böcekler ve

mikroorganizmalar tarafından tahrip edilemez özelliktedir. Çatı şiltesi olarak her türlü ahşap oturtma, metal ve sandviç çatılarda kullanılır [8].

Cam, yalıtım malzemesi olarak; çapları 3-5 mikron boyutunda olan ince lifler haline getirilerek kullanılır. Lifli yapıda olan cam yününün kapiler emicilikleri yüksektir. Bakalitli (sarı) ve bakalitsiz (beyaz) olmak üzere iki tipi vardır. Bakalitsiz olanlar genellikle kümes teline veya oluklu mukavva gibi malzemelere tel ile dikilerek şilte halinde kullanılır.

Bakalitsiz cam yünleri piyasaya 5-25 mm kalınlıklarda sunulurken, bakalitli cam yünleri ise 20-150 mm kalınlıklarında sunulur [7].

Bakalitli cam yününün sıcaklık ve yoğunluğa göre ısı iletim katsayılarının değişimi Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Bakalitli cam yününün sıcaklık ve yoğunluğa göre ısı iletim katsayılarının değişimi [6]

Ortalama Sıcaklık (°C)	Yoğunluğa Göre Isı İletkenlik Katsayıları (W/mK)		
	16 kg/m ³	48 kg/m ³	80 kg/m ³
-20	0,031	0,028	0,028
10	0,037	0,030	0,031
20	0,040	0,032	0,032
50	0,047	0,035	0,035
100	0,065	0,044	0,042

2.2.4. Taş yünü

Şekil 2.4’de görülen taş yünü bazalt veya diabaz taşının yüksek sıcaklıklarda ergitilerek elyaf haline getirilmesi ile elde edilen bir ısı yalıtım malzemesidir. İlk defa 1897’de Amerika’da yapılmış, yalıtım amacı ile 1927’de kullanılmaya başlanılmıştır [6].



Şekil 2.4. Taş yünü

Başka bir tarifle taş yünü; İnorganik hammadde olan bazalt taşının 1350 - 1400 °C'de sıcaklıkta elyaf haline getirilmesi sonucu üretilen bir ısı ve ses yalıtım malzemesidir. Kullanım yeri ve amacına göre farklı boyut ve yoğunlukta değişik kaplama malzemeleri ile şilte, levha, boru ve dökme şeklinde üretilmektedir. Sıcağa ve rutubete maruz kalması halinde dahi boyutlarında bir değişme olmaz [8].

Çizelge 2.2 ve Çizelge 2.3'e bakıldığında taş yününün piyasada düşük (20-100 kg/m³) ve yüksek yoğunluklu (100-200 kg/m³) olarak bulunur. Düşük yoğunluklu taş yünü piyasaya 20-120 mm kalınlıklarında, yüksek yoğunluklu taş yünü ise piyasaya 20-150 mm kalınlıklarında sunulur [9].

Çizelge 2.2. Düşük yoğunluklu taş yününün sıcaklığa ve yoğunluğa bağlı ısı iletim katsayıları

Ortalama Sıcaklık (°C)	Yoğunluğa Göre Isı İletkenlik Katsayıları (W/mK)				
	23 kg/m ³	33 kg/m ³	45 kg/m ³	60 kg/m ³	80 kg/m ³
10	0,037	0,035	0,033	0,033	0,033
50	-	0,043	0,039	0,038	0,038
100	-	0,055	0,047	0,045	0,045
200	-	-	0,07	0,066	0,066
300	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-

Çizelge 2.3. Yüksek yoğunluklu taş yününün sıcaklığa ve yoğunluğa bağlı ısı iletim katsayıları

Ortalama Sıcaklık (°C)	Yoğunluğa Göre Isı İletkenlik Katsayıları (W/mK)		
	100 kg/m ³	140 kg/m ³	200 kg/m ³
10	0,033	0,033	0,034
50	0,037	0,037	0,038
100	0,044	0,044	0,043
200	0,064	0,060	0,059
300	0,088	0,081	0,079
400	0,112	0,106	0,100

2.2.5. Seramik yünü

Seramik yünü çok yüksek sıcaklarda kullanılan lifli bir ısı yalıtım malzemesidir. Taş yününün kullanılmadığı 1200 - 1400°C sıcaklıklar için kullanılır. Rulo, levha ve dökme şeklinde bulunup beyaz renklidir. Yoğunluğu malzemenin sekline göre 100 - 150 kg/m³ arasında değişir. Seramik yünü yanmaz özelliktedir. Hidroflorik asit ve fosforik asit dışında diğer asitlerden etkilenmez (Şekil 2.5).

Islanma ve diğer özellikler bakımından lifli malzemelere benzer nitelikler taşır. Ülkemizde üretimi olmayıp, ithal edilmektedir. Dolayısıyla da fiyat yönünden tüm lifli malzemelere oranla en pahalı olanıdır [9]. Seramik yünü diğer lifli malzemelerde olduğu gibi rulo, levha, halat vs. şeklinde bulunur. Prefabrik boru halinde üretilmez [6].

160 kg/m³ yoğunluğundaki rulo tiplerinin ısı iletkenlikleri Çizelge 2.4’de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Rulo tipindeki, 160 kg/m³ yoğunluğundaki seramik yününün sıcaklığa bağlı olarak ısı iletim katsayısının değişimi

°C	400	600	800	1000	1200
λ (W/mK)	0,0688	0,0946	0,1376	0,1806	0,2752



Şekil 2.5. Seramik yünü

2.2.6. Fenol köpüğü

Şekil 2.6’da görülen fenol köpüğü, fenol-formaldehit bakalitine anorganik şişirici ve sertleştirici maddeler katılarak elde edilir. Fenol köpüğü levhaları çeşitli yoğunluktadırlar. Sert fakat kırılğan, küçük gözenekli, yüzeyi sürtünme ile tozlaşan bir yapıdır [7].

Yapılarda malzemelerin maruz kaldıkları sıcaklıkların alt ve üst sınırları - 20 °C ile + 60 °C arasındadır [11].

Fenol köpüğü diğer termoplastik köpüklere nazaran basınca daha az dayanıklı iken ancak, onlardan daha fazla ısıya dayanıklıdır. Kullanım sıcaklığı arası - 180 ile + 120 °C’dir. Yüksek sıcaklıklarda büzülür, çekme

yapar. Sıcak bitümle temas halinde, büzülme oranı % 1,5-2'yi bulur. Basınca dayanımı zamanla artar [7].



Şekil 2.6. Fenol köpüğü

2.2.7. Cam köpüğü

Cam köpüğü, borlu sisli camdan üretilir. Cam kırılıp toz haline getirilir. Karbonla karıştırıldıktan sonra kalıplarda 1000 °C 'a kadar ısıtılır. Bu işlem sırasında karbon oksijen ile birleşip gaz kabarcıkları oluşur. Cam eriği böylece orijinal hacminin 20 katı kadar büyütülerek köpük haline dönüştürülmüş olur ve katı halde daha sıkı yapı elde etmek için soğutulabilir (Şekil 2.7) [9].



Şekil 2.7. Cam köpüğü

2.2.8. Poliüretan köpük

İzosiyanat bileşiğın alkol ile reaksiyonu sonucu alkolün hidrojen atomu izosiyanata kayarak poliüretan elde edilir. Dizosiyanatın ve reaksiyonu kolaylaştıran OH gruplu uygun polialkolün kullanılmasıyla da yüksek molekülü poliüretan meydana gelir. Poliüretanlar, kapalı gözenekli gevrek ve açık gözenekli yumuşak elastik olmak üzere iki tipte yapılırlar. Ana hammadde olarak (desmodur) poliizosiyanat ile OH grupları ihtiva eden (desmofen) polialkol kullanılır. Kimyasal yoldan elde edilmelerinde su ile izosiyanat reaksiyonu sonucunda açığa çıkan CO₂ köpürmeyi sağlar. Fiziksel yoldan elde edilmelerinde ise düşük sıcaklıkta buharlaşan Freon 11 köpük hammaddesine ilave olunarak ekzotermik reaksiyonla sıcaklığın yükselmesi sonucu buharlaşması ile köpürme meydana gelir. Genellikle levha halinde bulunmakla birlikte, prefabrik boru gibi şekil verilmiş formlarda da bulunabilirler (Şekil 2.8) [6].

Poliüretan köpüğünün yoğunluğu 30-200 kg/m³ arasında ayarlanabilir. Yalıtım için kullanılan levhaların 32 kg/m³'den az olmaması önerilmektedir. Aksi halde şekil değişimleri görülebilir. Yapılarda kullanılan yoğunluklar genellikle 30-40 bazen de 50 kg/m³'tür. 30 kg/m³ yoğunluğun altındaki poliüretan köpüklerinin çıplak kullanımında çeşitli sorunlar beklenebilir. Bu gibi durumlarda plakalar, düşük sıcaklıklarda büzölmekte, gözeneklerdeki özel gazın sıcaklık tesiriyle genişlemesi neticesinde şekil ve uzunluk değişikliklerine uğramaktadır. 32 kg/m³'ün üstünde yalıtım malzemesi kullanılması ve basit bir kaplama ile bu sıkıntı ortadan kaldırılabilir. Çıplak köpüğün sıcak bitüm ile yapıştırılması önemli zorluk çıkarmaktadır. Çünkü köpük kısa süreli 200 °C' a kadar sıcaklıklara dayanıklıdır. Yoğunluk arttıkça fiyat da önemli ölçüde artmaktadır [6].



Şekil 2.8. Poliüretan köpük

2.2.9. Ekstrüde polistren köpük (XPS)

Şekil 2.9’da görülen polistren sert köpük, banttan çekilerek üretilen tipidir. Bu malzemelerin hücre yapıları ve dağılımları homojendir. Levhaların kapalı hücre yapılarının şekilleri itibariyle su alma durumları daha da azdır. Yoğunlukları $25\text{-}45\text{ kg/m}^3$ arasında değişmektedir. En önemli özelliklerinden birisi basınca karşı olan mukavemetinin fazla olmasıdır. Ayrıca su buharı direnç faktörleri de yüksektir.



Şekil 2.9. Ekstrüde polistren köpük

Çizelge 2.5. XPS’lerin yoğunluğa bağlı olarak ısı iletkenlik katsayıları

Ortalama Sıcaklık (°C)	Yoğunluğa Göre Isı İletkenlik Katsayıları (W/mK)			
	28 kg/m ³	32 kg/m ³	38 kg/m ³	45 kg/m ³
10	0,025	0,026	0,027	0,028

Cephe kaplaması olarak, giydirme cephe de kullanılabilir. Duvarların içten ve dıştan yalıtımları ile toprak altı dış duvar yalıtımlarında kullanılabilir. Polimer esaslı ince sıva ile kullanılır. Su ve rutubetten direk olarak etkilenmez. Hatta dış duvardaki rutubeti içeri taşımayarak duvar iç yüzeyinin kurummasını sağlar. İçten yapılan yalıtımlarda malzeme üzerine alçı sıva veya alçı pano kullanılabilir. Teras çatı ve normal döşeme yalıtımında kullanılabilir [12].

2.2.10. Genleştirilmiş polistren (EPS)

Genleştirilmiş polistren tüm modern yalıtım malzemelerinin arasında fiyat yönünden en ucuz olanıdır. Yoğunluk oranı azaldıkça ucuzluk oranı da artmaktadır. Prensip olarak basınç gelmeyen yerlerde daha düşük yoğunluklu EPS kullanılabilirken, basınç gelen yerlerde yüksek yoğunluklu olanları kullanılmaktadır (Çizelge 2.6). Yalıtım malzemelerinin yalıtım fiyatlarını karşılaştırabilmek için, malzemelerin λ_{hesap} değerlerine göre bulunacak eş değer kalınlıklar dikkate alınmalıdır.

Çizelge 2.6. Polistrenin karakteristik özellikleri

Yoğunluk	13-40 kg/m ³
Isı iletkenlik katsayısı	0,035 W/mK
Basınç gerilimi	0,1-0,4 N/mm ²
Bükülme dayanımı	0,16-0,50 N/mm ²
Su absorpsiyon (1 yıl)	% 5,0-3,5 (hacimce)
Su buharı difüzyon direnci (μ)	20/50-40/100
Kullanılabilir ısı sınır değeri	-180 °C, +100 °C arası

Kimyasal maddelere duyarlılık bakımından ise EPS'ler, genel olarak tüm yapı malzemeleri ile kolayca bağdaşır. Ancak bazı çözücü maddelerle (tiner vb.) asitlere karşı dayanıksızdır. Mikroorganizmalar için bir besin maddesi değildir. Küflenmez, çürümez, kokmaz. Aşırı şartlar altındaki şiddetli kirlenmelerde mikroorganizmalar yuvalanabilir. Ancak EPS burada sadece bir taşıyıcı olarak kalır ve biyolojik olayın dışındadır [6].



Şekil 2.10. Genleştirilmiş polistren

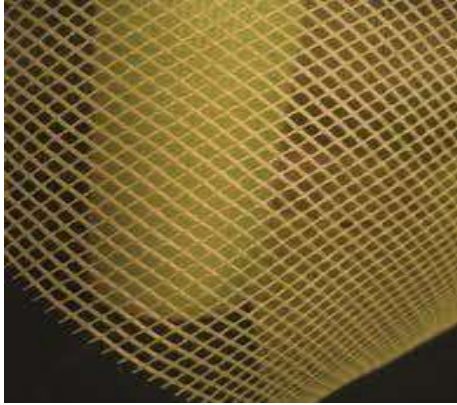
2.2.11. Yardımcı malzemeler

Yapıştırıcılar

Mineral esaslı yapıştırıcının uygun olmadığı durumlarda uygulama yüzeyleri üzerine sistem üreticisinin tavsiyesine bağlı olarak akrilik esaslı veya çimento-akrilik esaslı yapıştırıcı kullanılmalıdır. Yapıştırıcı olarak genelsel harç veya fayans yapıştırıcısı kullanılmamalıdır. Yapıştırıcının ısı yalıtım levhalarına ve uygulama yüzeylerine yapışma dayanımı minimum 80 kPa olmalıdır [13].

Sıva donatı filesi

Sıva donatı filesinin çekme mukavemeti en az 1500N/5cm olmalı, yaslandırma prosesinde agresif ortamdaki çekme gerilmesi; ilk çekme gerilmesi değerinin %50'sinden büyük olmalıdır. Yüksek darbe dayanımı gereken yüzeylerde en az 340 gr/m² ağırlığındaki donatı fileleri kullanımı tavsiye edilmektedir (Şekil 2.11) [14].



Şekil 2.11. Sıva donatı filesi

Yalıtım levhası sıvası

Sıva, sentetik katkılarla kalitesi artırılmış, ıslak halde uzun islenebilme süresi olan, priz aldıktan sonra yağmur darbelerine, donma çözünme döngülerine dayanıklı, su ile karıştırılarak hazırlanan çimento bazlı olmalıdır. Çatlama riskinin yüksek olduğu yerlerde, üreticinin tavsiyesine göre, akrilik esaslı veya çimento-akrilik yapıştırıcı kullanılmalıdır. Yalıtım levhası sıvanın yapışma dayanımı en az 80 kPa olmalıdır [14,15].

2.3. Dübel uygulaması

Yalıtım levhalarını uygulama yüzeyine mekanik olarak tespit etmek için kullanılan geri dönüşüme uğramamış plastikten mamul veya tercihen polyamit esaslı, geniş başlıklı, minimum 0,20 kN/cm² çekme dayanımına sahip mekanik tespit elemanıdır (Şekil 2.12) [10].



Şekil 2.12. Dübel uygulaması

3. BİNA YALITIMINDA UYGULANAN ISI YALITIM SİSTEMLERİ

3.1. Duvarlarda Isı Yalıtım Uygulamaları

Isı yalıtımının en önemli amacı, konutta yıllık olarak harcanan enerji miktarını olabilecek en düşük seviyede tutmaktır. Yapının dış koşullara açık olan tüm yüzeylerinin, çatı, duvar ve temel bölümlerinin yalıtımı sağlanmalıdır. Yapının tek veya çok katlı olmasına göre ısı kayıp oranları değişmektedir. Tek ve çok katlı yapılarda ısı kayıplarının oranları Çizelge 3.1 'de verilmiştir [15].

Çizelge 3.1. Tek ve çok katlı yapılarda ısı kayıp yerleri ve oranları

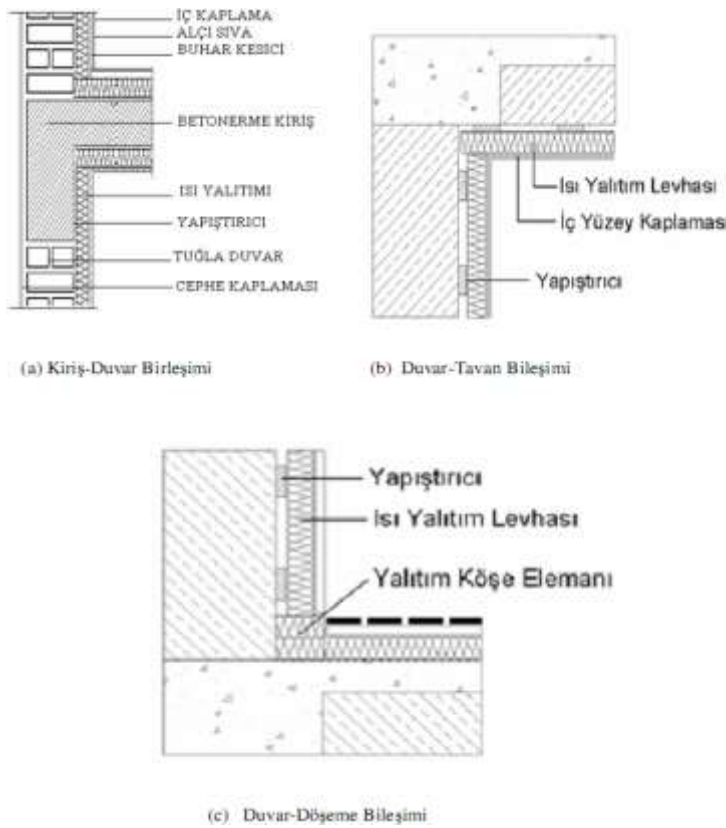
	Duvar (%)	Çatı (%)	Bodrum (%)	Pencere (%)	Hava Kaçağı (%)
Tek katlı yapılar	25	22	20	20	13
Çok katlı yapılar	40	7	6	30	17

3.1.1. Bina içinden ısı yalıtımının sağlanması

Günümüzde konutlarda sıklıkla uygulanan bu sistem; büro binaları, konser ve sinema salonları gibi kısa süreli kullanılan, sürekli bir ısıtma gerektirmeyen mekânlarda uygulandığında daha olumlu sonuçlar vermektedir. Bu sistemde duvarların ısı depolama yeteneği az, ancak ön ısınma süreleri kısadır. İç yüzeyden ısı yalıtımı yapılması durumunda, buhar difüzyonu sonucunda ısı izolasyon malzemesi içerisinde yoğunlaşma olasılığı oldukça yüksektir. Bu sebeple, yalıtım levhalarının sıcak tarafında mutlaka bir buhar kesici malzeme kullanılmalıdır [16].

İçeriden yapılan yalıtım, özellikle mevcut binaların ısı yalıtımında ve dıştan ısı yalıtımı tercih edilmeyen durumlarda uygulanmaktadır. Ancak bu uygulamalarda, döşemelerin, kolon, giriş ve perdelerin dış duvara bağlandığı

kısımlarda meydana gelen ısı köprülerini ortadan kaldıracak önlemlerin alınması gerekmektedir. Dıştan yalıtımlı duvarlarda görülen uygulama tekniğinin güçlüğü ve maliyet artışı gibi olumsuz özelliklere karşın, iç yüzeyden yalıtımlı duvarlarda uygulama kolaylığı ve maliyetin düşmesi olumlu özellikler arasında sayılmaktadır (Şekil 3.1) [9].



Şekil 3.1. Duvarlarda içten yalıtım detayları

Binalarda dış cepheye ısı yalıtımı uygulamalarının gerçekleştirilmesinin mümkün olmadığı durumlarda veya dış cephede ısı yalıtımı uygulandığı halde içten de ısı yalıtımı uygulanabilir.

Duvarların içten yalıtılması, yoğuşma riskinin yüksek olduğu uygulamalar olup yoğuşma kontrolü yapılmalıdır. Isı yalıtımının sıcak tarafına buhar kesici uygulanmalıdır. Buhar kesici tabakanın ek yerlerinde buhar kesici bantlar ile

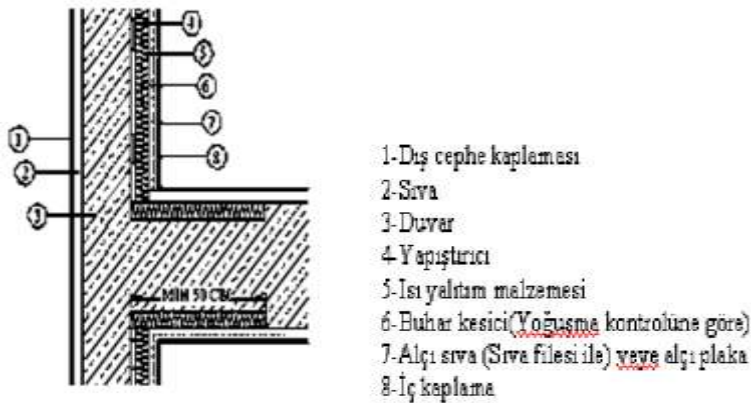
geçirimsizlik sağlanmalı, tespit elemanları ile delinmemelidir. Isı yalıtım malzemesi sürekli olarak uygulanmalıdır [5].

Isı yalıtım malzemesi olarak cam yünü veya taş yünü kullanılacak ise, bu malzemeler rijit olmadıklarından, rijit bir malzemeye ihtiyaç duymaktadırlar. Bu yüzden genellikle, alçıpan, sunta veya OSB arkasında profiller arasında kullanılırlar. Profiller yalıtım malzemelerinin boyutlarına göre duvar yüzeyine tespit edilir. Isı yalıtım levhaları bu profiller arasına, boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilir. Yalıtım levhalarının yerleştirilmesinden sonra ahşap veya alçı plakalar profiller üzerine tespit edilerek uygulama tamamlanır. Bu malzemeler suya dayanıklı olmadıklarından suya karşı korunması gerekmektedir. Bu nedenle sıcak taraftan yoğuşmanın önlenmesi amacıyla buhar kesici kullanılmalıdır. Mekanik havalandırmanın bulunmadığı yapılarda kullanılan buhar kesici ortam nemliliğini artıracığından, tasarım aşamasında karar verilmesi gereken bir konu olma özelliğini taşımaktadır. TS 825 'e göre yoğuşma tahkiki yapılmalı ve hesaplamalarda profiller göz önüne alınmalıdır [17].

Şekil 3.2'de de görüldüğü gibi kullanılacak ısı yalıtım levhaları, çimento esaslı özel yapıştırıcılar kullanılarak, uygulama yüzeyinin düzgün olması durumunda öbekleme (kenarları boyunca sürekli, orta kısımları noktasal) metodu ile levhalar bir süre duvara bastırılarak düşey teraziye alınarak yapıştırılır. Levha yüzeyinin en az %40'ı yalıtılacak yüzeye yapışmış olmalıdır. Yapıştırma işlemine köşelerden başlanılmalıdır ve levhaların yapıştırılmaları sırasında levhaların birleşim derzlerinde taşan ısı köprüsü oluşturacak yapıştırıcı artıkları kurumadan temizlenmelidir. Plastik çivili yalıtım dübelleri ile mekanik tespit işlemi, duvar yüzeyinin uygun olmaması ve kat yüksekliğinin 3 m'yi aştığı durumlarda kullanılmalıdır. Yapıştırılan levhaların birleşim derzlerine sıva filesi yapıştırıldıktan sonra ısı yalıtımı üzerine 7-10 mm kalınlıkta fileli (75 gr/m²) alçı sıva yapılarak uygulama tamamlanır. Alçı sıvalı yalıtım uygulamalarında sıcak tarafa buhar kesici

yerleştirilemediğinden TS 825'e göre yoğuşma tahkiki yapılmalı ve yoğuşmanın oluşmadığı kalınlıklarda ısı yalıtım levhaları uygulanmalıdır [18].

Tuğla, doğal kilin su ile hamur yapılarak kalıplanması ve pişirilmesi sonucu elde edilen bir yapı malzemesidir. Yatay delikli tuğlalar binaların taşıyıcı betonarme elemanları arasına dolgu ve bina içinde bölüm oluşturmak amacı ile kullanılırlar. Hafiflikleri ile ön planda olan yatay delikli tuğlalar, binaya ek yük getirmezler. Tuğlanın en vazgeçilmez özelliklerinden birisi yüksek ısı depolama özelliği ile bina içi ısı regülasyonunu sağlamasıdır. Bünyesine depoladığı ısıyı ısıtma sistemi kapatıldıktan sonra 8 saat süreyle geri verir [19].



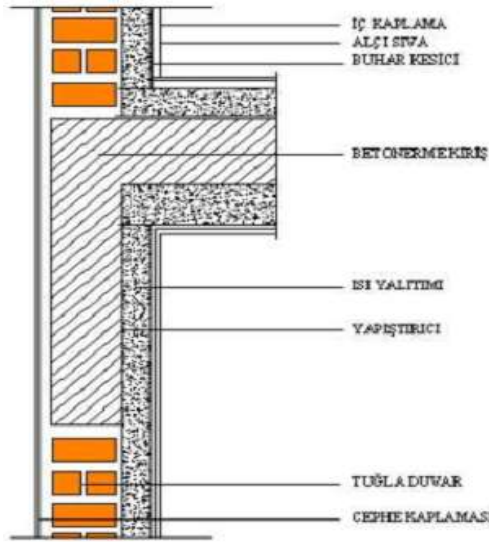
Şekil 3.2. Duvarlarda içten ısı yalıtım uygulaması

Bu sistem uygulama kolaylığı açısından daha çok mevcut binalar için uygundur. Ancak döşemelerin ve iç duvarların birleşim noktalarında ısı köprüleri oluşur ve yalıtımın verimini düşürür. İç taraftan yalıtım, yapı fiziğine uygun bir sistem değildir. Betonarme kiriş ve perdelerin iç yüzüne ısı yalıtımı uygulandığında, Türkiye'nin büyük bir bölümünde, ısı yalıtım malzemesinin çeşidinden bağımsız olarak; ısı yalıtımı ile betonarme elemanın ara kesitinde yoğuşma meydana gelmektedir.

Hızlı ısınma sağladığı için, konferans salonu vb. uzun aralıklarla kısa süreli kullanılan binalar için uygun bir sistemdir. Alçı sıva veya alçı panolar ile

yalıtım malzemesi kolaylıkla kaplanabilir. Uygulama kolaylığı vardır ve maliyeti düşüktür. Tüm bunlar sistemin avantajları olarak sayılabilir.

Yalıtım kesikli olduğu için ısı köprüleri oluşur. Özellikle kuzeye bakan cephelerde, iç köşelerde küflenme ve hatta terleme beklenir. Dış duvarlar, betonarme vb taşıyıcı elemanlar atmosfer şartlarına maruz bırakılmıştır, korunmamıştır. Isıtma sistemi kapatıldığında ortamın hızla soğumasına sebep olduğu için, iç ortam sıcaklığı hızla düşer (Şekil 3.3) [20].



Şekil 3.3. Dış duvarlarda içten yalıtım detayı

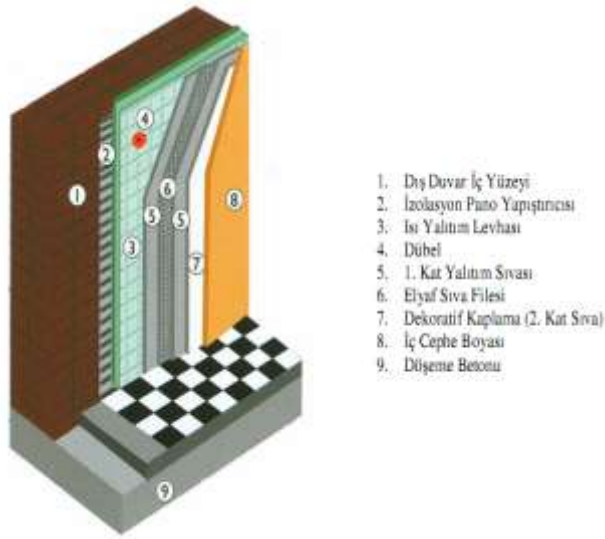
Duvarların içten yalıtımı uygulamalarında dikkat edilecek hususlar

- Duvarların içten yalıtılması, yoğuşma riskinin yüksek olduğu uygulamadır. Kullanılan ısı yalıtım malzemesinin su buharı difüzyon direnci ve kalınlığına yoğuşma tahkiki yapılarak, buhar kesicinin sıcak tarafta kullanılıp kullanılmaması kararlaştırılır. Bu kesicinin ek yerlerinde geçirimsizliği sağlayacak buhar kesici bant kullanılmalı tespit elemanları ile delinmemelidir.

- Isı yalıtım malzemesi sürekli olarak uygulanmalı, ısı köprüsü oluşturacak profil vb. tespit elemanlarından kaçınılmalıdır.
- Katların, döşemeler ile bileşimlerinde ısı köprülerini yok edecek şekilde ısı yalıtımı uygulanmalıdır.
- Duvar döşemelerinde bulunan kolon, kiriş, hatıl vb. ısı köprüleri öncelikle dış yüzeyden, zorunluluk durumunda ise tavan-döşeme iç yüzeyine en az 50 cm dönülerek yalıtılmalıdır. Buhar kesici tabakalar, mümkünse tavan ve döşemelerde döndürülmelidir.
- Mutfak ve banyo gibi fazla miktarda buhar üretilen hacimli yerlerde kaynağa yakın noktada su buharının pasif bir baca veya havalandırma ile dışarı atılması sağlanmalıdır [9].

İçten yalıtımda yapı elemanı atmosferik şartlara karşı korunamaz. Bu nedenle, binaların ömrü ve güvenilirliği daha az olur. Fakat içten yalıtım dıştan yalıtıma göre daha kolay ve işçiliği daha azdır [21].

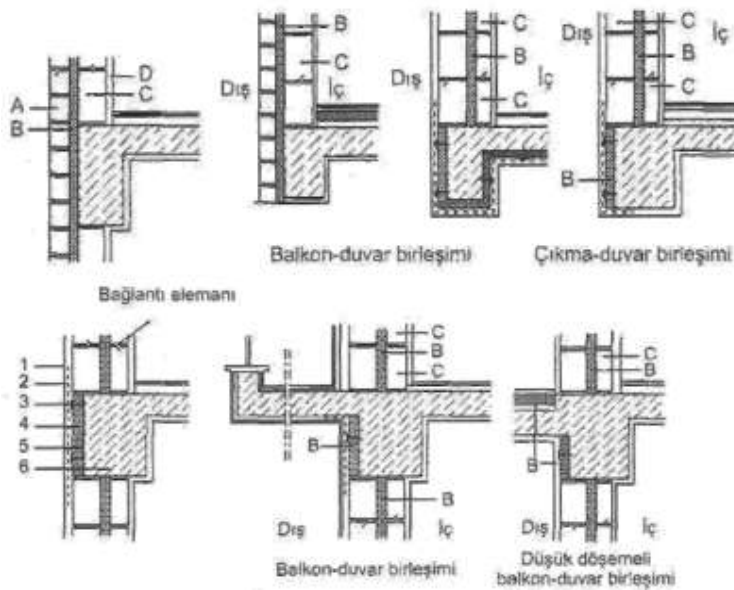
İçeriden yapılan yalıtımın avantajları arasında, bina dış görünüşüne etki etmemesi, iskele gerektirmemesi, uygulama sırasında dış hava durumundan etkilenmemesi, uygulama kolaylığı, istenilen mekân ya da duvar için uygulama olanağı vermesi, daha ekonomik olması sayılmaktadır. Ancak içeriden yalıtımda sıcaklık farkları sebebiyle oluşan ısıl gerilmeler sonucu iç yapıda bozulmalar ve çatlaklar oluşabilmekte, yazın iklimlendirme cihazı kullanılmaması durumunda iç ortam sıcaklığında yüksek artışlar olabilmekte ve iç hacimde alan kayıpları oluşmaktadır. Duvarların iç kısımdan yalıtılması uygulamalarında yapılan işlemler ana hatlarıyla, dıştan yalıtımda yapılan işlemlere benzemektedir (Şekil 3.4.) [22].



Şekil 3.4. Duvarların içten yalıtım uygulaması

3.1.2. Bina ortasından (sandviç duvar) ısı yalıtımının sağlanması

Sandviç duvarlarda duvar malzemesi arasına yalıtım malzemesi koymak için boşluk bırakılır. Bu boşluğa yalıtım malzemesi levha halinde koyulabileceği gibi, sıvı halde de atılabilir. Sıvı halde atıldığı zaman iki tarafta bulunan duvar malzemesi yalıtım malzemesiyle birlikte rijit hale gelir. Şekil 3.5'te sandviç duvarların yalıtım detayları gösterilmiştir [23].

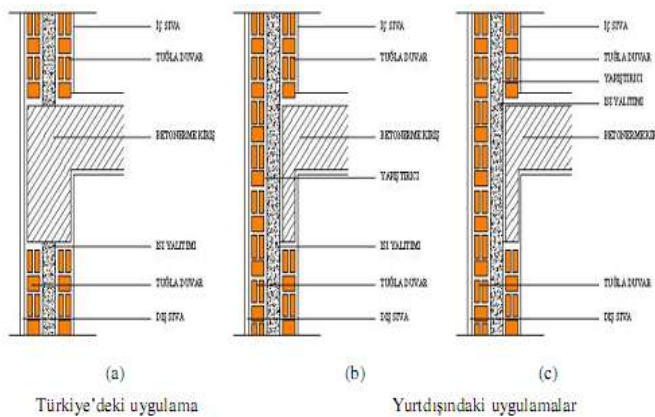


Şekil 3.5. Sandviç duvarların yalıtımı

Sandviç duvar uygulamalarında, iki farklı duvar katmanının, deprem anında açılıp birbirlerinden ayrılmaması için sık aralıklarla tel veya metal kenetlerle birbirine bağlanması gerekmektedir. Ülkemizde yapılan uygulamalarda, her iki duvar arasında bu duvarların birlikte çalışmalarını sağlayacak bağlantı elemanları kullanılmamakta, bu nedenle duvar katmanları birbirinden ayrılmakta hatta yıkılmaktadır [23].

Bu yalıtım uygulamasında, ülkemizdeki durum ile Avrupa ülkelerindeki durum arasında büyük farklılık vardır. Ülkemizdeki uygulamalar, yapı fiziği kurallarına tamamen aykırıdır ve içerden yalıtım uygulamalarından daha fazla sakıncalar taşımaktadır. Avrupa'daki uygulamalar ise, dışardan yalıtımın değişik bir görünümü şeklindedir ve dışardan yalıtımın avantajlarının önemli bir bölümünü taşımaktadır.

Türkiye'deki çift duvar arası ısı yalıtım uygulamalarında, çoğunlukla betonarme yüzeyler yalıtılmamaktadır. Betonarme yüzeylerdeki ısı köprülerinin oluşumunu engellemek, yapının dıştan yalıtılmasıyla (mantolama) mümkün olmaktadır. Yurt dışında yapılan uygulamalarda ısı köprülerini önlemek amacıyla betonarme yüzeyler de yalıtılmaktadır. Şekil 3.6'da çift duvar arası ısı yalıtım Türkiye'de ve yurt dışındaki uygulama detayları karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

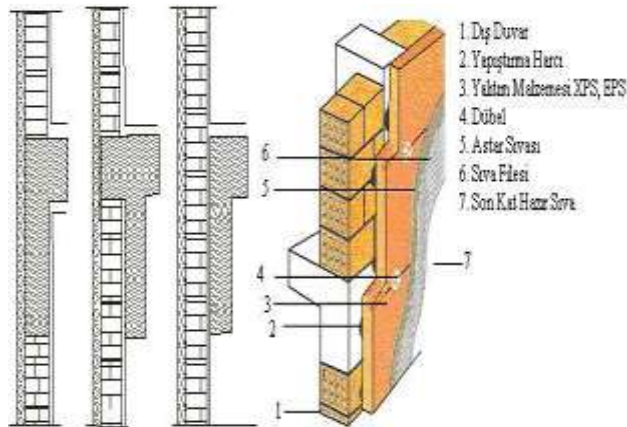


Şekil 3.6. Çift duvar arası ısı yalıtımının a) Türkiye'deki b ve c) Yurtdışındaki uygulama detayları

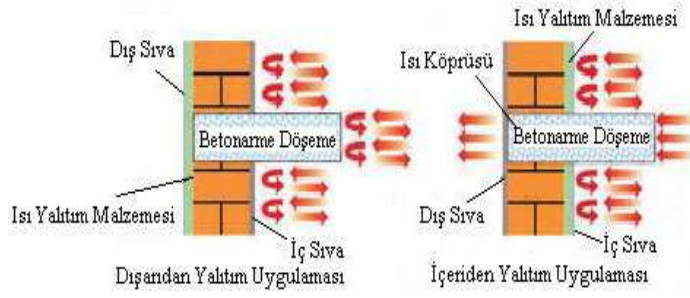
3.1.3. Bina dışından ısı yalıtımının sağlanması

Dışarıdan yalıtım sistemi, yeni yapılara uygulanabileceği gibi, mevcut binalara da kolayca uygulanabilmektedir. Kullanılmakta olan binalarda, uygulama sırasında tüm işlemler bina dışında gerçekleşmekte; bunun için de tüm cepheye bir iskele kurulması gerekmektedir. Dışarıdan yalıtım sisteminin maliyeti diğer sistemlere göre daha yüksek olmasına rağmen konut gibi uzun süreli kullanılan mekanlar için en uygun sistemdir (Şekil 3.7 ve Şekil 3.8) [25].

Duvarlara dıştan ısı yalıtım uygulanması ile binanın bakım ve onarım masrafları azalmakta, bina ömrü uzamaktadır. Bu avantajlarına karşılık sistemin diğer yalıtım sistemlerine oranla daha yüksek maliyetli olması, yağmur, rüzgar ve dış atmosferik olaylara karşı koruma gerektirmesi ve iskele kurulması ihtiyacı dış yüzeyden yalıtım uygulamasının dezavantajları olarak gösterilebilir [26].



Şekil 3.7. Duvarlarda dışarıdan yalıtım uygulamaları



Şekil 3.8. Dışarıdan ve içeriden yalıtım uygulamaları

Aşağıdaki resimde levha halindeki ısı yalıtım malzemelerinin genel anlamda yüzeye uygulanış şekli verilmiştir (Şekil 3.9).

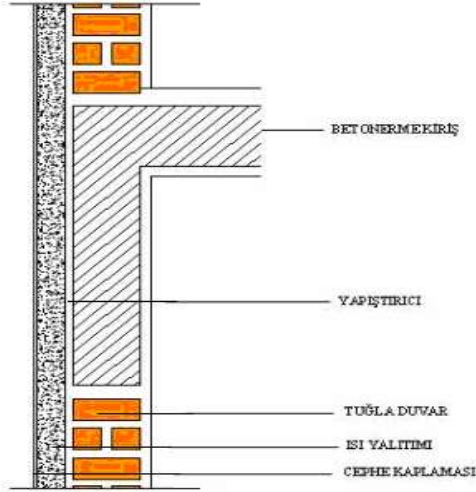


Şekil 3.9. Levha halindeki ısı yalıtım malzemelerin duvara uygulanışı

1. Dış duvar, 2. Yapıştırma harcı, 3. Isı yalıtım levhası, 4. Plastik dübel, 5. Astar sıva, 6. Sıva taşıyıcı file, 7. Astar sıva, 8. Son kat hazır sıva [5].

Isı yalıtımı yapılacak yüzeyler işleme hazırlandıktan sonra mantolama işlemine geçilir. Mantolama işlemi subasman profillerinin çakılması, yüzeye ısı yalıtım levhalarının yapıştırılmasını sağlayan yapıştırma harcının hazırlanması, ısı yalıtım levhalarının yüzeye uygulanması (yapıştırılması), dübelleme işlemi, ön sıva katmanının uygulanması, yalıtım filesinin uygulanması, sıva katmanının uygulanması, son kat kaplamanın uygulanması ve diğer dekoratif kaplamalar gibi işlemleri içerir. Ancak bu

işlem basamakları zaman zaman yalıtım yapılacak yüzey ve yalıtım malzemesine bağlı olarak değişebilir [27].



Şekil 3.10. Dış duvarlarda dıştan yalıtım detayları

Şekil 3.10. ile ısı köprüleri en aza indirilir. Tüm yapı elemanları atmosfer etkilerinden korunur böylece taşıyıcı elemanlar korozyondan korunmuş olur ve binanın ömrü uzar. Isıtma sisteminin kısa süreli kapatılması halinde (geceleri), iç ortam sıcaklığının düşmesi önlenir. (Konut, ofis vb sürekli veya kısa aralıklarla sürekli kullanılan binalarda önemlidir). Su buharının kesit içinde yoğunlaşma riski en azdır. Isı yalıtım malzemesinin buhar direncinin düşük olması tercih sebebidir. Yapı fiziği hasarlarının önemli bir bölümü, dışardan ısı yalıtımı uygulamaları ile engellenebileceği gibi; mevcut hasarların onarımında da en etkin ve kalıcı uygulama olmaktadır. Bütün bu avantajlarının yanında bu sistemin maliyetinin yüksek olması ve binaya iskele kurulması ihtiyacı da sistemin dezavantajları olarak gösterilebilir [20].

3.1.4. Bina dışına ısı köprüleri kullanarak ısı yalıtımının sağlanması

Yapılarda iç yüzey sıcaklığı ile dış yüzey sıcaklığının farklı olmasından dolayı, ısı az yoğun ortamdan çok yoğun ortama hareket eder. Bu ısı transferi olayı, ısı köprüsü olarak tanımlanır. Isı köprüleri diğer bir deyişle “ısı yalıtım

zırhındaki delikler” farklı ısı iletkenliği olan yapı malzemelerinin birbirine bağlandığı, kesiştiği veya iç içe geçtiği yerlerde, genel yapıya göre ısı transferinin daha fazla olduğu yerlerde oluşmaktadır. Özellikle yapıların betonarme bölümlerinin (kolon, kiriş, hatıl, lento, döşeme alnı gibi, elemanlarının) dışarıdan yalıtılmaması durumunda ısı köprüsü oluşmaktadır [28].

Havalandırılmalđ giydirme cephelerde, yanıcı ısı yalıtım malzemeleri kullanılıyorsa, her kat hizasındaki mineral yün yangın bariyerlerine ilave olarak her kat döşemesi hizasında metal yangın kesici bantların kullanılması faydalı olacaktır. Geçirimsiz dış kaplama ile ısı yalıtım malzemeleri arasında mutlaka havalandırma boşluğu bulunmalđ ve muhtemel yoğuşma suyu için, drenaj imkanı sađlanmalđdır. Bu bölümlerde yangıcılık sınıfı A1, A2 ve B1 sınıfı ısı yalıtım malzemeleri kullanılmalđdır. Yangına dirençli tespit elemanları ve her kat hizasında 100 mm'lik bant halinde mineral yün yangın bariyerleri ile takviye edilmelidir. Yağmur suyu sızmasına karşı, kaplama arkasında bir membran kullanılıyorsa mutlaka buharı dışarı atan, suyu iç tarafa geçirmeyen (nefes alan su yalıtım membranı) bir membran kullanılmalđdır [29].

Konutlardaki en büyük ısı kayıpları; duvar, döşeme, çatı, pencere ve ısı köprüleri gibi yapı elemanlarından gerçekteşmektedir. Bu bölgelerden oluşan ısı kayıpları oranları yapının mimarisine, konumuna, ısı yalıtım durumuna ve kullanılan yapı malzemelerinin özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Ancak genel olarak, bina yüksekliği arttıkça dış duvarlardan gerçekteşen ısı kayıp oranlarının da arttığı görülmektedir. Son yıllarda diğer binalarda olduğu gibi konutların da bina yükseklikleri göz önüne alındığında, dış duvarlara ısı yalıtımı uygulanması gerekliliği açık bir şekilde görülmektedir [10].

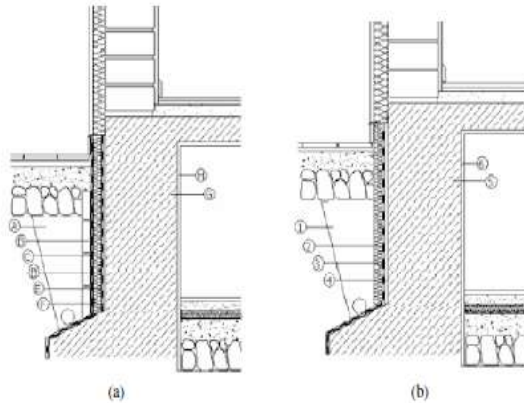
Eğer bir fayda-maliyet karşılaştırması yapılırsa, ısı yalıtımı hem yapı konforu hem de ekonomik acıdan yararlı ve çok kısa surede geri kazanılan bir yatırım gibi gözükmemektedir. Bununla birlikte bina inşaatının fiziksel ve teknik

prensiplerinin incelenmesi ve yüksek kalitede uygun yalıtım malzemesinin kullanımı önemlidir [28].

3.1.5. Dış duvarlarda toprak altında kalan kısımların ısı yalıtımının sağlanması

Su ile doğrudan temas eden ısı yalıtım uygulamalarında, toprak altı dış duvarların yüzeyi düzeltilip su yalıtımı yapıldıktan sonra, ısı yalıtım levhaları yapıştırılarak veya serbest olarak temel duvarı üzerine şaşırtmalı olarak ek yerlerinde derz oluşmayacak şekilde yerleştirilir.

Toprağın altında kalan bölgelerin ve toprağa yakın subasman bölgelerinin yalıtım sistemini oluşturmak için XPS veya EPS levhalar kullanılır. Kullanılacak XPS levhalarının en az 30 kg/m^3 yoğunluk, %10 deformasyonla 300 kPa'lık basma mukavemetine ve % 3'ün altında su emme özeliğine sahip olması gereklidir [27].



- A. Toprak
B. Baskı Duvarı
C. Su Yalıtım Örtüsü
D. Isı Yalıtım Levhası (XPS)
E. Su Yalıtım Örtüsü
F. Düzeltme Sıvası
G. Betonarme Perde Duvar
H. İç Sıva

1. Toprak
2. Isı Yalıtımı (XPS)
3. Su Yalıtım Örtüsü
4. Düzeltme Sıvası
5. Betonarme Perde Duvar
6. İç Sıva

Şekil 3.11. (a) Toprak Temaslı Perde (Duvarlı) (b) Toprak Temaslı Perde (Duvarsız)

Şekil 3.11’de görüldüğü gibi duvarın toprağa yakın subasman bölgesinde ise cephede oluşturulan başlangıç bölgesinden başlamak üzere ısı yalıtım levhaları, noktasal yapıştırma metodu ile bitüm örtü üzerine yapıştırılır. Levha yüzeyinin %40 oranına alt katmanında yapışması gerekir [30].

3.2. Döşemelerde Isı Yalıtım Uygulamaları

Binalarda tüm yapı elemanlarında olduğu gibi döşemelerinde belli oranda ısı kayıpları olur. Bu oran tek katlı binalarda %20, çok katlı binalarda ise % 6 civarındadır.

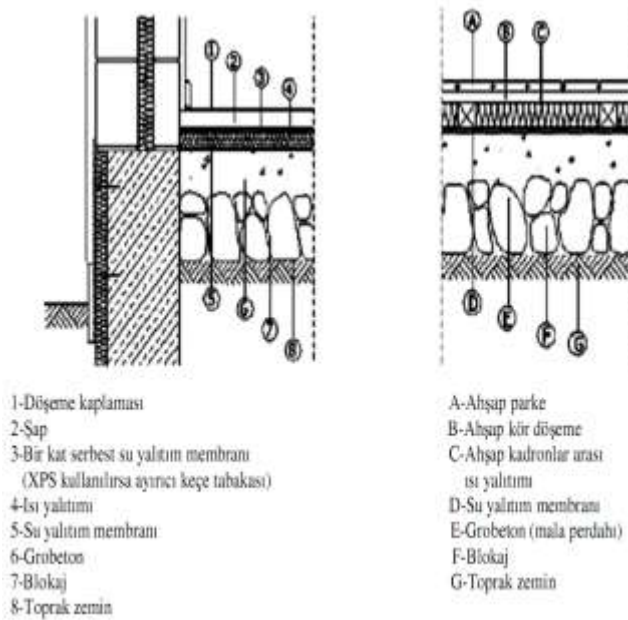
Bina döşemelerinde ısı yalıtımı; zemine oturan döşemelerde, ara kat döşemelerde ve açık geçit üzerindeki döşemelerde uygulanmaktadır [31].

3.2.1. Zemine oturan döşemelerde ısı yalıtımı

Toprak zemine oturan döşemelerde ısı yalıtımın için kullanılacak kullanılması en uygun malzeme yanma sınıfı minimum B1 olan, minimum yoğunluğu 30 kg/m^3 , %10 deformasyonda basınç gerilmesi minimum 300 kPa olan, ekstrüde polistren köpük levhalardır. Toprak zemine oturan döşemelerde blokaj ve grobeton yapıldıktan sonra su yalıtım örtüsü serilmektedir. Bunun üzerine ısı yalıtım tabakaları uygulanmaktadır. Isı yalıtım malzemesinin ıslanmasını önlemek amacıyla üzerine su kesici bir malzeme örtülerek, üzerine şap dökülmektedir. Şap üzerine istenilen döşeme kaplaması uygulanabilir. Zemine oturan döşemelerde ısı yalıtım malzemesi olarak kapalı gözenekli sert köpük levhalar (ekstrüde polistren levhalar) kullanılması durumunda su yalıtım malzemesi yerine ayırıcı keçe tabakası serilmelidir.

Kullanılmakta olan binalarda ısı yalıtım malzemesi üzerine şap uygulanmasının mümkün olmadığı durumda ise ısı yalıtım malzemesi ahşap

kadronlar arasına yerleştirilmelidir. Ahşap parkenin döşenmesiyle de uygulama tamamlanmaktadır [31].



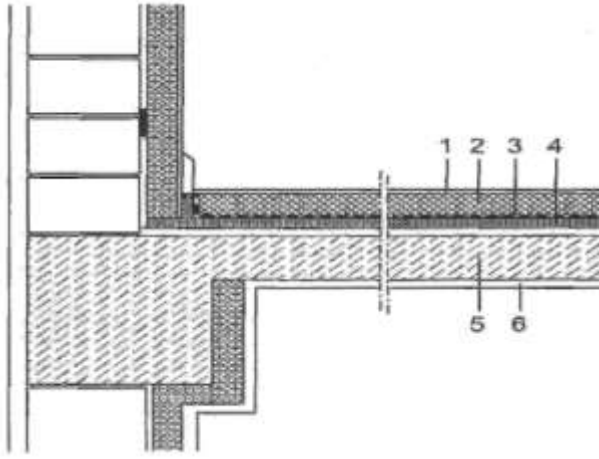
Şekil 3.12. Toprağa oturan döşemelerde ısı yalıtım uygulaması

3.2.2. Ara kat döşemelerde ısı yalıtımı

Ara kat döşemelerde ısı yalıtımı, ses yalıtımı sağlamak amacıyla da yapılan yüzer şap uygulaması ile yapılmaktadır. Döşeme betonu üzerine yüzer levhaların serbest olarak yerleştirilmesinden sonra su geçirimsiz bir örtü serilir ve şap betonu dökülür. Şap işleminden sonra döşeme kaplamasıyla uygulama tamamlanmaktadır. Kullanılmakta olan binalarda ise yüzer şap mümkün değil ise döşeme altından (alt kattan) kadronlar döşenerek arasına yalıtım levhaları konulur ve kaplama yapılır. Ara kat döşemelerde; minimum 30 kg/m^3 yoğunlukta, %10 deformasyonda, basma mukavemeti minimum 200 kPa, yanma sınıfı minimum B1 olan ekspande polistren köpük levhalar, minimum 30 kg/m^3 yoğunlukta, %10 deformasyonda basma mukavemeti minimum 200 kPa, yanma minimum B1 olan ekstrüde polistren köpük

levhalar veya yanma sınıfı A sınıfı olan minimum 100 kg/m^3 yoğunlukta taş yünü levhalar kullanılabilir [28, 33].

Merkezi Isıtması olmayan ara katlarda sıcaklık dağılımı homojen değildir ve mekânlar arasında sıcaklık farkları bulunur. Bu nedenle, bir kat su yalıtım membranı kullanılmalıdır. Yalıtım döşemenin üst kısmında yapılmalıdır. Şekil 3.13'de merkezi ısıtması olmayan ara kat döşemelerin yalıtım detayları gösterilmiştir.



Şekil 3.13. Merkezi ısıtması olmayan ara kat döşemelerin yalıtımı

1. Döşeme kaplaması, 2. Yüzer şap 5 cm (donatılı, 400 dozlu), 3. Bir kat serbest su yalıtım membranı, 4. Isı yalıtımı, 5. Betonarme plak veya asmolen döşeme veya gaz beton döşeme paneli, 6. Sıva [27].

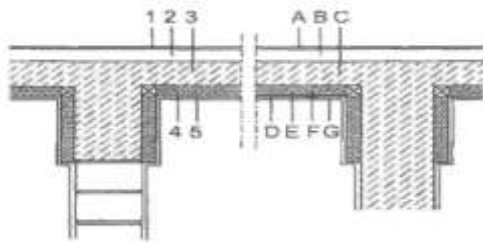
3.2.3. Açık geçit üzeri döşemelerde ısı yalıtımı

Levhaların bağlantısı, donatı katmanının oluşturulması ve son kat hazır sıva uygulaması, dış duvarların dıştan yalıtım detayı ile aynıdır. Ayrıca iki veya bir tarafı ahşap yünü kaplı kompozit levhalar ile de ısı yalıtımı yapılabilir. Bu levhaların yüzlerinde çok güzel sıva tutan odun lifleri bulunduğu için, levhalar çimento harç ile yapıştırılabilir ve geleneksel sıva ile kolayca

sıvanabilir. Sıvadan önce, levhaların birleşim yerlerini sıva teli ile örtmek gerekir.

Açık geçit üzeri döşemelerde ısı yalıtım uygulamasının bir diğer yöntemi de ısı yalıtım levhalarının döşeme kalıbı içerisine yerleştirilmesi ve üzerine betonun dökülmesidir [32].

Şekil 3.14'de yalıtım detayları gösterilmiştir. Yalıtım alttan yapılmalıdır. Isı yalıtım levhası betonarme döşeme üzerine ahşap kadronlar arasına uygulanabileceği gibi, betonarme döşeme üzerine yapıştırıcı koyulduktan sonra da üzerine ısı yalıtım levhası uygulanabilir. Her iki durumda da su yalıtımı yapılmayabilir.



Şekil 3.14. Isıtılmayan hacim üstü açık geçit üzeri döşemelerin yalıtımı

1. Döşeme kaplaması, 2. Düzeltme şapı 3-5 cm, 3. Betonarme döşeme, 4. Ahşap kadronlar arasına ısı yalıtım levhası, 5. Sunta, alçı plaka vb. kaplama, A. Döşeme kaplaması, B. Düzeltme şapı 3-5 cm, C. Betonarme döşeme, D. Yapıştırıcı (ısı yalıtım kalıbı yalıtım içerisine konursa gerek yoktur), E. Isı yalıtım levhası, F. Dübel, G. File taşıyıcılı ince sıva veya rabbitz telli normal sıva [28].

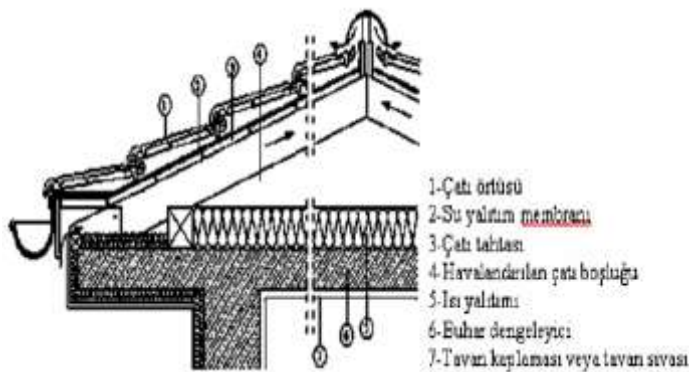
3.3. Çatılarda Isı Yalıtım Uygulamaları

Isı yalıtımı uygulanmadan önce çatı arası temizliği yapılmalı ve çatının su yalıtımı sağlanmalıdır. Isı yalıtım malzemesinin ıslanmasına karşı çatı örtüsü altında önlem alınmalıdır. Çatı döşemesi üzerine buhar geçirimli ısı yalıtım

uygulamalarında yalıtımın soğuk tarafında havalandırma gereklidir. Eğer çatı eğimi %10'un altında ise yalıtımın sıcak tarafına buhar kesici konulmalıdır [30].

3.3.1. Kıрма çatılarda ısı yalıtımı

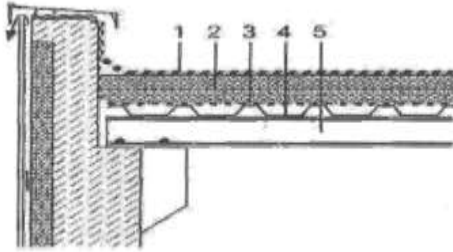
İster ısıtma, ister soğutma uygulansın, yapıların tüm dış yüzeyleri ile, ısıtılmayan mekanlara bitişik yüzeylerinin ısı yalıtımlı olması gerekmektedir. Bu uygulama gerek iç konfor gerekse yakıt tasarrufu amacıyla yapılır. Bu yüzeylerden biri de, kullanılmayan çatı arası döşemesidir (Şekil 3.14). Çatı arası döşemesi yoluyla gerçekleşen ısı geçişi ile çatı arası boşluğunun gereksiz yere ısıtılmasının veya soğutulmasının önlenmesi ve daha etkin enerji tasarrufu sağlanması amacıyla, kullanılmayan çatı aralarında yalıtımın yeri döşeme üzeridir. Su yalıtımı ile akmaya karşı önlem alınmış çatı altında, çatı arasının en uzak kısmından başlanarak çatı arası çıkış kapağına doğru serbest bir şekilde döşenen ısı yalıtım malzemesi; duvar diplerinde 15-20 cm duvar yüksekliği boyunca yukarı doğru kıvrılmalı, çatıyı taşıyan ahşap dikmelerin olduğu yerde malzeme falçata ile kesilerek dikmenin etrafına sarılmalıdır. Sistemin rahat nefes alabilmesi için yalıtım malzemesinin üstü çatıdan herhangi bir akmaya karşı önlem amaçlı yanıcı naylon veya bitümlü karton gibi malzemelerle örtülmemelidir. Çatı arası havalandırması saçaklarda hava girişi, mahyada hava çıkış boşluğu bırakılarak sağlanmalıdır [31].



Şekil 3.15. Tavan arası döşeme üzerinde yapılan ısı yalıtım uygulaması

3.3.2. Metal çatılarda ısı yalıtımı

Metal çatılar özel bir teknoloji ile birbirine kenetlenir. Su sızdırmazlığı ile ısı ve ses yalıtımı yönünden çok iyi olan metal çatılar eğimli, yerinde montaj eğimli, ısı yalıtımlı eğimli, hazır sandviç ve düşük eğimli olarak yapılmaktadır [3].



Şekil 3.16. Düşük eğimli metal çatı detayı

1. Mineral kaplı veya UV dayanımlı su yalıtım membranı, 2. Isı yalıtımı (çift kat olduğunda şaşırtmak), 3. Buhar kesici membran, 4. Trapez metal örtü, 5. Taşıyıcı sistem [21].

3.3.3. Soğuk çatılarda ısı yalıtımı

Soğuk iklim bölgelerinde özellikle apartmanların en üst katlarında oturanlar iyi ısınamadıklarından şikâyet ederken; radyatör dilimlerinin artırılması, kazan suyu sıcaklığının yükseltilmesi önerilen çözümler içinde olmakta, bu seferde alt katlarda oturanlar sıcaklıktan şikâyetçi olup, pencerelerini açmaktadırlar. Sıcak iklim bölgelerinde apartmanların en üst katlarında oturanlar ısınamamanın aksine; yaz aylarında evlerinde oturamayacak derecede aşırı yüksek sıcaklıktan şikâyetçi olmakta, konfor arayışlarını soğutma gücü yetsin veya yetmesin her odaya konulan klimalarla ve gelen yüksek elektrik faturalarıyla sürdürmektedir [31].

Atmosferik hava, klima teknolojisinde iki kademeli ideal gaz karışımı olarak ele alınmaktadır. Bu bileşenlerden birincisi kuru hava (oksijen, azot ve diğer gazlar), ikincisi ise su buharıdır. Yapı malzemelerinde soğuk havalarda ortaya çıkan yoğuşma; hava ile temas eden yapı malzemesi yüzey sıcaklığının, havanın çığ noktası sıcaklığının (suyun buhar halinden tekrar sıvı haline dönüştüğü sıcaklık) altında olması durumunda gerçekleşir [48].

Soğuk çatının en genel şekli geleneksel kiremitli çatılardır. Her hava boşluğu olan çatı soğuk çatı değildir. Çok fazla ventilasyon nedeniyle çatılar zarar görmez. Ventilasyon için meyilli çatılarda $20 \text{ cm}^2/\text{m}^2$, dik çatılarda ise $17 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ 'lik bir alan bırakılmalıdır. Çıkış havası boşluğu, giriş havası boşluğunun 1.5 katı olmalıdır. Soğuk çatılarda çatı arası sıcaklığı ile dış ortam sıcaklığı ise aynı olmalıdır [28].

Isı yalıtımı, tavan seviyesinde betonarme döşeme üzerine serilir. Isı yalıtımı ile oturtma çatı arasında havalandırma olması zorunludur. Bu uygulama mevcut binalarda da kullanılabilir. Aynı zamanda girilebilen çatı aralarında mevcut ısı yalıtımını yenilerken veya teras çatı üzerine bir oturtma çatı ilave edilirken de uygulanabilir. Bu mekânlara sonradan girilerek gerekli kontrol ve müdahaleler yapılabilirdir. Kış sezonunda nem yüklü hava, döşeme ve ısı yalıtımını geçerek çatı boşluğuna ulaşırsa, ısı yalıtımı üzerinde bulunan taraftaki soğuk yüzeylerde yoğuşma gerçekleşebilir. Saçak alını veya 15°C 'den düşük eğimli çatılarda minimum 25 mm, 15°C 'den yüksek eğimli çatılarda ise minimum 10 mm sürekli havalandırma boşluğu sağlanmalıdır. Bu boşluk alanlarının toplamı çatı düzlem alanının $1/500$ 'ünden daha az olmalıdır [33].

3.3.4. Teras çatılarda ısı yalıtımı

Teras çatılarda; ısı yalıtımı, su yalıtımı katmanı, koruyucu tabakalar ile tavan döşemesi bir bütün olarak (arasında hava boşluğu bırakılmaksızın) yer alır.

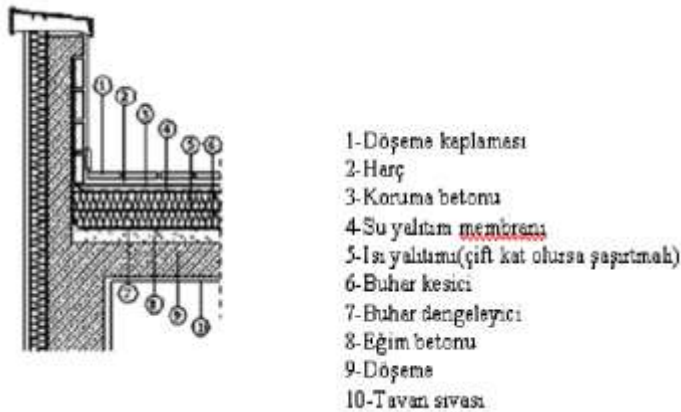
Teras çatıların yalıtımında; çatının kullanım amacı ile ısı yalıtım malzemesinin özelliklerine göre değişik detaylar uygulanabilir.

İlke olarak, malzeme seçiminde boşluklu veya aralarında hava boşluğu bulunduracak malzemeleri yan yana getirmek uygun bir çözümdür. Isı yalıtım malzemesini genelde soğuk yüzeye yakın olarak yerleştirmek gerekir. Yalıtım malzemesinin ortak olması halinde ise yoğunlaşma kontrollerinin yapılarak kalınlığının saptanması gerekir. Ayrıca, ısı yalıtım malzemesinin yalıtım değerini kaybetmemesi için özellikle sudan korunmalıdır [34].

Geleneksel teras çatılarda ısı yalıtımı

Şekil 3.17’de üzerinde gezilen teras çatılarda ısı yalıtım uygulaması yer almaktadır. Buna göre; geleneksel teras çatılarda, su yalıtım katmanı ısı yalıtımının üzerinde yer almaktadır. Gerek çift kat uygulanan bitüm esaslı membraların son katı, gerekse de tek kat uygulanan sentetik membranlar; gece/gündüz ve yaz/kış sıcaklık farkı sebebiyle oluşabilecek termal gerilmeleri azaltmak amacıyla güneş ışınını yansıtıcı bir bitiş tabakası ile korunmalıdır. Isı yalıtım malzemesi, su yalıtım malzemesinin yapıştırma sıcaklığına dayanıklı ve rijit olmalıdır. Su buharının, ısı yalıtımının içerisinde geçerek su yalıtım membranı altında birikmesi ve yoğunlaşması sonucu ısı yalıtımının işlevini kaybetmesini ve membranların tahrip olmasını önlemek için; ısı yalıtımının altına (sıcak tarafa) yüksek performanslı buhar kesici uygulanmalıdır [32].

Su buharının yapı bileşeni içerisinde gaz halinden sıvı hale geçmesi, yani yoğunlaşması ihtimali bulunmaktadır. Yoğuşma, suyun yapı bileşenleri içinde kalması ve yer çekimi etkisiyle suyun akma ve damlamasına, küf ve mantar oluşumuna ve betonarme kısımlarda da korozyona neden olmaktadır. Bu nedenle yapı elemanı içerisinde yoğunlaşabilecek su miktarı belli sınırlar içerisinde kalmalıdır [36].



Şekil 3.17. Üzerinde gezilen teras çatılarda ısı yalıtım uygulaması

Ters teras çatılarda ısı yalıtımı

Ters teras çatı yalıtımında; yüksek basma mukavemeti ve kapalı gözenek yapısı ile bünyesine su almama özelliklerine sahip ekstrüde polistren esaslı ısı yalıtım malzemesi konulmalıdır. Bu özellikleri sayesinde su yalıtımının üzerinde yer alarak onu güneş, dış ortam (sıcaklık farklılıkları ve ısı gerilmeler) ve mekanik etkilerden korur. Bu, su yalıtım malzemesinin kullanım ömrünü de uzatan bir faydadır. Su yalıtım malzemesi sıcak tarafta yer aldığından buhar kesici kullanılması gerekmez. Su yalıtım malzemesi olarak buhar geçirgenliği oldukça düşük olan bitümlü membranlarla uygulama yaparken; ilk kat su yalıtım örtüsü noktasal veya şeritsel yapıştırılmalı, su buharının birikerek su yalıtım örtüsü üzerinde noktasal basınç uygulaması önlenmelidir (Şekil 3.18) [26,32].



Şekil 3.18. Üzerinde gezilen ters teras çatılarda ısı yalıtım uygulaması

3.4. Pencere ve Kapılarda Isı Yalıtımı

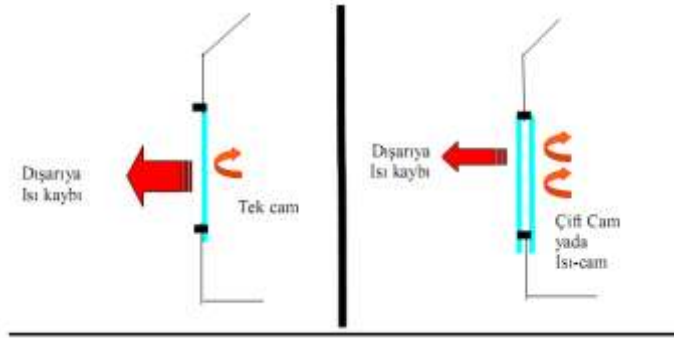
Camın ve ahşap kapıların ısı iletkenliklerinin yüksek olması, pencere ve kapıların hareketli aksamaları ve çerçevelerinin iyi yalıtılmamış olması hava kaçaklarını artırır. Bu nedenle pencere ve kapılar, hava kaçaklarından kaynaklanan enerji kayıplarının fazla olduğu yerlerdir. Hava kaçaklarını engelleyici en basit ve ucuz önlem, hava kaçaklarının olduğu bölgelerin uygun malzemelerle kapatılmasıdır.

Binaların toplam ısı kayıpları içinde pencere ve kapılardan meydana gelen kayıplar önemli bir yer tutar. Özellikle ülkemizde, kalitesiz ahşap çerçeve ile birlikte tek cam kullanılması, bu yapı elemanlarından kaynaklanan ısı kayıpları artırmaktadır. Pencereden meydana gelen ısı kaybının toplam ısı kaybı içindeki yüzdesi pencere/duvar oranına bağlı olmakla birlikte, çok katlı binalarda genellikle %30 - %40 arasında değişir. Duvarlardan farklı olarak, pencere ve kapıların yalıtım değerlerinin belli bir noktadan sonra iyileştirilmesi teknik olarak mümkün değildir. Bu sebeple de pencerelerin iyileştirilmesi ile toplam enerji tasarruf potansiyelinin yaklaşık %20'si sağlanabilmektedir [30].

Yapı fiziği bağlamında yalıtım, arzu edilmeyen fiziksel etkilerin ya da olayların bir taraftan diğer tarafa geçmesini engelleyen işlem ve sistemler olarak bilinmektedir. Suyun binaya girmesinin engellenmesi, ısı enerjisinin içeri veya dışarı kaçmasının engellenmesi, gürültü kapsamındaki seslerin engellenmesi, elektrik akımından korunmak üzere elektrik akımının yalıtılması gibi işlemler bu kapsamda ele alınabilir. Ancak bu yalıtımın gerçekleştirilmesi için özel yalıtkan malzemelere ihtiyaç vardır. Bu özel malzemeler arasında su yalıtımında, genelde bitüm emdirilmiş veya plastik kökenli malzemeler olabileceği gibi, ısı yalıtımını sağlamak için de gözenekli hafif malzemeler olmalıdır. Bazı hallerde ise, örneğin yapı malzemesi hava ile temas ettiğinde çok iyi bir yalıtkan olmakla birlikte, sıcak hava hareket halinde olduğu takdirde taşıma yoluyla ısı enerjisinin kolayca iletileceğinden,

ısı taşınmasına engel olmak üzere, yani sistem düzeneğinde alınacak önlemlerle (örneğin, ısıcam) yeterli düzeyde yalıtım sağlanabilir [11].

Şekil 3.19’da tek cam ve çift cam kullanıldığında dışarıya ısı kaybındaki oranı şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.19. Dışarıya ısı kaybında tek cam ve çift camın etkisi

Binalarda pencereler ısı geçirgenliği en fazla olan yapı elemanlarıdır. Yüksek binalarda ısı kayıplarının %7’si, tek katlı binalarda %20’si pencerelerden olmaktadır (Şekil 3.19). Önceleri pencere boyutları bina dış cephe yüzeyi içinde büyük yer tutmaktaydı. Enerji tasarrufunun önem kazanması ile pencere boyutları da küçülmüştür [21].

Pencerelerde iyi bir ısı yalıtımı, kaliteli, sızdırmaz, doğru uygulanmış ve düşük ısı geçirgenlik değerlerine sahip doğramalar ve yalıtım camı üniteleri ile mümkündür [37].

4. ÖRNEK BİR PROJE İÇİN ISI KAYIP-ENERJİ KAZANÇ HESABININ YAPILMASI

Bu bölümde, TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Standardı esas alınarak, örnek bir bina için, standartlara uygun malzemeler kullanılarak, binanın yalıtımsız durumu, yalıtımlı hali ve yalıtım sıvası kullanılmış halinin karşılaştırmalı maliyet analizleri yapılacaktır. Analiz edilecek olan proje zeminli üç kat, altı daireli, tek dükkanlı bir apartman projesidir [51].

Analizi yapılacak yapının detay projeleri Ek-1’de verilmiştir.

Doğal gaz ile ısınan yalıtımlı ve yalıtımsız binanın özgül ısı kayıpları ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları hesaplanmış ve EK-2’de verilmiştir.

Projenin yalıtımsız halinin, hesaba dahil edilen yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri EK-3’de yer almaktadır.

Projenin yalıtımsız halinin, hesaba dahil edilen yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir (Çizelge 4.1., Çizelge 4.2., Çizelge 4.3., Çizelge 4.4., Çizelge 4.5., Çizelge 4.6).

Çizelge 4.1. Projenin yalıtımsız halinin dış havaya açık kolon kirişli duvarının basınç ve sıcaklık dağılımı

Yapı Bileşeninin Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart		Nisan	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022	12,8	1477
Dış Yüzey	8,7	1128	4,1	822	3,2	772	4,7	856	7,5	1042	12,9	1493
1.Yüzey	8,8	1139	4,3	833	3,4	784	4,9	868	7,7	1053	13,0	1501
2.Yüzey	17,8	2038	16,9	1926	16,7	1905	17,0	1940	17,5	2009	18,6	2146
3.Yüzey	18,2	2100	17,5	2009	17,4	1992	17,6	2021	18,1	2076	18,9	2186
İç Yüzey	18,4	2121	17,8	2037	17,6	2022	17,8	2048	18,2	2099	19,0	2199
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

* İç Yüzey Sıcaklığı 17°C'nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur.

Çizelge 4.2. Projenin yalıtımsız halinin dış havaya açık tuğla duvarının basınç ve sıcaklık dağılımı

Yapı Bileşeninin Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022
Dış Yüzey	9,3	1171	4,9	867	4,0	818	5,4	902	8,1	1086
1.Yüzey	9,8	1211	5,6	911	4,8	862	6,1	945	8,7	1127
2.Yüzey	14,5	1650	12,2	1425	11,8	1385	12,5	1452	13,9	1590
İç Yüzey (*)	15	1704	12,9	1493	12,5	1455	13,2	1518	14,4	1648
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

* İç Yüzey Sıcaklığı 17 °C'nin altında olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski vardır. Standarta uygun değildir.

(*) Yoğuşmanın meydana geldiği yüzeyi göstermektedir.

Çizelge 4.3. Projenin yalıtımsız halinin toprak temaslı kolon kiriş duvarının basınç ve sıcaklık dağılımı

Yapı Bileşeninin Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Eylül		Ekim		Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart		Nisan		Mayıs	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	19,9	2323	14,1	1608	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022	12,8	1477	18	2063
Dış Yüzey	19,9	2324	14,6	1669	9,6	1197	5,3	895	4,5	846	5,9	930	8,5	1112	13,5	1547	18,1	2088
1.Yüzey (*)	19,9	2325	15,0	1708	10,3	1254	6,3	969	5,6	910	6,8	993	9,3	1172	13,9	1592	18,3	2104
2.Yüzey (*)	19,9	2327	16,1	1832	12,4	1444	9,3	1177	8,7	1131	9,7	1208	11,6	1371	15,2	1735	18,6	2154
İç Yüzey (*)	19,9	2328	16,4	1865	12,9	1496	10,1	1237	9,5	1193	10,4	1268	12,2	1426	15,6	1772	18,7	2166
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

* İç Yüzey Sıcaklığı 17 °C'nin altında olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski vardır.Standarta uygun değildir.

(*) Yoğuşmanın meydana geldiği yüzeyi göstermektedir.

Çizelge 4.4. Projenin yalıtımsız halinin toprak temaslı tuğla duvarının basınç ve sıcaklık dağılımı

Yapı Bileşeninin Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Eylül		Ekim		Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart		Nisan		Mayıs	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	19,9	2323	14,1	1608	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022	12,8	1477	18	2063
Dış Yüzey	19,9	2323	14,4	1646	9,1	1163	4,7	859	3,9	809	5,3	893	8,0	1077	13,2	1520	18,1	2079
1.Yüzey (*)	19,9	2324	14,6	1670	9,6	1198	5,3	896	4,5	847	5,9	931	8,5	1113	13,5	1548	18,1	2089
2.Yüzey	19,9	2331	17,6	2014	15,3	1744	13,4	1543	13,0	1507	13,7	1567	14,8	1691	17,0	1948	19,1	2223
İç Yüzey (*)	19,9	2331	17,7	2032	15,6	1776	13,8	1583	13,5	1548	14,0	1606	15,1	1724	17,2	1970	19,2	2229
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

* İç Yüzey Sıcaklığı 17 °C'nin altında olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski vardır.Standarta uygun değildir.

(*) Yoğuşmanın meydana geldiği yüzeyi göstermektedir.

Çizelge 4.5. Projenin yalıtımsız halinin tavanının basınç ve sıcaklık dağılımı

Yapı Bileşeninin Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart		Nisan	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022	12,8	1477
Dış Yüzey	9,1	1158	4,7	854	3,8	804	5,2	888	8,0	1073	13,2	1517
1.Yüzey	14,8	1687	12,7	1471	12,3	1432	13,0	1497	14,3	1629	16,7	1909
2.Yüzey	15,6	1772	13,8	1578	13,4	1543	14,0	1602	15,1	1721	17,2	1968
İç Yüzey	16,0	1818	14,3	1637	14,0	1604	14,5	1659	15,5	1770	17,5	1999
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

* İç Yüzey Sıcaklığı 17 °C'nin altında olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski vardır.Standarta uygun değildir.

Çizelge 4.6. Projenin yalıtımsız halinin toprak temaslı tabanının basınç ve sıcaklık dağılımı

Yapı Bileşeninin Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Ekim		Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart		Nisan	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	14,1	1608	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022	12,8	1477
Dış Yüzey	14,7	1673	9,6	1202	5,4	902	4,6	852	6,0	936	8,6	1118	13,5	1551
1.Yüzey (*)	15,6	1777	11,5	1358	8,0	1076	7,3	1028	8,4	1109	10,6	1280	14,6	1671
2.Yüzey	15,8	1800	11,9	1393	8,5	1117	7,9	1070	9,0	1149	11,0	1317	14,9	1697
İç Yüzey (*)	16,1	1837	12,5	1452	9,4	1185	8,8	1139	9,8	1217	11,7	1379	15,3	1740
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

* İç Yüzey Sıcaklığı 17 °C'nin altında olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski vardır.Standarta uygun değildir.

(*) Yoğuşmanın meydana geldiği yüzeyi göstermektedir.

Isı kaybeden alanlar ise Çizelge 4.7.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Hesaplama yapılacak olan projenin ısı kaybeden alanları

Isı Kaybeden Alanlar		m ²
Dış Havaya Açık Duvar Alanı	Tuğla Duvar	274,52
	Betonarme (Kolon, giriş)	171,12
Toprağa Temas Eden Duvar Alanı	Tuğla Duvar	126,93
	Betonarme (Kolon, giriş)	55,98
Tavan Alanı	Çatılı Alan	265,86
Taban Alanı	Toprağa Temas Eden	163,46
	Dış Havaya Temas Eden	73,06
Pencere Alanı	Toplam Alan	121,09
Kapı Alanı	Toplam Alan	7,56

Projenin yalıtımlı halinin, hesaba dahil edilen yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri EK-4'de verilmiştir.

Projenin yalıtımlı halinin, yapı bileşenlerinin basınç ve sıcaklık dağılımları EK-5'te verilmiştir.

Projenin yalıtımlı halinin, yapı bileşenlerinin basınç ve sıcaklık dağılımları ise EK-5'de verilmiştir.

Hesaplamalarda, İZODER (Isı Ses Su İzolasyoncuları Derneği)'nin TS 825 Isı Yalıtım Hesap Programı kullanılmıştır. Buna göre projenin yalıtımsız hali ile optimum kalınlıktaki yalıtımlı halinin özgül ısı kayıpları ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları ayrı ayrı hesaplanmıştır. Sonuçları Dördüncü bölümde çizelgeler halinde karşılaştırılacaktır. Bu hesaplamaların yapılabilmesi için ısı kaybeden alanların - ki aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir - (Dış Havaya Açık Duvar Alanları, Toprağa Temas Eden Duvar Alanları, Tavan Alanı, Taban Alanı, Pencere Alanı ve Dış Kapı Alanı) hesaplanması gerekmektedir. Burada iç ortamda ısıtılmayan duvarlar hesaba dahil edilmemiştir. Isı yalıtım sıvası ise son aşama eklenerek maliyeti ortaya konulmuştur. Maliyet bölümünde ise her

üç hali için binanın ekonomiklik araştırması çizelge halinde karşılaştırmalı olarak sunulup bize bir fikir verecektir.

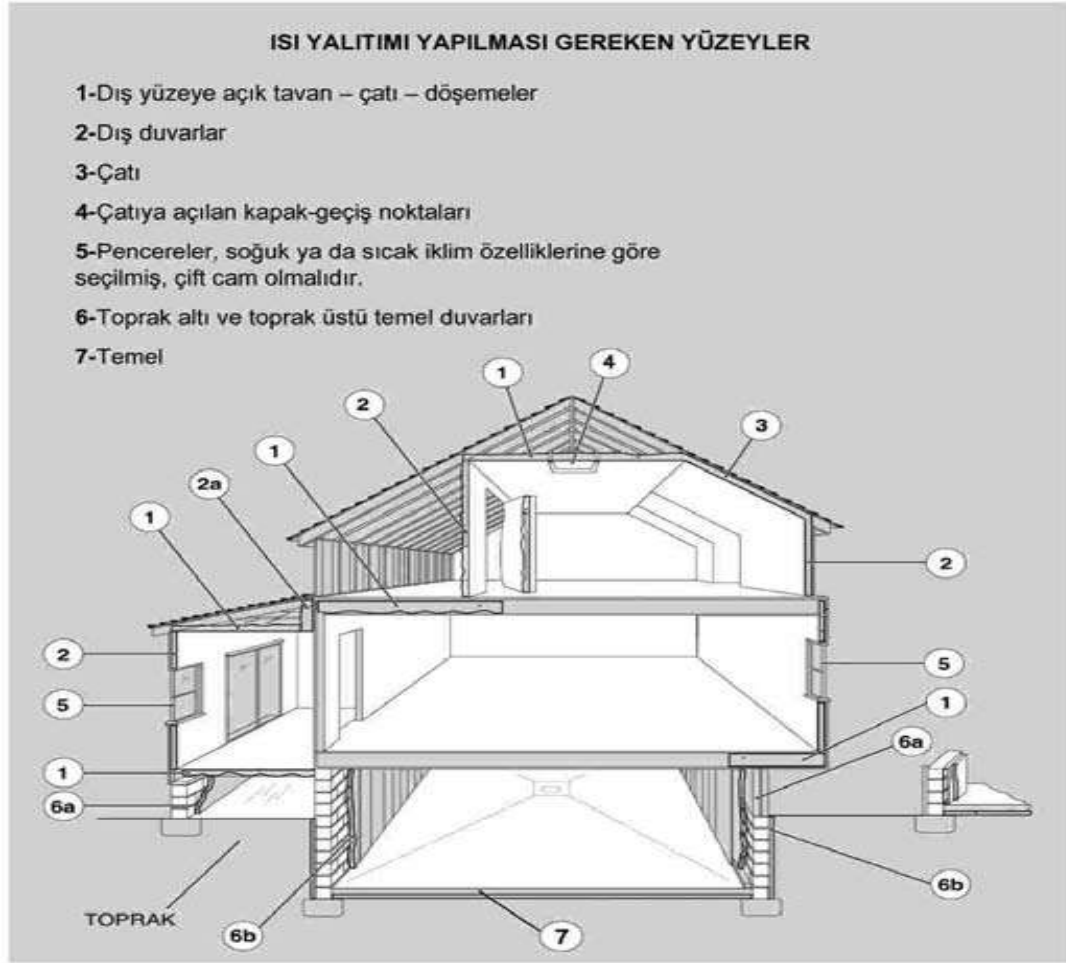
Binanın yalıtımlı halinin doğal gaz, linyit kömürü, maden kömürü ve fuel oil birim fiyatları ise İstanbul Gaz Dağıtım A.Ş'nin Kasım/2012 tarihli birim fiyatları kendi sitesinden alınmıştır [38].

4.1. Binanın Isı Kaybı Hesabını Etkileyen Faktörler

Binanın ısı kaybını etkileyen en önemli faktör bina dış duvarına uygulanacak olan yalıtım malzemesi kalınlığının belirlenmesidir.

Binalarda uygulanacak ısı yalıtımında kullanılacak yalıtım malzemesi kalınlığı, hedeflenen enerji tasarrufu ve oluşacak yatırım maliyeti arasındaki optimizasyona göre belirlenebilir. En uygun yalıtım kalınlığı tespit edilirken, ısıtma yapılan gün sayısı, günlük ısıtma süresi, bu süre esnasında dış ortam hava sıcaklığı, yakıt birim fiyatı, yakıtın ısı değeri, sistem verimi, ısı yalıtım malzemesinin ısı yalıtım kabiliyeti, ısı yalıtım malzemesinin birim fiyatı, ısı yalıtım malzemesinin kullanım ömrü, enflasyon ve faiz oranları, binanın yapı bileşenlerinin ısı transfer özellikleri gibi kriterler göz önüne alınmalıdır [39].

Isı yalıtım malzemesinin kalınlığı, TS 825 Isı Yalıtım Yönetmeliği'ne uygun olarak yapılacak ısı ve yoğuşma hesaplarından elde edilecek sonuçlara göre bulunmuştur. Aşağıdaki çizimde de belirtildiği şekliyle yapının temel, duvar ve çatısında ısı yalıtım uygulaması yapılmış olmalı ayrıca pencere ve doğramaları da ısı yalıtımlı olmalıdır [40].



Şekil 4.1. Konutlarda ısı yalıtımı yapılması gereken noktalar

Türk Standartları Enstitüsü tarafından yayınlanan “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” standardına göre binanın ısı kaybı hesabına etki eden ve ısıtma enerjisini etkileyen faktörler aşağıda sıralanmıştır [41].

- İletim ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kayıpları veya varsa kazanımları ile ısı kapasite,
- Isıtma sisteminin ve kontrol sistemlerinin, ısıtma enerjisi ihtiyacındaki değişime cevap verme süreleri,
- Binayı kullananların istediği sıcaklık değeri ve gün içinde bu sıcaklık değerlerindeki değişimler ile binanın iç ve dış yüzey sıcaklıkları,

- Dış hava sıcaklığı, hakim rüzgarın yönü ve şiddeti. Isıtma sisteminin dışında, ısıtmaya katkıda bulunan iç ısı kaynakları, yemek pişirme, sıcak su elde etme, aydınlatma araçları vs.
- Pencere gibi saydam bina elemanları vasıtası ile direkt olarak hacme ulaşan güneş enerjisi miktarı.
- Yapı bileşeninin ısı geçirgenlik katsayısı.
- Binanın ısıtılan brüt hacmi.
- Taze hava giriş debisi ve aylık ortalama iç ve dış ortam sıcaklığı.

Bu standart binalarda ısıtma enerjisi ihtiyaçlarını, hesaplama kurallarını ve binalarda izin verilebilecek en yüksek ısıtma enerjisi değerlerini tanımlar. Yeni inşa edilecek binalar ile %15 oranı ve üzerinde tadilat yapılacak binalarda, tadil edilen bölümler için ısı kaybı hesabını verir. Bu kurallar güneş enerjisinden pasif olarak yararlanacak binalar için kullanılamamaktadır [41].

Bu maddelere ek olarak, yalıtım malzemesi kalınlığının yanı sıra duvarda kullanılan yapı malzemesi ve bina yön tayini de çok önemlidir.

Duvar gövde malzemesinin tuğla veya gaz beton olması durumu değiştirmemektedir. Yönlendirme farklılığından kaynaklanan güneş enerjisi kazancından dolayı, yıllık ısıtma enerjisi maliyetlerinde % 0.41 ile % 0.69 arasında, ortalama %0.56 artış meydana gelmektedir. En düşük ısıtma enerjisi maliyetleri pencere alanlarının güney, güneydoğu ve güneybatıda daha büyük olduğu durumlarda sağlanırken, en yüksek ısıtma enerjisi maliyetleri daha büyük pencere alanlarının kuzey, batı ve doğuya yönlendirildiği durumlarda oluşmaktadır. Eğer bir dikdörtgen binada doğu ve batı cephelerinde daha fazla yüzey ve pencere alanı olursa, en fazla ısı kaybı farklı cephelerde oluşabilir [42].

4.2. Isı Yalıtım Hesabını Uygulama Metodu

Yöntem olarak TS 825 (Mayıs, 2008) Binalarda Isı Yalıtım Kurallarına bağlı kalınacaktır. Isı Su Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği (İZODER) tarafından hazırlanmış olan ve kendi sitesinde yayınlanan “TS 825 Hesap Programı” kullanılmıştır [43].

İşlem basamakları ise şöyledir:

4.2.1. Isıl geçirgenlik direncinin (R) hesaplanması

Tek tabakalı yapı bileşenleri

Isıl geçirgenlik direnci (R) eşitlik 4.1’de belirtildiği gibi, yapı bileşeninin kalınlık (d) değerinin, ısı iletkenlik hesap değerine (λ_h) bölünmesi ile hesaplanır.

$$R = \frac{d}{\lambda_h} \quad (4.1)$$

Burada;

R : Isıl geçirgenlik direnci ($m^2.K/W$),

d : Yapı bileşeninin kalınlığı (m),

λ_h : Isıl iletkenlik hesap değeri ($W/m.K$)’dir.

ISO ve CEN Standartlarına göre yapılan sınıflandırılmada:

- λ_h (Isıl iletkenlik hesap değeri) > 0,065 W/m.K ise “yapı malzemesi”
- λ_h (Isıl iletkenlik hesap değeri) < 0,065 W/m.K ise “ısı yalıtım malzemesi”

olarak değerlendirilir [41].

Isı yalıtım malzemelerinin seçiminde bazı özellikler aranmaktadır. Bu özellikler şöyledir:

- Isıl iletkenlik hesap değeri - λ_h (W/m.K)
- Su buharı difüzyon direnç katsayısı - μ (-)
- Sıcaklık dayanımı ($^{\circ}\text{C}$)
- Basınç dayanımı (N/mm²)
- Havanın yoğunluğu - ρ (kg/m³) [44].

Çok tabakalı yapı bileşenleri

Çok tabakalı yapı bileşenlerinde ısı geçirgenlik direnci (R), tek tek yapı elemanı kalınlıkları ($d_1, d_2, \dots, d_n$) ve bu yapı elemanlarının, ısı iletkenlik hesap değerleri ($\lambda_{h1}, \lambda_{h2}, \dots, \lambda_{hn}$) kullanılarak eşitlik 4.2 ile hesaplanır [41].

$$R = \frac{d_1}{\lambda_{h1}} + \frac{d_2}{\lambda_{h2}} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_{hn}} \quad (4.2)$$

4.2.2. Toplam ısı geçirgenlik direncinin (1/U) hesaplanması

Bir yapı bileşeninin toplam ısı geçirgenlik direnci (1/U), yapı bileşenlerinin ısı geçirgenlik dirençlerine (R), yüzeysel ısı iletim direnç değerleri (R_i, R_e) eklenerek eşitlik 4.3'e göre hesaplanır.

$$\frac{1}{U} = R_i + R + R_e \quad (4.3)$$

Burada;

1/U : Yapı bileşeninin toplam ısı geçirgenlik direnci (m².K/W),

R_i : İç yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci (m².K/W),

R_e : Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci (m².K/W)'dir [41].

4.2.3. Toplam ısı geçirgenlik katsayısının (U) hesaplanması

Tek tabakalı ve çok tabakalı yapı bileşenleri

Bir yapı bileşeninin toplam ısı geçirgenlik katsayısı (U), eşitlik 4.3'teki denklemin aritmetik tersi alınarak eşitlik 4.4'e göre hesaplanır.

$$U = \frac{1}{R_i + R + R_e} \quad (4.4)$$

Burada ;

U : Yapı bileşeninin toplam ısı geçirgenlik katsayısı (W/m².K)'dır.

Çizelge 4.8. Bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri

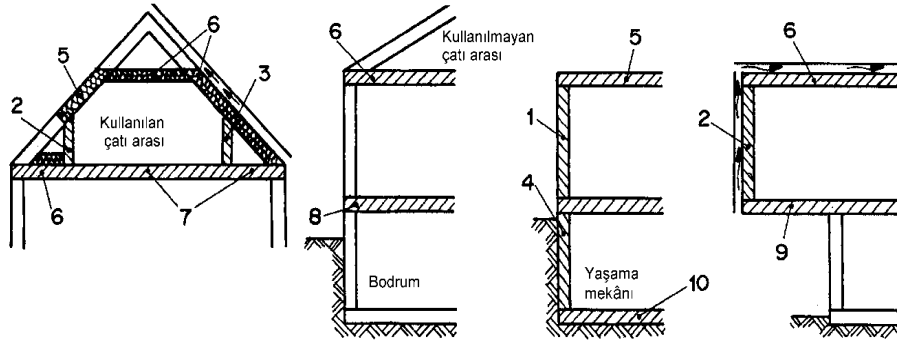
	U _D (W/m ² K)	U _T (W/m ² K)	U _t (W/m ² K)	U _P (W/m ² K)
1. Bölge	0,70	0,45	0,70	2,4
2. Bölge	0,60	0,40	0,60	2,4
3. Bölge	0,50	0,30	0,45	2,4
4. Bölge	0,40	0,25	0,40	2,4

4.2.4. Yüzeysel ısı iletim direnci (taşınım)

Yapı elemanlarının iç ve dış yüzeylerindeki yüzeysel ısı iletim direnç değerleri için, Çizelge 4.9'da verilen R_i ve R_e değerleri kullanılmalıdır.

Çizelge 4.9. Hesaplanmış yüzeysel ısı iletim (taşıyım) direnç değerleri

Sıra No	Yapı bileşeni tipi ³⁾	Yüzeysel ısı iletim direnci ^{1) 2)}	
		R _i (m ² K/W)	R _e (m ² K/W)
1	Dış duvar (Sıra no 2 'de verilenin dışındaki dış duvarlar)	0,13	0,04
2	Arkadan havalandırılan giydirme cephe ⁴⁾ dış duvarlar, ısı yalıtımı yapılmayan tavan arasını ayıran alçak duvarlar		0,08
3	Daireler arasındaki ayırıcı duvarlar, merdiven duvarı, farklı kullanım amaçlı çalışma odalarını ayıran duvarlar, sürekli olarak ısıtılmayan mekânlara bitişik bölme duvarı, ısı yalıtımlı tavan arasına bitişik alçak duvar		5)
4	Toprak temaslı dış duvar		0
5	Bir yaşama mekânının dış hava ile sınırını oluşturan yatay veya eğimli, yukarıda yer alan (havalandırılmayan çatı) tavan veya çatı	0,13	0,04
6	Kullanılmayan bir tavan arası veya havalandırılan bir mekân altındaki tavan (havalandırılan çatı kabuğu)		0,08
7	Daireler arası ayırıcı taban veya farklı kullanım amaçlı çalışma odalarını ayıran taban		
7.1	Aşağıdan yukarıya ısı akışı olması hâlinde		0,13
7.2	Yukarıdan aşağıya ısı akışı olması hâlinde		0,17
8	Bodrum tavanı	0,17	5)
9	Bir yaşama mekânının dış hava ile sınırını oluşturan çıkma tabanları		0,04
10	Altında bodrum olmayan bir yaşama mekânının zemine oturan tabanı		0
1) Basitleştirmek amacıyla bütün durumlarda R _i =0,13 m ² K/W ve 4 ve 10'uncu sıradaki durumlar hariç olmak üzere R _e = 0,04 m ² K/W değerleri hesaplamalarda kullanılabilir.			
2) Yapı elemanlarından buhar geçişinin tahkiki ve sınırlandırılması ile ilgili hesaplamalarda kullanılacak olan iç ve dış yüzeysel ısı iletim direnci için Madde 2.4.6'ya bakınız.			
3) Yapı bileşenlerinin bina üzerindeki konumları için Şekil 1 'e bakınız.			
4) Hava boşluklu sandviç duvarlarda Sıra no 1 'de verilen değerler kullanılır.			
5) Yapı bileşeninin iç mekânda yer alması durumunda, hesaplamalarda iç ve dış yüzey ısı iletim direnç değerleri aynı kabul edilmelidir.			



Şekil 4.2. Yapı bileşenlerinin tasarım ve yerleşimi

Çizelge 4.10. Hava tabakalarının ısıl geçirgenlik direnci hesap değerleri

Hava tabakasının			
Sıra No	Durumu	Kalınlığı (d) mm	Isıl iletkenlik direnci (R) m ² K/W
1	Düşey	≤ 10	0,14
		11 – 20	0,16
		21 – 50	0,18
		51 – 100	0,17
		100 >	0,16
2	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya)	≤ 10	0,14
		11 – 20	0,15
		20 >	0,16
3	Yatay (ısı akışı yukarıdan aşağıya)	≤ 10	0,15
		11 – 20	0,18
		20 >	0,21

4.2.5. Yapı bileşeninin ısı kaybı hesabı

Binanın yapısal özellikleri (duvar tipi, yalıtım durumu, hava sızıntıları, güneş ışınlaması durumu), iklim koşulları ve bina kullanıcılarının kişisel tercihleri gibi birçok faktör derece gün değerinin belirlenmesini etkilemektedir [45].

Kararlı durumdaki bir ısı akış yoğunluğu (q), eşitlik 4.5'ye göre hesaplanır.

$$q = U \cdot (\theta_i - \theta_e) \quad (4.5)$$

Burada;

q : Isı akış yoğunluğu (W/m^2),

θ_i : İç ortam sıcaklığı ($^{\circ}C$),

θ_e : Dış ortam sıcaklığı ($^{\circ}C$),

U : Yapı bileşeninin toplam ısı geçirgenlik katsayısı ($W/m^2.K$)'dır [41].

Çizelge 4.11. Farklı amaçlarla kullanılan binalar için hesaplamalarda kullanılacak aylık ortalama iç sıcaklık değerleri [θ_i ($^{\circ}C$)]

	Isıtılacak binanın adı	Sıcaklığı ($^{\circ}C$)
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 tutuk evleri	
9	Müze ve galeriler	
10	Hava limanları	
11	Hastaneler	22
12	Yüzme havuzları	26
13	İmalat ve atölye mahalleri	16

Çizelge 4.12. Farklı derece gün (dg) bölgeleri için ısı kaybı ve yoğuşma hesaplamalarında kullanılacak aylık ortalama dış sıcaklık değerleri [θ_e , (°C)]

	1. Bölge	2. Bölge	3. Bölge	4. Bölge
OCAK	8,4	2,9	-0,3	-5,4
ŞUBAT	9,0	4,4	0,1	-4,7
MART	11,6	7,3	4,1	0,3
NİSAN	15,8	12,8	10,1	7,9
MAYIS	21,2	18,0	14,4	12,8
HAZİRAN	26,3	22,5	18,5	17,3
TEMMUZ	28,7	24,9	21,7	21,4
AĞUSTOS	27,6	24,3	21,2	21,1
EYLÜL	23,5	19,9	17,2	16,5
EKİM	18,5	14,1	11,6	10,3
KASIM	13,0	8,5	5,6	3,1
ARALIK	9,3	3,8	1,3	-2,8

Tek hacimli bina için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesabı

Binalarda tek bina bölümü için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

$$Q_{yıl} = \sum Q_{ay} \quad (4.6)$$

$$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta_{ay}(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t \quad (4.7)$$

Burada;

$Q_{yıl}$: Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Joule),

Q_{ay} : Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı(Joule),

H : Binanın özgül ısı kaybı (W/K),

θ_i : Aylık ortalama iç sıcaklık (°C),

θ_e : Aylık ortalama dış sıcaklık(°C),

η_{ay} : Kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü..... (birimsiz),
 $\phi_{i,ay}$: Aylık ortalama iç kazançlar (sabit alınabilir) (W),
 $\phi_{s,ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı.....(W),
 t : Zaman, (saniye olarak bir ay = 86400 x 30).....(s)'dir
 [32].

Binanın özgül ısı kaybının hesabı

Binanın özgül ısı kaybı (H), iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (H_T) ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybının (H_v) toplanması ile bulunur [41].

$$H = H_T + H_v \quad (4.8)$$

İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybının hesabı

İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (4.9) no'lu eşitlikle hesaplanır. Bu eşitlikte yapı elemanlarının bünyesinden iletilen ısı kaybına, varsa ısı köprülerinden iletilen ısı kaybı eklenir. Isı köprüsü, bitişik yüzeye göre bileşimi değişik, ısı kaybı binanın ortalama ısı kaybından daha yüksek ve kışın kararlı durum için iç yüzey sıcaklığının daha düşük olduğu bölümdür.

$$H_T = \sum A_U + I U_l \quad (4.9)$$

$$\sum A_U = U_D \cdot A_D + U_p \cdot A_p + U_k \cdot A_k + 0.8 U_T \cdot A_T + 0.5 U_t \cdot A_t + U_d \cdot A_d + 0.5 \cdot U_{ds} \cdot A_{ds} \quad (4.10)$$

Burada;

U_D : Dış duvarın ısıl geçirgenlik katsayısı.....W/m²K,

U_p : Pencerenin ısıl geçirgenlik katsayısı.....W/m²K,

U_k : Dış kapının ısıl geçirgenlik katsayısı.....W/m²K,

U_T : Tavanın ısıl geçirgenlik katsayısı.....W/m²K,

U_t : Zeminde oturan tabanın /döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı.....W/m²K,
 U_d : Dış hava ile temas eden tabanın ısı geçirgenlik katsayısı.....W/m²K,
 U_{ds} : Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayısı.....W/m²K,
 A_D : Dış duvarın alanı.....m²,
 A_P : Pencerenin alanı.....m²,
 A_k : Dış kapının alanı.....m²,
 A_T : Tavan alanı.....m²,
 A_t : Zeminde oturan taban/döşeme alanı.....m²,
 A_d : Dış hava ile temas eden tabanın/döşemenin alanı.....m²,
 A_{ds} : Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının alanı.....m²'dir [41].

Doğal havalandırma : $H_v = \rho \cdot c \cdot V' = \rho \cdot c \cdot n_h V_h = 0.33 n_h \cdot V_h$

Burada;

ρ : Havanın birim hacim kütlesi (kg/m³),
 c : Havanın özgül ısı (J/kgK),
 V' : Hacimce hava değişim debisi..... (m³/h),
 n_h : Hava değişim oranı (h⁻¹),
 V_h : Havalandırılan hacim ($V_h = 0,8 \times V_{brüt}$) (m³)'dir.

“ ρ ” ve “ c ” sıcaklık ve basınca bağlı olarak az da olsa değişir, fakat aşağıdaki denklemde bu durum ihmal edilmiştir. Alınan değerler 20 °C ve 100 kPa içindir. Giren ve çıkan hava arasındaki entalpi artışı ihmal edilmiştir. 0,33 katsayısının hesabında kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir.

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

Doğal havalandırma yapılan binalarda havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı hesabında havalandırma sayısı “ n_h ” değeri 0,8 (h⁻¹) olarak alınır [41].

Çizelge 4.13. Bina sınıfı ve “e” değerleri

Bina sınıfı	“e” değeri	
	Birden fazla dışa açık yüzey	Dışa açık bir yüzey
Açık alandaki binalar veya şehir içindeki 10 kattan daha yüksek binalar	0,10	0,03
Kırsal alandaki binalar	0,07	0,02
Şehir merkezlerindeki 10 kattan daha az katlı binalar	0,04	0,01

Aylık ortalama iç kazançlar ($\phi_{i,ay}$)

İç kazançlar aşağıda verilenleri kapsar:

- Yapı bileşeninin ısıl geçirgenlik katsayısı.
- Binanın ısıtılan brüt hacmi.
- İnsanlardan kaynaklanan metabolik ısı kazançları,
- Sıcak su sisteminden kaynaklanan ısı kazançları,
- Yemek pişirme işleminden kaynaklanan ısı kazançları,
- Aydınlatma sisteminden kaynaklanan ısı kazançları,
- Binalarda kullanılan muhtelif elektrikli cihazlardan kaynaklanan ısı kazançları.

Ortalama değerler ile çalışılması hâlinde, aydınlatma dışındaki ortalama değerler yıl boyunca hemen hemen sabittir. Bu standartta aydınlatmadan kaynaklanan kazançlar da sabit kabul edilmiştir ve her bir kaynak için alınacak değerler aşağıda verilmiştir.

Konutlarda, okullarda ve normal donanımlı binalarda $\phi_{i,ay} \leq 5 \times A_n$ (W)

Yüksek iç enerji kazançlı binalarda..... $\phi_{i,ay} \leq 10 \times A_n$ (W)

A_n : Bina kullanım alanı (m^2)

$$A_n = 0,32 \times V_{brüt} \quad (4.11)$$

$V_{brüt}$: Binanın ısıtılan brüt hacmi (m^3) [41].

Çizelge 4.14. En büyük ve en küçük $A_{top}/V_{brüt}$ oranları için ısıtma enerjisi değerleri

		$A/V < 0,2$ için	$A/V > 1,05$ için	
1. Bölge	A_n ile ilişkili $Q'_{1.DG} =$	19,2	56,7	kWh/m ² ,yıl
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{1.DG} =$	6,2	18,2	kWh/m ³ ,yıl
2. Bölge	A_n ile ilişkili $Q'_{2.DG} =$	38,4	97,9	kWh/m ² ,yıl
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{2.DG} =$	12,3	31,3	kWh/m ³ ,yıl
3. Bölge	A_n ile ilişkili $Q'_{3.DG} =$	51,7	116,5	kWh/m ² ,yıl
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{3.DG} =$	16,6	37,3	kWh/m ³ ,yıl
4. Bölge	A_n ile ilişkili $Q'_{4.DG} =$	67,3	137,6	kWh/m ² ,yıl
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{4.DG} =$	21,6	44,1	kWh/m ³ ,yıl

Çizelge 4.15. Bölgelere ve ara değer $A_{top}/V_{brüt}$ oranlarına bağlı olarak sınırlandırılan Q' 'nin hesaplanması

1. Bölge	A_n ile ilişkili $Q'_{1.DG} = 44,1 \times A/V + 10,4$ [kWh/m ² ,yıl]
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{1.DG} = 14,1 \times A/V + 3,4$ [kWh/m ³ ,yıl]
2. Bölge	A_n ile ilişkili $Q'_{2.DG} = 70 \times A/V + 24,4$ [kWh/m ² ,yıl]
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{2.DG} = 22,4 \times A/V + 7,8$ [kWh/m ³ ,yıl]
3. Bölge	A_n ile ilişkili $Q'_{3.DG} = 76,3 \times A/V + 36,4$ [kWh/m ² ,yıl]
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{3.DG} = 24,4 \times A/V + 11,7$ [kWh/m ³ ,yıl]
4. Bölge	A_n ile ilişkili $Q'_{4.DG} = 82,8 \times A/V + 50,7$ [kWh/m ² ,yıl]
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{4.DG} = 26,5 \times A/V + 16,3$ [kWh/m ³ ,yıl]

Aylık ortalama güneş enerjisi kazançları ($\phi_{s,ay}$)

Bu madde pencerelerden sağlanan doğrudan güneş ışınımının hesaplanmasını tarif etmektedir. Pasif güneş enerjisi sistemlerinden sağlanacak kazançlar ihmal edilmiştir. Aylık ortalama güneş enerjisi kazançları ($\phi_{s,ay}$); TS EN 832’de verilen ayrıntılı hesaplama metodu uygulanarak hesaplanabileceği gibi, binanın durumuna bağlı olarak Çizelge 4.17’de verilen gölgelenme faktörü ($r_{i,ay}$) değerleri doğrudan alınıp 4.12. no’lu eşitlik kullanılarak da hesaplanabilir. Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı ($\phi_{s,ay}$) aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$\phi_{s,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i \quad (4.12)$$

Burada;

$r_{i,ay}$: “i” yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü,

$g_{i,ay}$: “i” yönündeki saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü,

$I_{i,ay}$: “i” yönünde dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti (W/m^2), A_i : “i” yönündeki toplam pencere alanı (m^2) dir.

$I_{i,ay}$ değerleri aşağıda gösterilmiştir [41].

Çizelge 4.16. Bütün derece gün bölgeleri için hesaplamalarda kullanılacak olan ortalama aylık güneş ışınımı şiddeti değerleri [W/m^2]

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
I güney	72	84	87	90	92	95	93	93	89	82	67	64
I kuzey	26	37	52	66	79	83	81	73	57	40	27	22
I batı/doğu	43	57	77	90	114	122	118	106	81	59	41	37

Çizelge 4.17. Saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü ($r_{i,ay}$)

Yönler	$r_{i,ay}$
Ayrık (müstakil) ve/veya az katlı (3 kata kadar) binaların bulunduğu yönlerde	0,8
Ağaçlardan kaynaklanan gölgelenmenin olduğu ve/veya 10 kata kadar yükseklikteki binaların bulunduğu yönlerde	0,6
Bitişik nizam ve/veya 10 kattan daha yüksek binaların bulunduğu yönlerde	0,5

Güneş enerjisi geçirme faktörü

$$g_{i,ay} = F_w \cdot g_{\perp} \quad (4.13)$$

Burada;

F_w : Camlar için düzeltme faktörüdür. $F_w = 0,8$ alınır.

$g_{\perp}$: Laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörüdür.

Ölçü değerlerinin olmaması durumunda “ $g_{\perp}$ ” için aşağıdaki değerler kullanılabilir [41].

Çizelge 4.18. Laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü

Cam türü	$g_{\perp}$
Renksiz tek cam için	0,85
Renksiz yalıtım camı birimi için	0,75
Isıl geçirgenlik katsayısı $2 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'den daha küçük olan diğer ısı yalıtım birimleri için	0,50

Kazanç kullanım faktörü (η)

İç kazançlar ve güneş enerjisi kazançlarının toplamının, ısıtma enerjisi ihtiyacının azaltılması açısından faydalı enerji olarak kabul edilmesi her zaman uygun olmaz. Çünkü ısı kazançlarının yüksek olduğu sürelerde, kazançlar anlık kayıplardan fazla olabilir veya kazançlar ısıtmanın gerekmediği zamanlarda gelebilir. İç ortam sıcaklık kontrol sistemi mükemmel değildir ve yapı elemanlarının bünyesinde bir miktar ısı depolanır. Bu nedenle iç kazançlar ve güneş enerjisi kazançları bir yararlanma faktörü ile azaltılır; bu faktörün büyüklüğü, kazançların ve kayıpların bağlı büyüklüğüne ve binanın ısıl kütlesine bağlıdır. Aylık ortalama kazanç kullanım faktörü, aşağıda verildiği gibi hesaplanmalıdır.

$$\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})} \quad (4.14)$$

Burada; KKO_{ay} Kazanç/kayıp oranı olup, aşağıda verildiği gibi hesaplanmalıdır.

$$KKO_{ay} = (\varphi_{i,ay} + \varphi_{s,ay})/H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay}) \quad (4.15)$$

Burada;

$\theta_{i,ay}$: Aylık ortalama iç ortam sıcaklığı,

$\theta_{e,ay}$: Aylık ortalama dış hava sıcaklığı,

$\varphi_{i,ay}$: Aylık iç kazançlar (W),

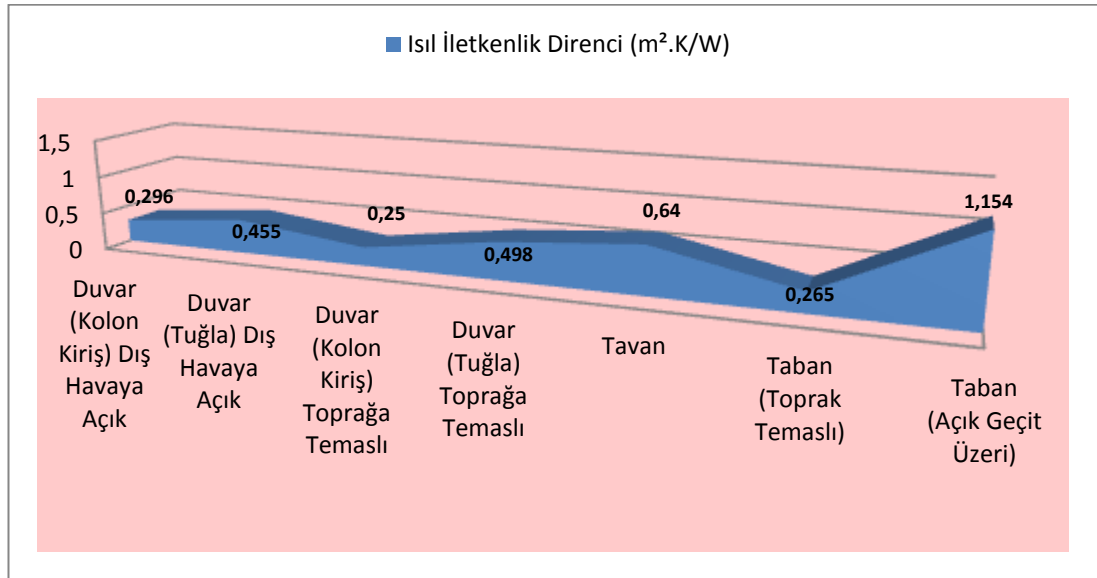
$\varphi_{s,ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı.

KKO_{ay} oranı 2,5 ve üzerinde olduğunda o ay için ısı kaybı olmadığı kabul edilir [41].

4.3. Örnek Projenin Yalıtımsız Halinin Özgül Isı Kaybının Hesaplanması

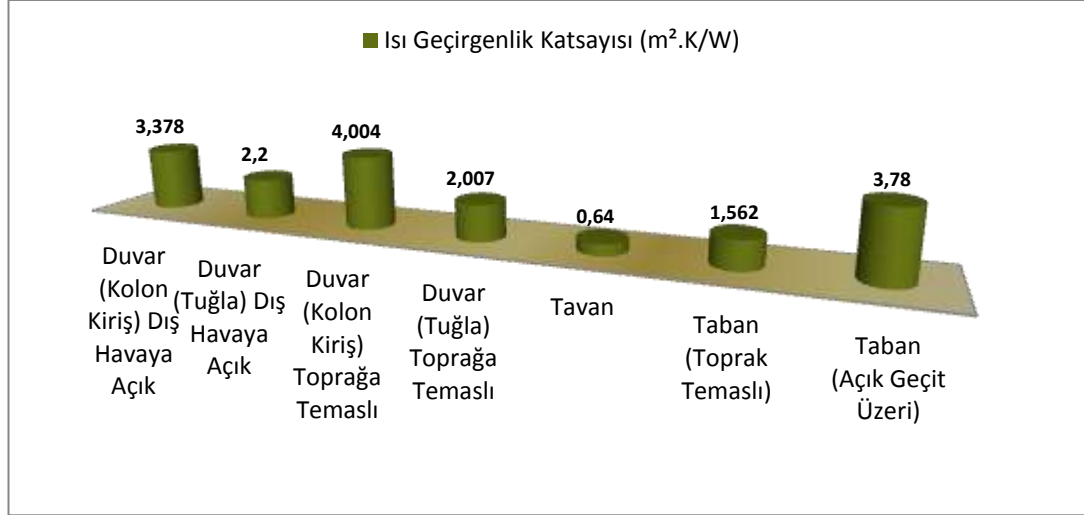
TS 825 Isı Yalıtımı Hesap programı kullanılarak örnek projenin yalıtımsız halinin özgül ısı kaybının hesaplaması yapılmıştır. EK-2 bölümünde Çizelge E2.1.'de yer almaktadır. Buna göre konutun yapı bileşenlerinde hem iletim hem de havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı $H = 3,324,85 \text{ W/K}$ 'dır.

Çizelge 4.19. Örnek projenin (yalıtımsız) özgül ısı kaybının gerçekleştiği alanlarda ısı iletkenlik dirençlerinin karşılaştırılması



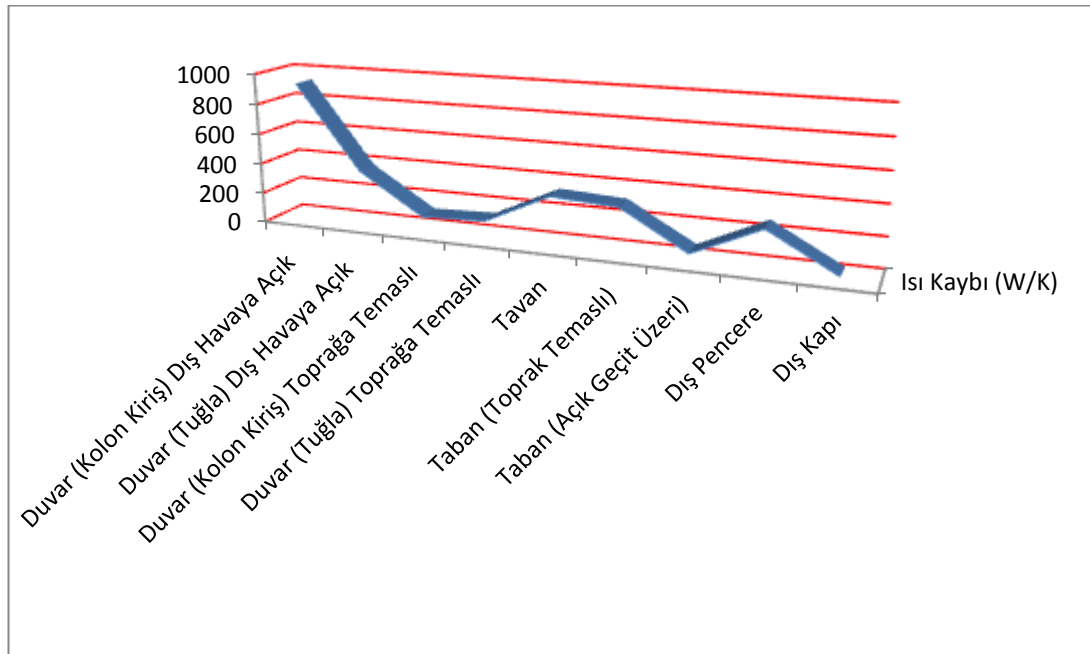
Binanın ısı iletkenlik dirençlerinin gerçekleştiği alanlar Çizelge 4.19 incelendiğinde en çok direncin $1,154 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ ile açık geçit üzerindeki tabanda gerçekleştiği buna karşın $0,250 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ ile toprak temaslı duvarın kolon kiriş yüzeyinde gerçekleştiği görülmektedir.

Çizelge 4.20. Örnek projenin (yalıtımsız) özgül ısı kaybının gerçekleştiği alanlarda ısı geçirgenlik katsayılarının karşılaştırılması



Binanın ısıl iletkenlik dirençlerine bağlı olarak ortaya çıkan ısı geçirgenlik katsayıları ise Çizelge 4.20. incelendiğinde 4,004 U ($m^2.K/W$) ile toprak temaslı duvarın kolon kiriş yüzeyinde gerçekleştiği, buna karşın 0,64 U ($m^2.K/W$) ile tavan kısmında gerçekleştiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.21. Örnek projenin (yalıtımsız) ısı kayıplarının karşılaştırılması



Örnek projenin yalıtımsız ısı kayıpları, binanın hesaplanan yüzey alanları A (m^2) ile her bir alanda ortaya çıkan ısı geçirgenlik katsayılarının U ($m^2.K/W$) çarpımı ile ortaya çıkar.

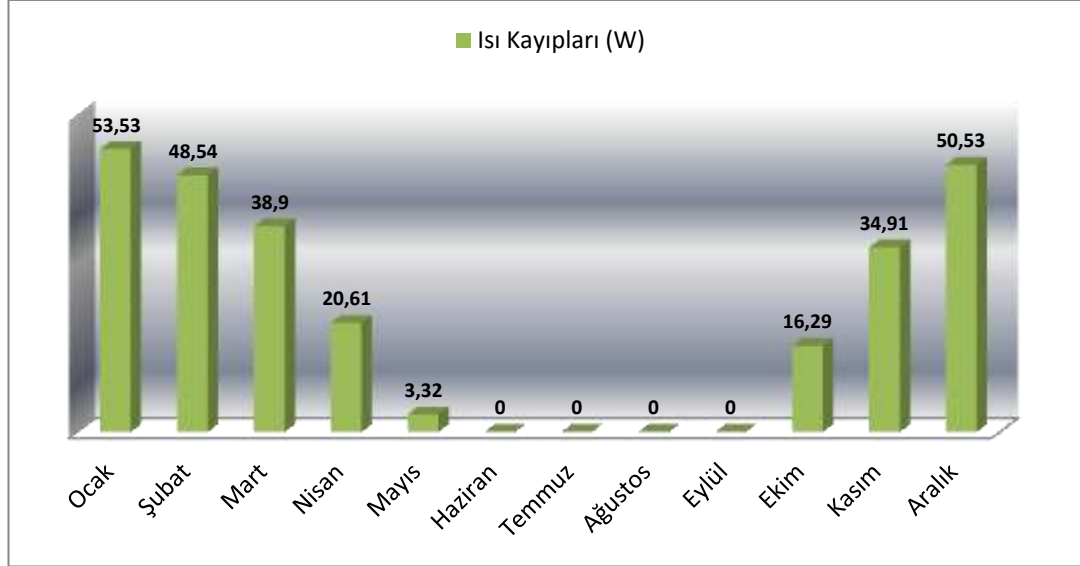
Buna göre Çizelge 4.21. incelendiğinde bina yüzeylerinde en çok ısı kaybı dış havaya açık kolon ve kirişli duvarlarda 927,43 W/K ile gerçekleşirken; en az ısı kaybı ise 26,46 W/K ile binanın dış kapısında ortaya çıktığı görülmektedir.

Buradan binaya yalıtım uygulanırken en fazla ısı kaybı gerçekleşen yer olan dış havaya açık kolon ve kirişli duvarlarda gerçekleştiğinden bu kısımda daha dikkatli olunması gerekmektedir.

4.4. Örnek Projenin Yalıtımsız Halinin Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesaplanması

TS 825 Isı Yalıtımı Hesap programı kullanılarak örnek projenin yalıtımsız halinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplaması yapılmıştır. Örnek projenin yalıtımsız halinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı EK-2 bölümünde Çizelge E2.2.'de yer almaktadır. Buna göre konutun yıllık tükettiği enerji miktarı $Q_{yıl} = 542,724,907$ kJ ve $186,76 > 61,55$ kWh/ m^2 ile $Q > Q'$ olduğundan TS 825 Isı Yalıtım Kurallarına göre standarda aykırıdır. O halde binaya yalıtım yapmak mecburidir. Yapı bileşenlerinde hem iletim hem de havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı $H = 3,324,85$ W/K'dır.

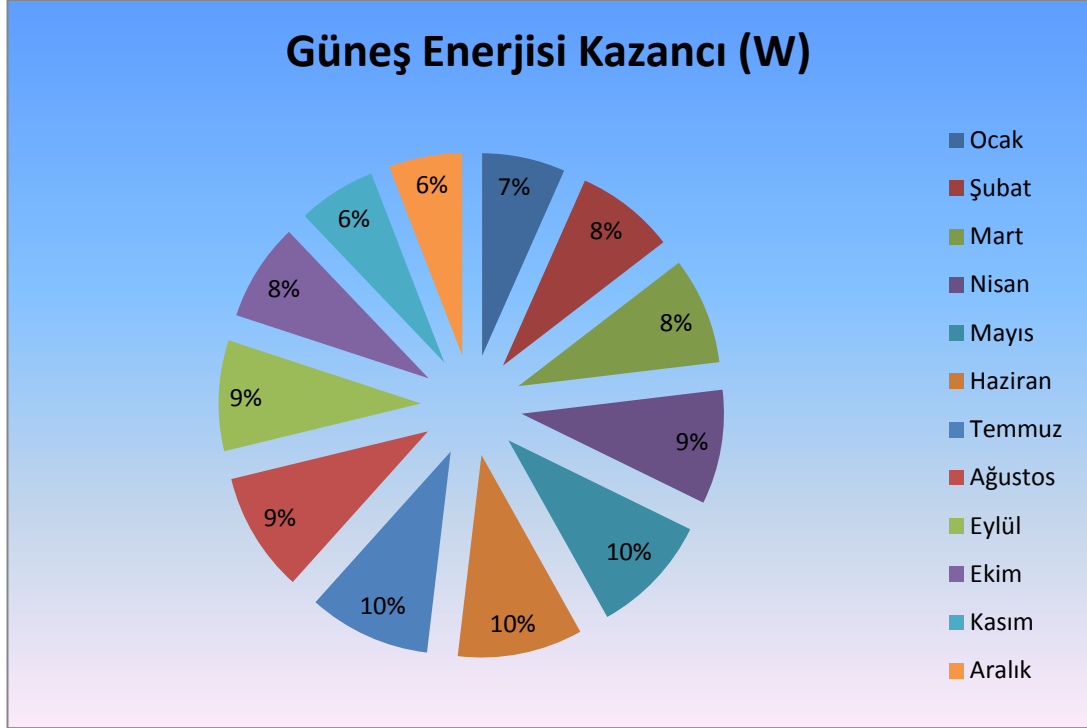
Çizelge 4.22. Örnek projenin (yalıtımsız) ısı kayıplarının aylara göre karşılaştırılması



Çizelge 4.22. incelendiğinde aylık ortalama iç sıcaklık $K,^{\circ}C (\theta_i)$ ile aylık ortalama dış sıcaklık $K,^{\circ}C (\theta_e)$ farkı Çizelge 4.11. ve Çizelge 4.12.'den alınan değerlere göre negatif bir değer aldığından dolayı hesap tablosuna ilgili aylar "0" olarak işlenmiştir.

Çizelge 4.22'ye göre yalıtımsız haldeki bina en fazla Aralık, Ocak, Şubat aylarında ısı kaybına uğrarken projenin yer aldığı 2. Bölgede yer alan İstanbul'un en fazla soğğun yaşandığı aylarda yine bu aylar olduğundan paralellik göstermektedir.

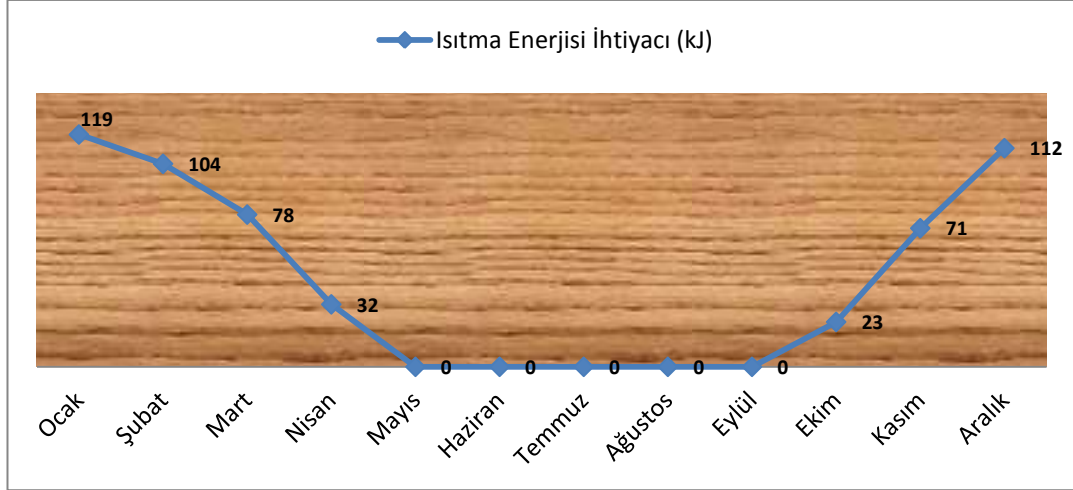
Çizelge 4.23. Örnek projenin (yalıtımsız) güneş enerji kazançlarının aylara göre karşılaştırılması



Güneş enerji kazançları ($\phi_{s,ay}$) (W), eşitlik 17 ile EK-6, Çizelge 6.1’de yer alan ($I_{i,ay}$) değerlerine bağlı olarak hesaplanmaktadır.

Çizelge 4.23. incelendiğinde iklime bağlı olarak en fazla güneş enerji kazancının Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında gerçekleştiği görülmektedir.

Çizelge 4.24. Örnek projenin ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının aylara göre karşılaştırılması

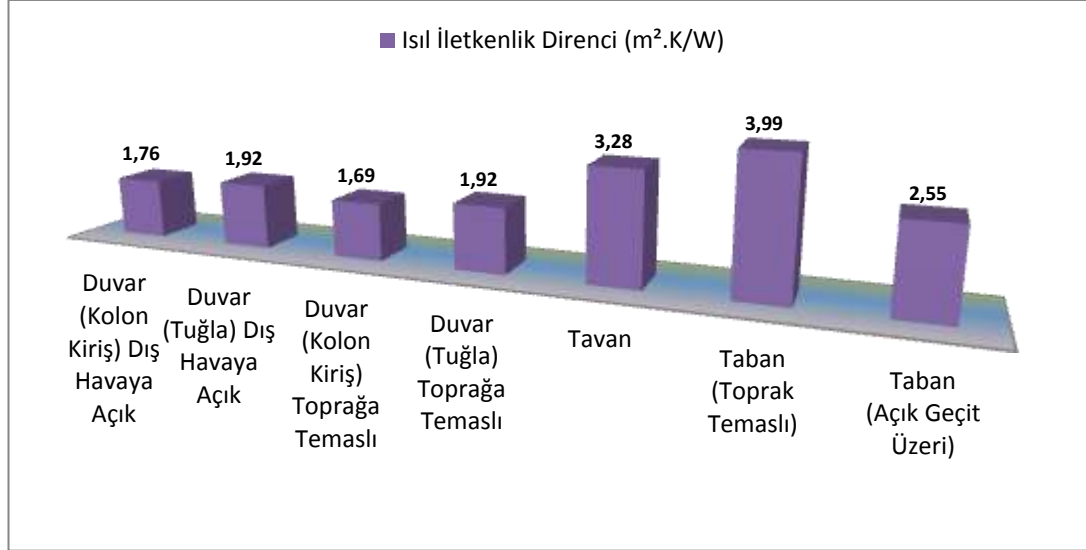


EK-2, Çizelge E2.2'de yalıtımsız binanın yıllık ısıtma enerji ihtiyacına bakıldığında toplam 542,724,907 kJ olan enerji ihtiyacının en fazla 119,092,771 kJ ile Ocak ayında gerçekleştiği yukarıda Çizelge 4.24.'de gösterilmiştir.

4.5. Örnek Projenin Yalıtımlı Halinin Özgül Isı Kaybının Hesaplanması

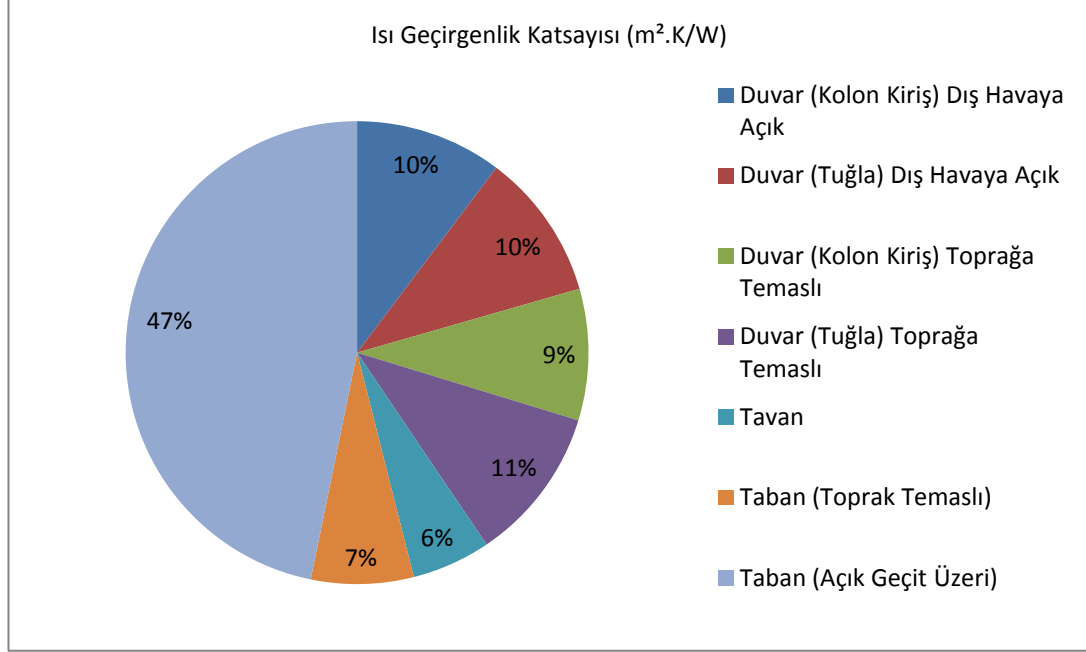
TS 825 Isı Yalıtımı Hesap programı kullanılarak örnek projenin yalıtımlı halinin özgül ısı kaybının hesaplaması yapılmıştır. EK-2, Çizelge E2.4'de yer almaktadır. Buna göre konutun yapı bileşenlerinde hem iletim hem de havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kayıplarının toplamı $H = 1,348,25$ W/K'dir.

Çizelge 4.25. Örnek projenin (yalıtlımlı) özgül ısı kaybının gerçekleştiği alanlarda ısı iletkenlik dirençlerinin karşılaştırılması



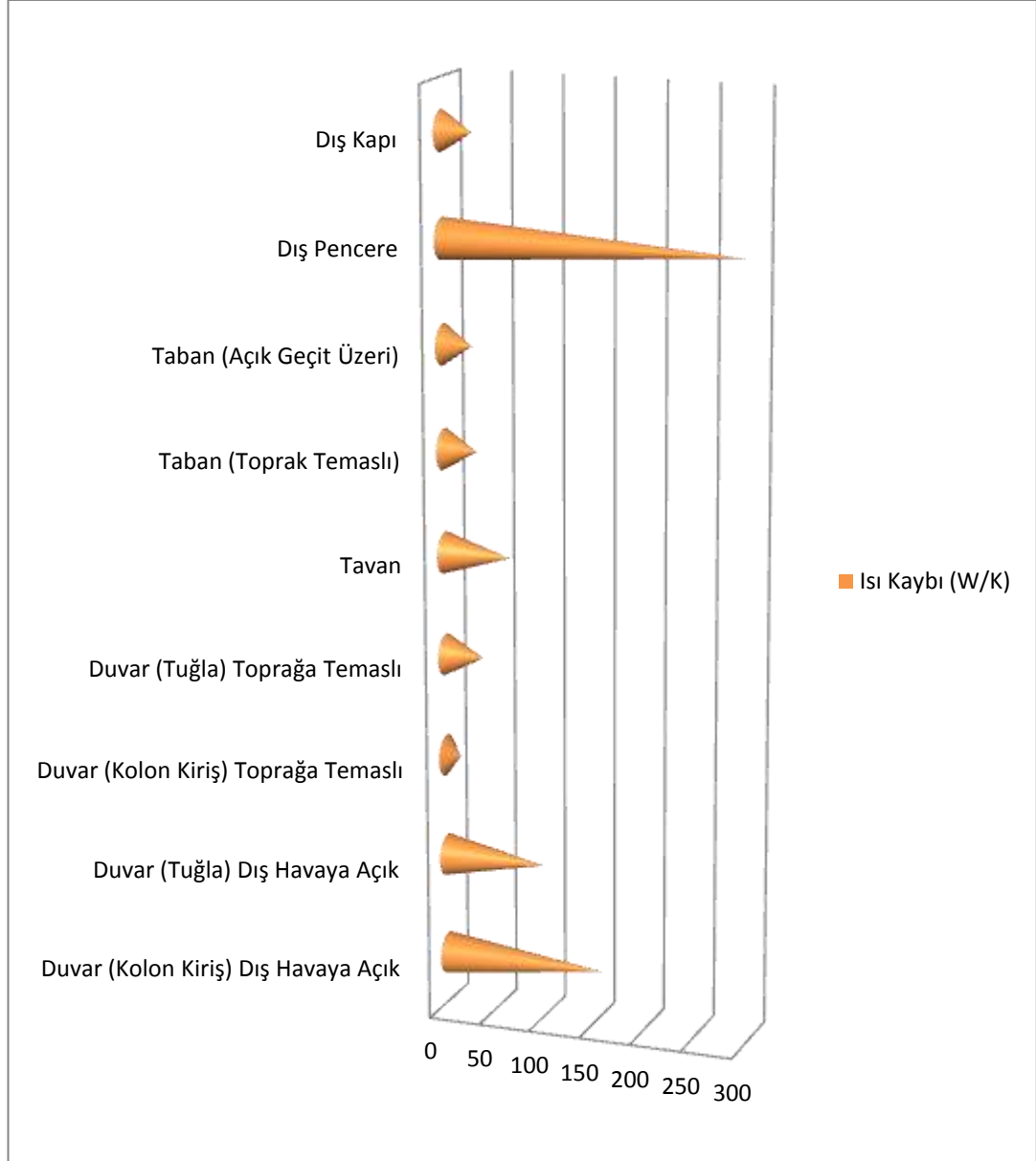
Binanın ısı iletkenlik dirençlerinin gerçekleştiği alanlar Çizelge 4.25. incelendiğinde en çok direncin $3,99 m^2.K/W$ ile açık geçit üzerindeki tabanda gerçekleştiği buna karşın $1,69 m^2.K/W$ ile toprak temaslı duvarın kolon kiriş yüzeyinde gerçekleştiği görülmektedir.

Çizelge 4.26. Örnek projenin (yalıtlımlı) özgül ısı kaybının gerçekleştiği alanlarda ısı geçirgenlik katsayılarının karşılaştırılması



Binanın ısı iletkenlik dirençlerine bağılı olarak ortaya çıkan ısı geçirgenlik katsayıları ise Çizelge 4.26. incelendiğinde $0,598 U (m^2.K/W)$ ile toprak temaslı tuğla duvar yüzeyinde gerçekleştiği, buna karşın $0,305 U (m^2.K/W)$ ile tavan kısmında gerçekleştiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.27. Örnek projenin (yalıtlımlı) özgül ısı kaybının gerçekleştiği alanlarda ısı kayıplarının karşılaştırılması



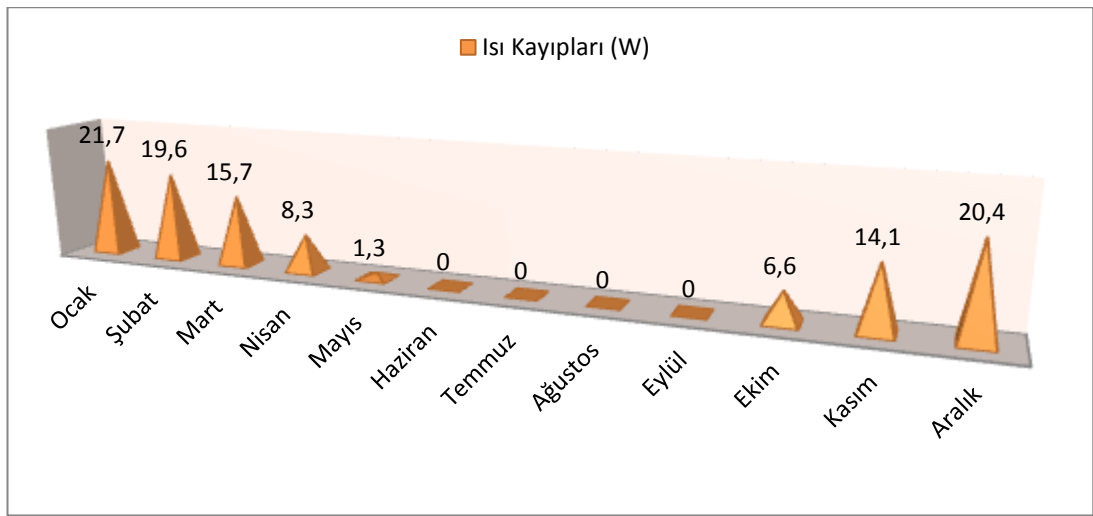
Örnek projenin yalıtlımlı halinin ısı kayıpları, binanın hesaplanan yüzey alanları A (m^2) ile her bir alanda ortaya çıkan ısı geçirgenlik katsayılarının U ($m^2.K/W$) çarpımı ile ortaya çıkar.

Buna göre Çizelge 4.27. incelendiğinde bina yüzeylerinde en çok ısı kaybı dış havaya açık kolon ve kirişli duvarlarda 155,76 W/K ile gerçekleşirken; en

az ısı kaybı ise 14,01 W/K ile binanın toprak temaslı kolon giriş duvarında ortaya çıktığı görülmektedir.

4.6. Örnek Projenin Yalıtımlı Halinin Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesaplanması

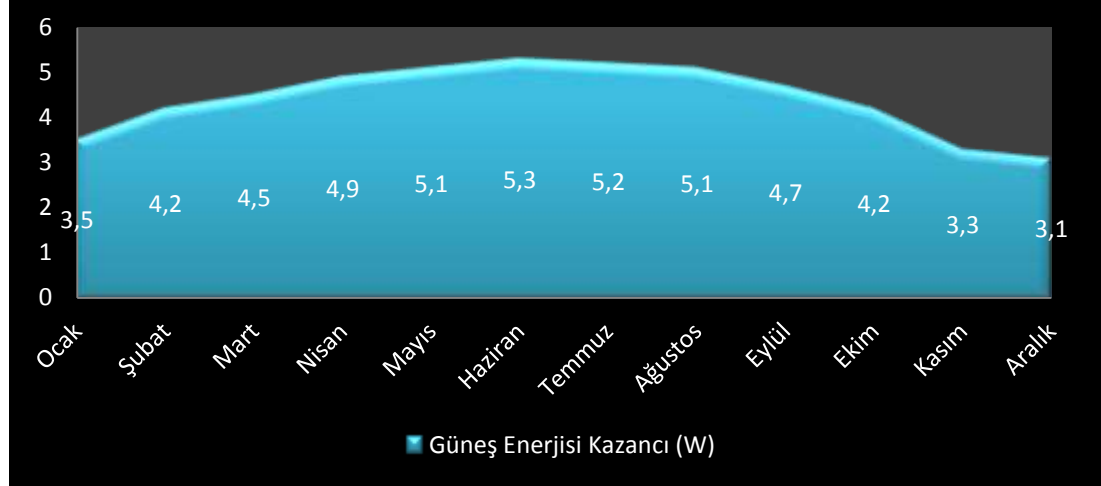
Çizelge 4.28. Örnek projenin (yalıtımlı) ısı kayıplarının aylara göre karşılaştırılması



Çizelge 4.28. incelendiğinde aylık ortalama iç sıcaklık $K,^{\circ}C (\theta_i)$ ile aylık ortalama dış sıcaklık $K,^{\circ}C (\theta_e)$ farkı Çizelge 4.11. ile Çizelge 4.12'den alınan değerlere göre negatif bir değer aldığından dolayı hesap tablosuna ilgili aylar "0" olarak işlenmiştir.

Çizelge 4.28'e göre yalıtımlı haldeki bina en fazla Aralık, Ocak, Şubat aylarında ısı kaybına uğrarken projenin yer aldığı 2. Bölgede yer alan İstanbul'un en fazla soğğun yaşandığı aylarda yine bu aylar olması paralellik göstermektedir.

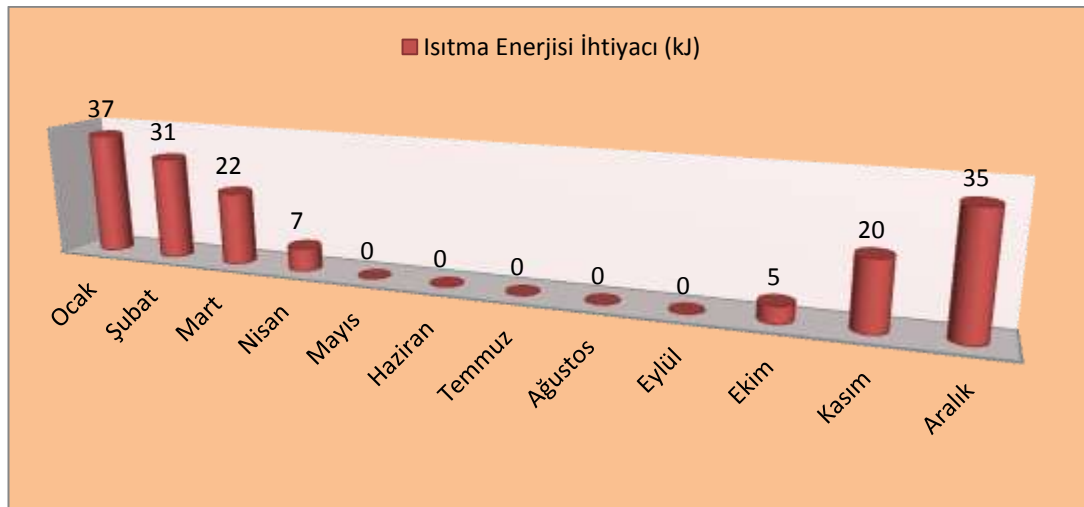
Çizelge 4.29. Örnek projenin (yalıtlımlı) güneş enerji kazançlarının aylara göre karşılaştırılması



Güneş enerji kazançları ($\phi_{s,ay}$) (W), eşitlik 17 ile EK-6, Çizelge E6.1'de yer alan ($I_{i,ay}$) değerlerine bağlı olarak hesaplanmaktadır.

Çizelge 4.29. incelendiğinde iklime bağlı olarak en fazla güneş enerji kazançları Haziran ve Temmuz aylarında gerçekleştiği görülür.

Çizelge 4.30. Örnek projenin (yalıtlımlı) ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının aylara göre karşılaştırılması



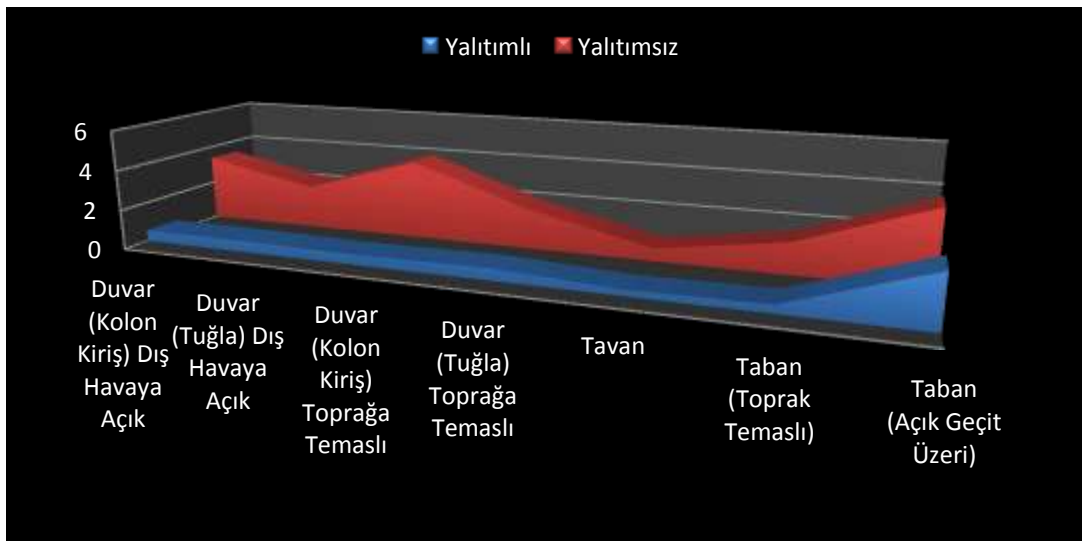
EK-2, Çizelge E2.3'de yalıtımlı binanın yıllık ısıtma enerji ihtiyacına bakıldığında toplam 160,514,237 kj olan enerji ihtiyacının en fazla 37,786,241 kj ile Ocak ayında gerçekleştiği yukarıda Çizelge 4.30.'da gösterilmiştir.

4.7. Örnek Projenin Yalıtımlı ve Yalıtımsız Halinin Karşılaştırılması

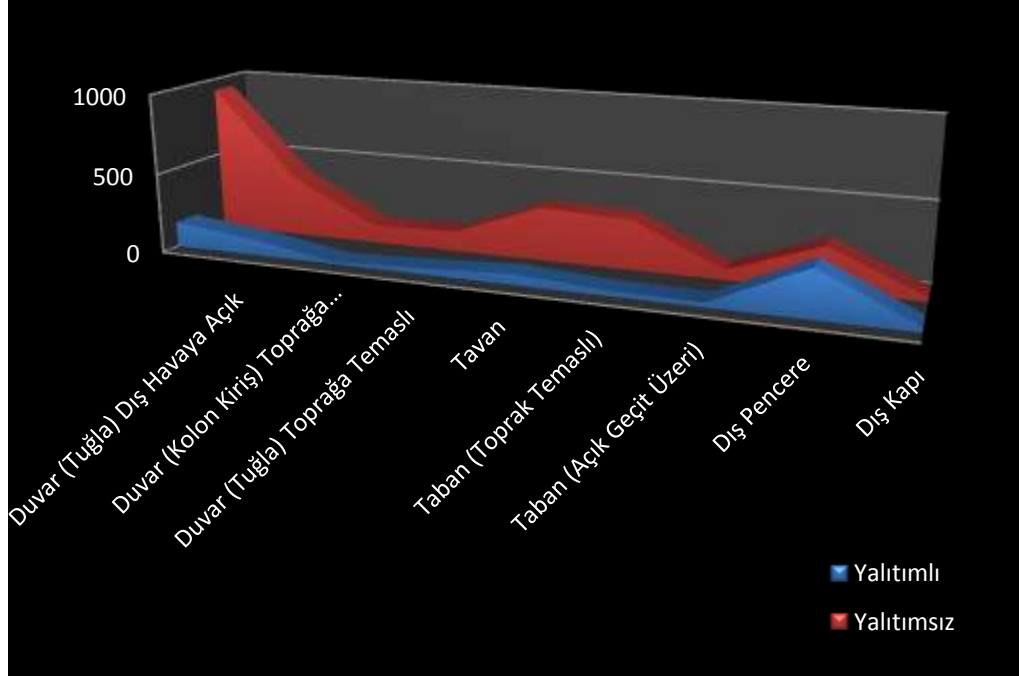
Çizelge 4.31. Yalıtımlı ve yalıtımsız binanın özgül ısı kaybının gerçekleştiği alanlarda ısı iletkenlik direnç değerlerinin karşılaştırılması



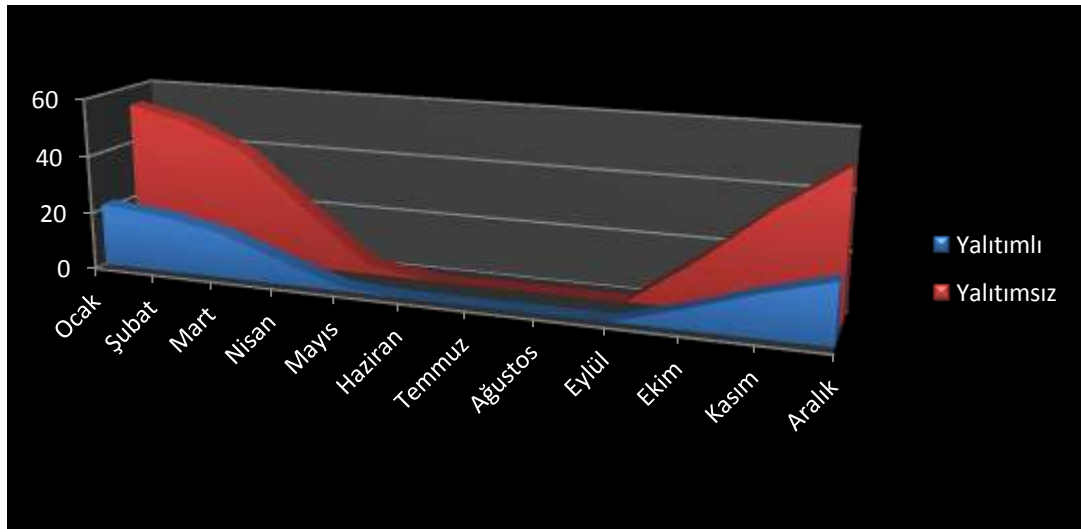
Çizelge 4.32. Yalıtımlı ve yalıtımsız binanın özgül ısı kaybının gerçekleştiği alanlarda ısı geçirgenlik katsayılarının karşılaştırılması



Çizelge 4.33. Yalıtımlı ve yalıtımsız binanın özgül ısı kaybının gerçekleştiği alanlarda ısı kayıplarının karşılaştırılması



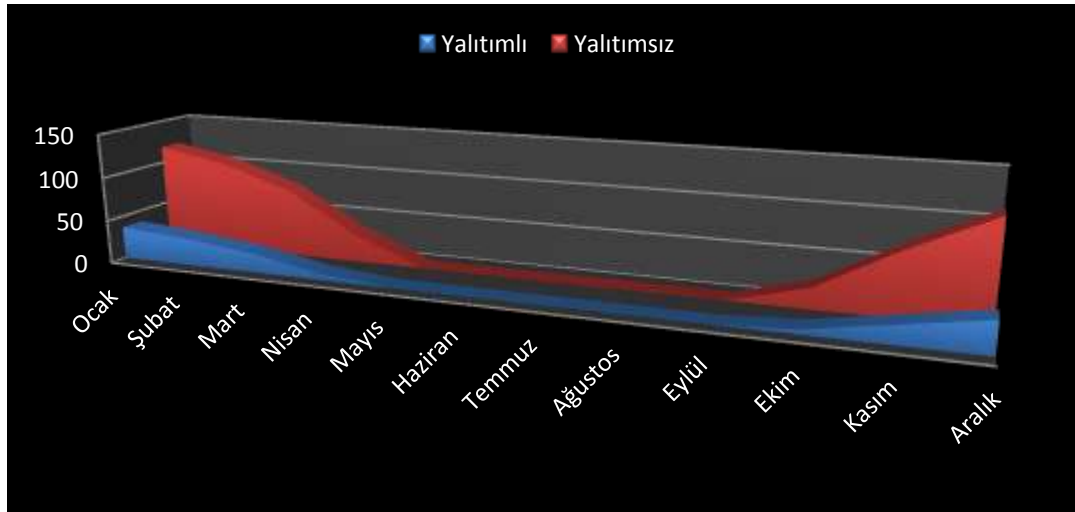
Çizelge 4.34. Yalıtımlı ve yalıtımsız binanın ısı kayıplarının aylara göre karşılaştırılması



Çizelge 4.35. Yalıtımlı ve yalıtımsız binanın güneş enerji kazançlarının aylara göre karşılaştırılması



Çizelge 4.36. Yalıtımlı ve yalıtımsız binanın ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının aylara göre karşılaştırılması



5. ISITMA SİSTEMLERİ ve ISITMA TÜRLERİ ARASINDA MALİYET ANALİZİ

Isı yalıtımı, kapalı mekânların iç sıcaklıklarını istenilen düzeyde tutabilmek için, dış iklim koşullarına karşı yapılan ısıtma-soğutma işlemlerinde kullanılan enerji tasarrufu sağlamak, çevre sorunlarını çözmek ve hava kirliliğini azaltmak için yapılarda alınan her türlü önlemler bütünüdür. Yalıtım aynı zamanda yapıyı dış etkilere koruyarak ömrünü uzatmakta ve yapı fiziği şartlarını yerine getirdiği için de işletme maliyetlerini düşürmektedir [46].

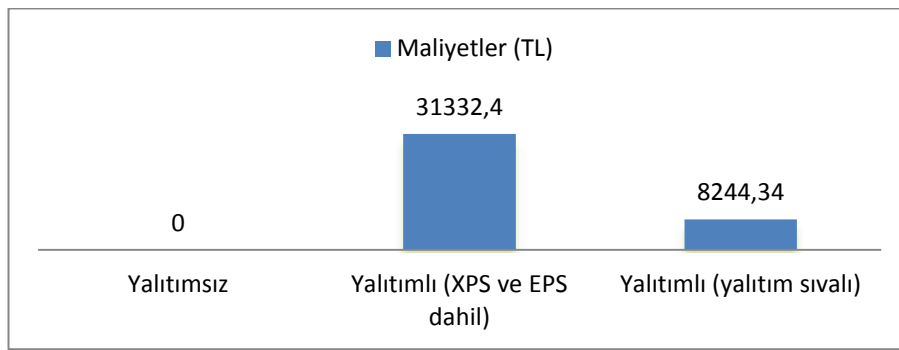
Bina kabuğu, yalıtım ve maliyet, enerji tasarrufunda değerlendirilmesi gereken önemli parametrelerdendir. Bina kabuğu için, malzemelerin fiziksel özellikleri, kalınlık ve yapım şekli önemlidir. Isı yalıtım eklenmesiyle, bina kabuğundan maksimum performans beklenir, binanın ilk yatırım maliyetini arttırır. Enerji ihtiyacını en az maliyetle karşılamak temel kuraldır. Ekonomik analiz yaparak, ısıtma enerjisi ve yalıtım maliyetine bağlı olan, toplam maliyeti belirlemek gerekir [47].

Bir önceki bölümde örnek konut projesinin yalıtımsız, yalıtımlı hallerinin enerji kayıp – ısı kazanç analizi karşılaştırmalı olarak yapılmıştır. Son aşamada ise araştırmamıza “yalıtım sıvası” maliyetini de ekleyerek bir kıyas yapılacaktır. Bununla her üç durumun maliyetinin karşılaştırılması hedeflenmektedir.

Çizelge 5.1’de yalıtımlı binada kullanılan malzemelerin her birinin maliyet hesabı, kullanıldıkları alana göre hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra yalıtım sıvası ile işçiliği de hesaplanmıştır. Böylelikle yalıtımın maliyeti ile yalıtım sıvasının maliyeti ortaya konulmuş olmaktadır.

Dış havaya açık duvarda maliyet 19031,91 TL ile gerçekleşirken toplam maliyetin önemli bir kısmını teşkil etmektedir. Toprak temaslı duvar ise 3408,40 TL; tavan 2174,93 TL; toprak temaslı taban 5533,12 TL; açık geçit üzeri taban 1529,87 TL olmak üzere toplam maliyet 31332,40 TL olmuştur. Yalıtım sıvası ise 8244,34 TL olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.1. Örnek binanın yalıtım maliyetleri



Çizelge 5.2. Yalıtım malzemelerinin maliyeti ile yalıtım sıvası maliyetinin hesaplanması

Yapı Bileşeni	Malzeme/İşçilik	Birim	Miktar	Birim Fiyat	Maliyet (m ² /TL)	Kullanım Alanı (m ²)	Tutar (TL)
Duvar (Dış Havaya Açık)	Yapıştırma harcı	m ²	0,025	19,48	0,487	445,64	217,03
	Polistiren – Partiküler Köpük – TS 7316 EN 13163e uygun Isı iletkenlik grupları 035	m ³	0,05	220,0	11	445,64	4902,04
	Taş yünü levha	m ²	0,06	52,03	3,12	445,64	1390,40
	Çelik dübel	a	6	0,95	5,7	445,64	2540,15
	Su bazlı astar	m ²	0,008	9,21	0,073	445,64	32,83
	160 gr Donatı filei	m ²	1,12	2,86	3,21	445,64	1430,65
	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	m	0,008	29,49	0,235	445,64	105,13
	İskele	m ³	1	3,88	3,88	445,64	1729,08
	İşçilik	m ²	1	7,50	7,50	445,64	3342,30
Duvar (Toprak Temaslı)	Polistiren – Partiküler Köpük – TS 7316 EN 13163e uygun Isı iletkenlik grupları 035	m ³	0,05	220,0	11	182,91	2012,01
	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılmış sıvalar ve harç tabakaları	m ²	0,008	10,03	0,08	182,91	14,67
	İşçilik	m ²	1	7,50	7,50	182,91	1381,72
Tavan	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (Cam yünü, Taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10) e uygun Isı iletkenlik grupları 040	m ²	0,12	10,84	1,30	265,86	345,83
	İşçilik	m ²	1	10,0	10,0	182,91	1829,10
Taban (Toprak Temaslı)	Cam tülü armatürlü bitümlü pestil	m ²	0,05	11,0	0,55	163,46	89,90
	Ekstrüde Polistiren Köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 035	m ²	0,12	215,0	25,80	163,46	4217,27
	İşçilik	m ²	1	7,50	7,50	163,46	1225,95
Taban (Açık Geçit Üzeri)	Sentetik malzemeden kaplamalar (örneğin PVC)	m ²	0,05	10,80	0,54	73,06	39,45
	Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 030	m ²	0,06	215,0	12,90	73,06	942,47
	İşçilik	m ²	1	7,50	7,50	73,06	547,95
Genel toplam							31332,40
Isı Yalıtım Sıvası	Isı yalıtım sıvası (çimento esaslı polimer katkılı, elastik)	kg	5	1,30	6,50	445,64	2896,66
	İşçilik	m ²	1	12,0	12,0	445,64	5347,68
Toplam							8244,34

5.1. Doğal Gaz ile Isıtılan Yalıtımsız, Yalıtımlı ve Yalıtım Sıvalı Binanın Ekonomik Maliyetinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.3. Doğalgaz ile ısıtılan binada maliyet durumu

	Miktar
Yalıtımsız durumdaki net ısıtma enerjisi ihtiyacı	150878 kWh
Yalıtımlı durumdaki net ısıtma enerjisi ihtiyacı	44623 kWh
Tasarruf edilen enerji miktarı	106255 kWh
Tasarruf edilen yakıt miktarı	+ 14065,543
Tasarruf edilen yakıt miktarının bedeli	12842 TL
Yalıtım maliyeti (XPS ve EPS dahil)	31332,40 TL
Yalıtım sıvalı maliyet	8244,34 TL

Çizelge 5.3., TS 825 ısı yalıtım programı ile oluşturulmuştur. Binanın yalıtımsız halinin net ısıtma enerjisi ihtiyacı 150878 kWh olarak hesaplanmıştır. Yalıtımlı durumdaki net ısıtma enerjisi ihtiyacı 44623 kWh'tir. Arasındaki fark olan 106255 kWh ise tasarruf edilen enerji miktarıdır. Yakıt türü olarak doğalgaz seçilmiştir. İstanbul için doğalgazın Kasım/2012 birim fiyatı 0,913 TL ve 0,123 TL/1000 kWh'tir [29]. Tasarruf edilen yakıt miktarı 14065,543 m³'tür. Tasarruf edilen yakıt miktarının bedeli ise 12842 TL'dir. Yalıtımın maliyeti ise (işçilik dahil) 31332,40 TL'dir. Binaya sadece yalıtım sıvası uygulansaydı maliyeti ise 8244,34 TL olacaktır.

Eğer binamız “yalıtımsız” olsaydı ve sadece doğalgaz ile ısıtılsaydı bir yıllık ısıtma maliyeti; 18557,99 TL olacaktı.

Eğer binamız “yalıtımlı” olsaydı ve sadece doğalgaz ile ısıtılsaydı bir yıllık ısıtma maliyeti; 5488,63 TL olacaktı.

5.2. Fuel Oil ile Isıtılan Yalıtımsız, Yalıtımlı ve Yalıtım Sıvalı Binanın Ekonomik Maliyetinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.4. Fuel oil ile ısıtılan binada maliyet durumu

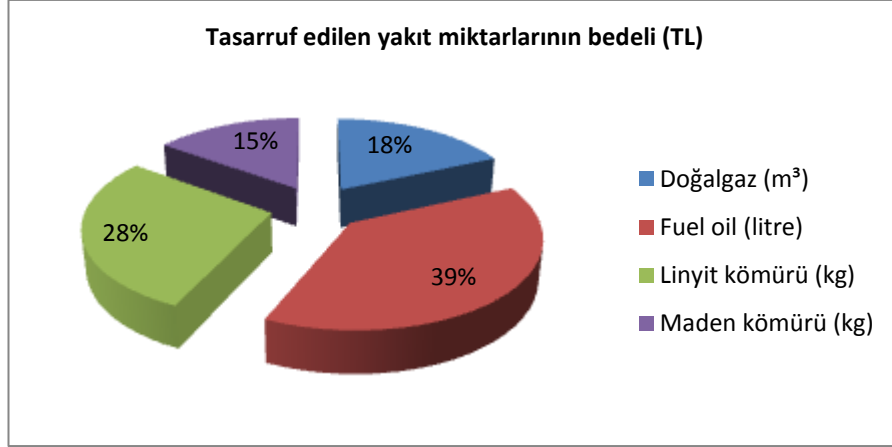
	Miktar
Yalıtımsız durumdaki net ısıtma enerjisi ihtiyacı	150878 kWh
Yalıtımlı durumdaki net ısıtma enerjisi ihtiyacı	44623 kWh
Tasarruf edilen enerji miktarı	106255 kWh
Tasarruf edilen yakıt miktarı	+ 13054,922
Tasarruf edilen yakıt miktarının bedeli	26893 TL
Yalıtım maliyeti (XPS ve EPS dahil)	31332,40 TL
Yalıtım sıvalı maliyet	8244,34 TL

Çizelge 5.4., TS 825 ısı yalıtım programı ile oluşturulmuştur. Binanın yalıtımsız halinin net ısıtma enerjisi ihtiyacı 150878 kWh olarak hesaplanmıştır. Yalıtımlı durumdaki net ısıtma enerjisi ihtiyacı 44623 kWh'tir. Arasındaki fark olan 106255 kWh ise tasarruf edilen enerji miktarıdır. Yakıt türü olarak fuel oil seçilmiştir. İstanbul için fuel oil'in Kasım/2012 birim fiyatı 2,06 TL ve 0,2655 TL/1000 kWh'tir [29]. Tasarruf edilen yakıt miktarı 13054,922 litre'dir. Tasarruf edilen yakıt miktarının bedeli ise 26893 TL'dir. Yalıtımın maliyeti ise (işçilik dahil) 31332,40 TL'dir. Binaya sadece yalıtım sıvası uygulansaydı maliyeti ise 8244,34 TL olacaktır.

Eğer binamız “yalıtımsız” olsaydı ve sadece fuel oil ile ısıtılsaydı bir yıllık ısıtma maliyeti; 40058,109 TL olacaktı.

Eğer binamız “yalıtımlı” olsaydı ve sadece fuel oil ile ısıtılsaydı bir yıllık ısıtma maliyeti; 11847,41TL olacaktı.

Çizelge 5.5. Yalıtımlı binada tasarruf edilen yakıt miktar bedellerinin karşılaştırılması



Çizelge 5.5'e bakıldığında 26893 TL ile en fazla tasarruf bedeli fuel oil ile ısıtılan yalıtımlı binada gerçekleşmiştir.

5.3. Linyit Kömürü ile Isıtılan, Yalıtımsız, Yalıtımlı ve Yalıtım Sıvalı Binanın Ekonomik Maliyetinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.6. Linyit kömürü ile ısıtılan binada maliyet durumu

	Miktar
Yalıtımsız durumdaki net ısıtma enerjisi ihtiyacı	150,878 kWh
Yalıtımlı durumdaki net ısıtma enerjisi ihtiyacı	44,623 kWh
Tasarruf edilen enerji miktarı	106,255 kWh
Tasarruf edilen yakıt miktarı	+ 29211,529
Tasarruf edilen yakıt miktarının bedeli	19776 TL
Yalıtım maliyeti (XPS ve EPS dahil)	31,332,40 TL
Yalıtım sıvalı maliyet	8244,34 TL

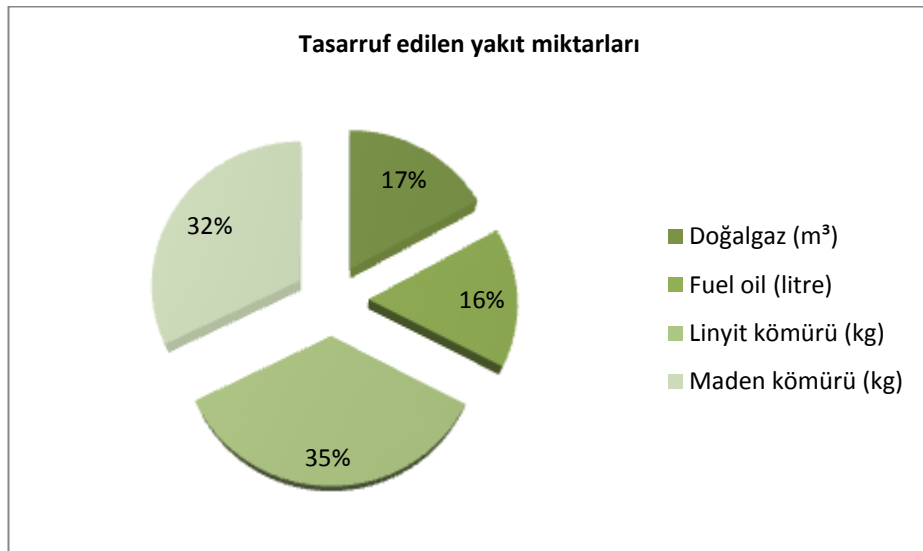
Çizelge 5.6., TS 825 ısı yalıtım programı ile oluşturulmuştur. Bina'nın yalıtımsız halinin net ısıtma enerjisi ihtiyacı 150878 kWh olarak hesaplanmıştır. Yalıtımlı durumdaki net ısıtma enerjisi ihtiyacı 44623 kWh'tir.

Arasındaki fark olan 106255 kWh ise tasarruf edilen enerji miktarıdır. Yakıt türü olarak linyit kömürü seçilmiştir. İstanbul için linyit kömürünün Kasım/2012 birim fiyatı 0,677 TL ve 0,1738 TL/1000 kWh'tir [29]. Tasarruf edilen yakıt miktarı 29211,529 kg'dır. Tasarruf edilen yakıt miktarının bedeli ise 19776 TL'dir. Yalıtımın maliyeti ise (işçilik dahil) 31332,40 TL'dir. Binaya sadece yalıtım sıvası uygulansaydı maliyeti ise 8244,34 TL olacaktır.

Eğer binamız “yalıtımsız” olsaydı ve sadece linyit kömürü ile ısıtılsaydı bir yıllık ısınma maliyeti; 26222,59 TL olacaktı.

Eğer binamız “yalıtlımlı” olsaydı ve sadece linyit kömürü ile ısıtılsaydı bir yıllık ısınma maliyeti; 7755,47 TL olacaktı.

Çizelge 5.7. Yalıtlımlı binada tasarruf edilen yakıt miktarlarının karşılaştırılması



Çizelge 5.7'den de anlaşılacağı gibi yakıtta en büyük tasarruf linyit kömürü ile ısınan binada gerçekleşmiştir.

5.4. Maden Kömürü ile Isıtılan Yalıtımsız, Yalıtımlı ve Yalıtım Sıvalı Binanın Ekonomik Maliyetinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.8. Maden kömürü ile ısıtılan binada maliyet durumu

	Miktar
Yalıtımsız durumdaki net ısıtma enerjisi ihtiyacı	150,878 kWh
Yalıtımlı durumdaki net ısıtma enerjisi ihtiyacı	44,623 kWh
Tasarruf edilen enerji miktarı	106,255 kWh
Tasarruf edilen yakıt miktarı	+ 26779,328
Tasarruf edilen yakıt miktarının bedeli	10524 TL
Yalıtım maliyeti (XPS ve EPS dahil)	31332,40 TL
Yalıtım sıvalı maliyet	8244,34 TL

Çizelge 5.8., TS 825 ısı yalıtım programı ile oluşturulmuştur. Binanın yalıtımsız halinin net ısıtma enerjisi ihtiyacı 150878 kWh olarak hesaplanmıştır. Yalıtımlı durumdaki net ısıtma enerjisi ihtiyacı 44623 kWh'tir. Arasındaki fark olan 106255 kWh ise tasarruf edilen enerji miktarıdır. Yakıt türü olarak maden kömürü seçilmiştir. İstanbul için maden kömürünün Kasım/2012 birim fiyatı 0,392 TL ve 0,1527 TL/1000 kWh'tir [50]. Tasarruf edilen yakıt miktarı 26779,328 kg'dır. Tasarruf edilen yakıt miktarının bedeli ise 10524 TL'dir. Yalıtımın maliyeti ise (işçilik dahil) 31332,40 TL'dir. Binaya sadece yalıtım sıvası uygulansaydı maliyeti ise 8244,34 TL olacaktır.

Eğer binamız “yalıtımsız” olsaydı ve sadece maden kömürü ile ısıtılsaydı bir yıllık ısınma maliyeti; 23039,07 TL olacaktı.

Eğer binamız “yalıtımlı” olsaydı ve sadece maden kömürü ile ısıtılsaydı bir yıllık ısınma maliyeti; 6813,93 TL olacaktı.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Ülkemizde gerek TOKİ (Başbakanlık Toplu Konut İdaresi Başkanlığı)'nın gerekse müteahhitlikten profesyonel grup şirketlerine dönüşen firmalar sayesinde Türkiye'nin dört bir yanına modern ve çok katlı yapılar yapılmaktadır.

Mevcut yapılarda yapılacak iyileştirmeler ve yeni yapılacak yapıların şartname ve yönetmeliklere uygun olarak ısı yalıtım sistemlerinin uygulanması ile yalıtımda tasarruf edilecek enerji miktarı oldukça önemli ve ülke ekonomisinin geleceğini yönlendirecek güçtedir. Bu nedenle, ısı yalıtımının önemi topluma anlatılmalı ve bilinçli bir toplum oluşturulması için çalışılmalıdır.

Bugün ülkemizde yalıtım konusunda, proje aşamasında, yalıtım kalınlıklarına, ısı köprülerine, dikkat edilmemesi gibi hataların yanında, özellikle uygulayıcıların yanlış bilgilerinden dolayı yalıtım malzemelerinin kullanıldığı yerlerde ve montajında önemli hatalar yapılmaktadır. Isı yalıtımının amacına uygun ve etkin olarak kullanımının sağlanabilmesi için, ısı yalıtımı konusunda teknik kişiler ve uygulayıcılar yetiştirilmeli, bu konu ile ilgili gerekli kurs ve seminer imkanları sağlanmalıdır. Bağımsız denetim kuruluşlarına önem verilmelidir. Tüketiciler ise, kullanabilecekler en uygun malzemeyi seçebilmek için gerekli araştırmaları en iyi şekilde yapıp, yetkili kuruluşlardan yardım almalıdırlar.

Yakıt kullanımı sonucunda oluşan ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri bulunan hava kirliliğinde ve ısı yalıtımı ile yakıtta sağlanan tasarrufla önemli ölçüde azalmalar sağlanacaktır.

Bu çalışmada seçilen örnek proje yalıtımsız, yalıtımlı ve yalıtım sıvalı olarak üç farklı durum ile doğalgaz yakıtlı, linyit kömürlü, fuel oil yakıtlı ve maden

kömürlü olarak dört farklı durumunun maliyet durumu karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir.

Örnek projenin ısı kaybeden yüzey alanları metre kare olarak hesaplanmıştır. Böylelikle binanın dış kabuğunda gerçekleşen ısı kaybı hesaplanarak hangi tür yalıtım malzemelerinin ne oranda yalıtım sağlayacağı, yakıt tüketiminin ne olacağı maliyetleriyle birlikte ortaya çıkarmak tezin en önemli amacını oluşturmaktadır.

Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır:

Örnek projenin yalıtımlı ve yalıtımsız halinin ısı iletkenlik direnç değerleri, ısı geçirgenlik katsayıları, ısı kayıpları, aylara göre ısı kayıplarının belirlenmesi, ısıtma enerjisi ihtiyaçları, ayrı ayrı hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır.

Örnek projenin yalıtımlı ve yalıtımsız halinin ısı iletkenlik direnç değerleri karşılaştırıldığında (Çizelge 4.25) ısı iletkenlik direnç değerlerinde en büyük rakamsal değer farkı toprak temaslı tabanda gerçekleşmiştir. Projenin yalıtımsız hali için $0,265 \text{ m}^2.\text{K/W}$, yalıtımlı hali için ise $3,99 \text{ m}^2.\text{K/W}$ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçtan projenin toprak temaslı tabanında mutlaka yalıtım yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Örnek projenin yalıtımlı ve yalıtımsız halinin ısı geçirgenlik katsayıları karşılaştırıldığında (Çizelge 4.26) ısı geçirgenlik katsayıları en büyük rakamsal değer farkı toprak temaslı kolon giriş duvarda gerçekleşmiştir. Projenin yalıtımsız hali için $4,004 \text{ m}^2.\text{K/W}$, yalıtımlı hali için ise $0,501 \text{ m}^2.\text{K/W}$ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçtan projenin toprak temaslı kolon giriş duvarda mutlaka yalıtım yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Örnek projenin yalıtımlı ve yalıtımsız halinin ısı kayıpları karşılaştırıldığında (Çizelge 4.27) ısı kayıplarının en büyük rakamsal değer farkı dış havaya açık kolon giriş duvarda gerçekleşmiştir. Projenin yalıtımsız hali için $927,43 \text{ K/W}$,

yalıtlı hali için ise 155,76 K/W olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçtan projenin dış havaya açık kolon giriş duvarda mutlaka yalıtım yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Örnek projenin yalıtlı ve yalıtsız halinin aylara göre ısı kayıpları karşılaştırıldığında (Çizelge 4.28) ısı kayıplarının en büyük rakamsal değeri Ocak ayında gerçekleşmiştir. Projenin yalıtsız hali için 53530 W, yalıtlı hali için ise 21707 W olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçtan projenin eğer yalıtım yapılırsa kış aylarında özellikle Ocak ayında daha fazla enerji tasarrufu sağlanacağı ortaya çıkmıştır.

Örnek projenin yalıtlı ve yalıtsız halinin ısıtma enerjisi ihtiyaçları karşılaştırıldığında (Çizelge 4.30) kazancın en büyük rakamsal değeri Ocak ayında gerçekleşmiştir. Projenin yalıtsız hali için 119,092,771 kJ, yalıtlı hali için ise 37,786,241 kJ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçtan projenin eğer yalıtım yapılırsa kış aylarında özellikle Ocak ayında daha fazla enerji tasarrufu sağlanacağı ortaya çıkmıştır.

Isı yalıtımının maliyet hesapları irdelendiğinde ise;

Yapılan hesaplamalar sonucunda yalıtım sıvalı ısı yalıtım sisteminde 8244,34 TL tutarında bir maliyet ortaya çıkmıştır. XPS ve EPS kullanılarak oluşturulan ısı yalıtım sisteminde ise 31332,4 TL tutarında bir maliyet ortaya çıkmıştır (Çizelge 5.1. ve Çizelge 5.2). Buradan yalıtım sıvalı ısı yalıtım sisteminin daha ekonomik olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Binanın “yalıtsız” hali için sadece doğalgaz ile ısıtılma durumunda bir yıllık ısınma maliyeti; 18557,99 TL olacaktır. Binanın “yalıtlı” hali için sadece doğalgaz ile ısıtılma durumunda bir yıllık ısınma maliyeti; 5488,63 TL olacaktır (Çizelge 5.3). Buradan yalıtlı binanın yalıtsız binaya göre doğalgaz ile ısıtma sistemli halinin daha ekonomik olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Binanın “yalıtımsız” hali için sadece fuel oil ile ısıtılma durumunda bir yıllık ısınma maliyeti; 40058,109 TL olacaktır. Binanın “yalıtlımlı” hali için sadece fuel oil ile ısıtılma durumunda bir yıllık ısınma maliyeti; 11847,41TL olacaktır (Çizelge 5.4). Buradan yalıtlımlı binanın yalıtlımsız binaya göre fuel oil ile ısıtma sistemli halinin daha ekonomik olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Binanın “yalıtımsız” hali için sadece linyit kömürü ile ısıtılma durumunda bir yıllık ısınma maliyeti; 26222,59 TL olacaktır. Binanın “yalıtlımlı” hali için sadece linyit kömürü ile ısıtılma durumunda bir yıllık ısınma maliyeti; 7755,47 TL olacaktır (Çizelge 5.6). Buradan yalıtlımlı binanın yalıtlımsız binaya göre linyit kömürü ile ısıtma sistemli halinin daha ekonomik olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Binanın “yalıtımsız” hali için sadece maden kömürü ile ısıtılma durumunda bir yıllık ısınma maliyeti; 23039,07 TL olacaktır. Binanın “yalıtlımlı” hali için sadece maden kömürü ile ısıtılma durumunda bir yıllık ısınma maliyeti; 6813,93 TL olacaktır (Çizelge 5.8). Buradan yalıtlımlı binanın yalıtlımsız binaya göre maden kömürü ile ısıtma sistemli halinin daha ekonomik olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Çalışmada çıkan sonuçlardan biri de dört farklı ısıtma sisteminde yalıtlımlı binada tasarruf edilen yakıt miktarlarının karşılaştırılması yapıldığında %35 ile en fazla tasarruf Çizelge 5.7.’den de anlaşılacağı gibi linyit kömürü ile ısınan binada gerçekleşmiştir.

Çalışmada çıkan sonuçlardan başka biri de dört farklı ısıtma sisteminde yalıtlımlı binada tasarruf edilen yakıt miktar bedellerinin karşılaştırılmasında ortaya çıkmaktadır. Yapılan kıyaslamada %39 ve 26,893 TL ile en fazla tasarruf bedeli fuel oil ile ısıtılan yalıtlımlı binada gerçekleşmiştir (Çizelge 5.5).

Çalışmada çıkan başka bir sonuç ise yalıtımlı binada doğalgaz ile ısıtılma durumunda bir yıllık ısınma maliyeti; 5488,63 TL olduğu sonucu yukarıda belirtildiğinden binayı en ekonomik ısıtma şeklidir.

Yukarıda başka bir maliyet analizinden çıkan sonuca göre ise, yalıtım sıvalı ısı yalıtım sisteminde 8244,34 TL tutarında bir maliyet ile en ekonomik tutar olduğu sonucuna varılır.

Hazırlanan bu tezde irdelenen sonuçlara göre hem çevreye saygılı ekolojik bir yapı tasarımı düşünüldüğünde hem de bina ısı kayıplarının en optimum oranda ekonomikliğı hesaplandığında binanın dış cephesine ısı yalıtım sıvası uygulanması ve ısıtma şekli olarak ise doğalgazlı ısıtma yöntemi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Ulaş, A., “Binalarda TS 825 hesap yöntemine göre ısı kaybı, yakıt tüketimi, karbondioksit emisyonu hesabı ve maliyet analizi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, 2, (2010).
2. Özel, M., “Bina dış duvarlarının optimum yalıtım kalınlıkları için dinamik yaklaşım ve maliyet analizi”, **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 23 (4): 879-884, (2008).
3. Onaylı, S., “Binalarda ısı yalıtımı ve son teknolojik gelişmeler”, Yüksek Lisans Tezi, **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Isparta, 30-40, 42-53 (2002).
4. Evcil, N., “Isı izolasyonu ve dış duvarların enerji etkin yenilenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2000).
5. Ekinci, C.E., “Yalıtım Teknikleri”, **Atlas Yayın Dağıtım**, İstanbul, (2003).
6. Paralı, D., “Bina duvarlarında uygulanan ısı yalıtım sistemlerinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Sakarya, 26-32,43,48 (2009).
7. Türkiye Mimar ve Mühendis Odaları Birliği, Makine Mühendisleri Odası., “Yalıtım Dergisi”, Yayın No: 2005/399, (2005).
8. Oğan, N. “Enerji verimliliği teknik kitapçık”, **İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü ve Heinrich Böll Stiftung Derneği Türkiye Temsilciliği**, 1. Baskı, İstanbul, (2008).
9. Akıncı, H., “Günümüzde uygulanan ısı yalıtım malzemeleri özellikleri uygulama teknikleri ve fiyat analizleri”, Yüksek Lisans Tezi, **Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Sakarya, (2007).
10. Aksöz, H., “Betonarme binalarda uygulanan ısı yalıtım amaçlı duvar elemanlarının ısı ve ekonomik yönden analizi”, Yüksek Lisans Tezi, **Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Tekirdağ, 17, (2009).
11. Toydemir, N., Gürdal, E., Tanaçan L., “Yapı elemanı tasarımında malzeme”, **Literatür Yayıncılık**, İstanbul, (2000).
12. Karaca, T., “Ekstrüde polistren köpük levhaların dış duvarlarda kullanımı”, Yüksek Lisans Tezi, **Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2001).

13. Sezer, F., "Metal sandviç panellerin çatı ve cephe kaplama malzemesi olarak yapıda uygulanışı ve görülen uygulama hataları" **Yalıtım Dergisi**, Ekim, (2005).
14. Şenkal, F., "Türkiye'de ısı yalıtımının gelişimi ve konutlarda uygulanan dış duvar ısı yalıtım sistemleri", **Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi** 10 (2): 79-85, (2005).
15. Dağsöz, A.K., "Konutlarda ekonomik ısınma el kitabı", **İzocam Tic. San. A.Ş Yayınları**, İstanbul, (2002).
16. Şen, A. O., "Binalarda uygulanan yalıtım sistemleri dünyada ve Türkiye'de yalıtım", Yüksek Lisans Tezi, **Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Sakarya, 1-4,8-19,36-43, (2006).
17. Ünal, S., "Bina duvar ısı yalıtım sistemleri ve ekstrüde polistren ile TS 825 'e uygun bina yalıtım çözümleri üzerine bir inceleme", Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2002).
18. Bayer, G., "Binalarda uygulanan ısı yalıtım sistemleri ve örnek bir projede ısı yalıtım maliyet analizi", **Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Sakarya, (2006).
19. Morgül, M.F., "Binalarda ısı kaybı ve maliyet analizi ile uygun yalıtımın belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, 12-13, (2004).
20. "Terratherm-manto dış cephe ısı yalıtım sistemleri ürün kataloğu", **Arge İnşaat Mühendislik Yapı ve İzolasyon Malzemeleri Ltd. Şti**, (2006).
21. Altınışik, K., "Isı Yalıtımı", **Nobel Yayın Dağıtım**, Ankara, (2006).
22. Yılmaz, R., "Betonarme karkas yapılarda kolon ve kirişlerdeki ısı kayıplarının önlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Sakarya, (2006).
23. Dilmaç, Ş., Alamut, Ö., "Comparison of international thermal analysis methods of thermal bridges", **Proceedings of the First International Energy, Energy And Environment Symposium**, İzmir, 781-786, (2003).
24. Irgat, F., "Kütahya için optimum ısı yalıtım kalınlığının enerji tasarrufuna etkisi ve ısıtma maliyeti ilişkisi", Yüksek Lisans Tezi, **Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kütahya, 37-38, (2009).

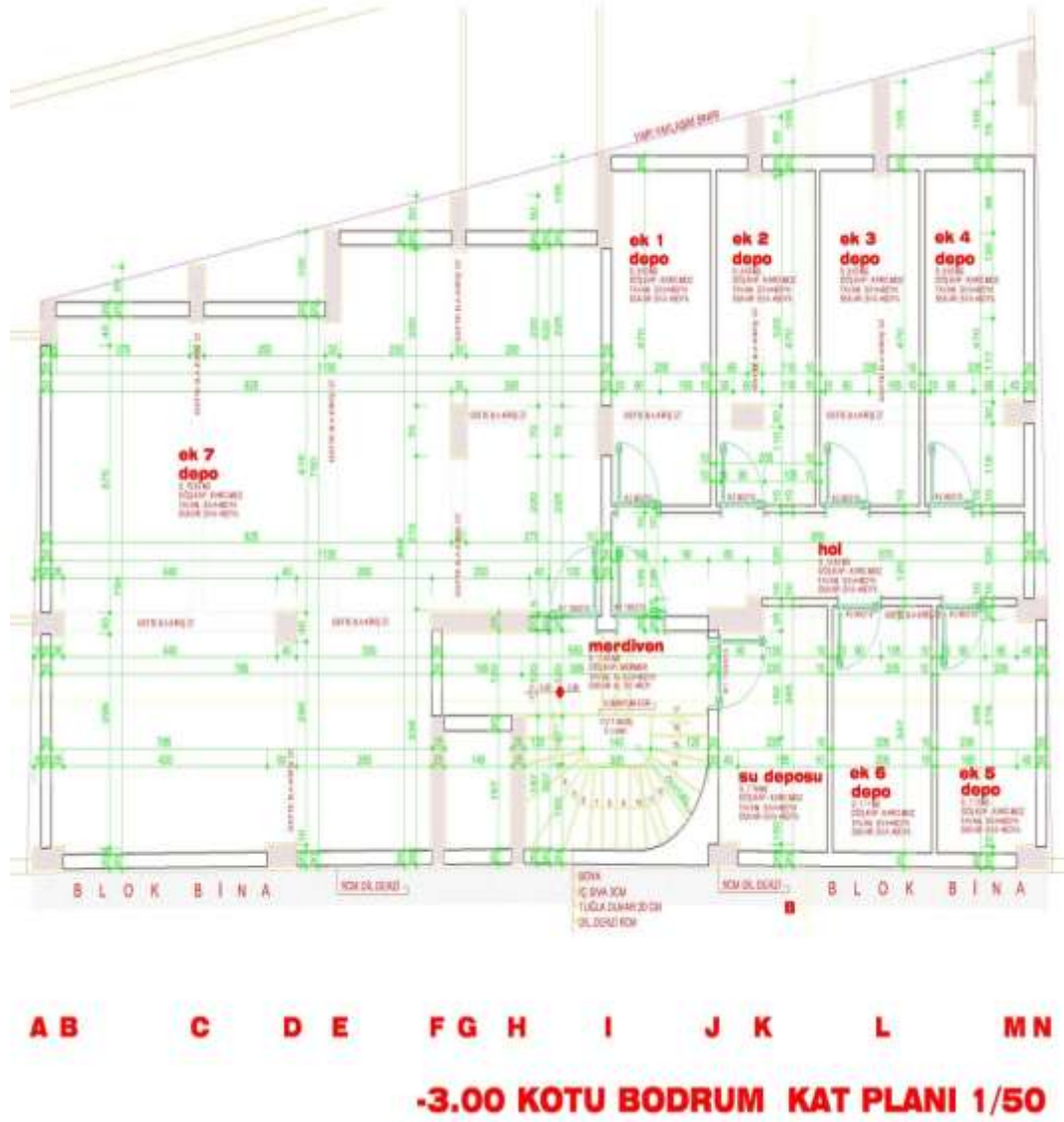
25. "Firma urun ve tanıtım katalogları", **ODE Yalıtım Sanayi ve Ticaret A.Ş.**, (2008).
26. "Isı, Ses ve Yangın Yalıtımı Tanıtım Broşürü", **Özpor**, (2005).
27. "Duvarlarda ısı geçişi olan yerler ve bazı önlemler",
<http://www.izolasyon-bilgi.com/isi-izolasyonu>, (2008).
28. "Duvarlarda ve Isı Köprülerinde Isı Yalıtımı", **Dow Türkiye Kimya San. ve Tic. Ltd. Şti.**, (2009).
29. Sözer, N., "Türkiye'de ilgili yönetmeliklere uygun ısı, su, ses ve yangın yalıtımı çözümleri, yalıtım malzemeleri ve bir bina projesi üzerinde uygulama örneği", Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, (2005).
30. Özer, M., "Yapılarda ısı-su yalıtımları yapı fiziksel tanım hesaplama esasları", İstanbul, (1982).
31. İnternet: "Döşemeler", İZODER, **Isı Ses Su İzolasyoncuları Derneği**,
http://www.izoder.org.tr/docs/isi_dosemeler.pdf, (2012).
32. Karagöz, N., Şenkal, F., "Betonarme döşemelerde ısı yalıtım uygulamaları", **Şantiye Dergisi**, Sayı:197, 52-53, İstanbul, (2004).
33. Yaşar, Y., Pehlivan, A., Maçka, S., "Eğimli çatılarda havalandırma", **4. Ulusal Çatı & Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu**, 13-14, İstanbul, (2008).
34. Eriç, M, "Yapı fiziği ve malzemesi", **Literatür Yayınları**, no.2, Birinci Baskı, Nisan, İstanbul, 367, (1994).
35. Ünal, S., "Bina duvar ısı yalıtım sistemleri ve ekstrüde polistren ile TS 825'e uygun bina yalıtım çözümleri üzerine bir inceleme", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2002).
36. Koçu, N., Dereli, M., "Yapı cephelerini görsel yönden olumsuz olarak etkileyen sorunlar ve nedenlerin analizi", **IV. Ulusal Çatı&Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu**, 13-14, İstanbul, (2008).
37. Şengül, D., Sayın, B., Kaplan, S., A., 2005. "Su ve ısı yalıtımının yapılarda uygulanmasının gerekliliği ve yalıtımdaki uygulamaların emniyet ve ekonomi açısından değerlendirilmesi", **2. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi**, İstanbul, 457-466, (2005).

38. İnternet: "Birim Fiyatlar", İGDAŞ, **İstanbul Gaz Dağıtım A.Ş.**,
http://www.igdas.com.tr/Dynamic/Fuel_Price_Comparison.aspx?MI=3&CMI=332&MCI=123 (2012).
39. Aslan, A., Yüksel B., "Gönen jeotermal bölge ısıtma sistemiyle ısıtılan farklı tip binaların dış duvarlarının optimum yalıtım kalınlıklarının belirlenmesi", **Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 12 (1): 100-111, Balıkesir, (2010).
40. İnternet: "Isı yalıtımı ve konutlarda enerji verimliliği", İZODER, **Isı Ses Su İzolasyoncuları Derneği**,
<http://www.izoder.org.tr/izolasyon/PDF/1120206692.pdf>, (2012).
41. "Binalarda ısı yalıtım kuralları, TS-825," Türk Standartları Enstitüsü, 1-75, (2008).
42. Bostancıoğlu, E., "Mevcut binalarda yapılan ekolojik iyileştirmelerin enerji kazancı", **The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication**, October 2011 1 (2): 15, (2011).
43. İnternet: "Isı Yalıtım Hesap Programı", İZODER, **Isı Ses Su İzolasyoncuları Derneği**,
<http://www.izoder.org.tr/izoder.asp?id=171&id2=178> (2012).
44. Özer, M., "Yapılarda ısı ve su yalıtımları", **İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi**, İstanbul, (2006).
45. Büyükalaca, O., Bulut, H., Yılmaz, T., "Analysis of variable-base heating and cooling degree-days for Turkey", **Applied Energy** 69: 269-283, (2001).
46. Koçu, N., "Yapılarda ısı yalıtımının enerji tasarrufuna ve hava kirliliğine etkisi", **İpek Yolu, K.T.O.** 13 (145): 25-29, (2000).
47. Aksoy, U.T., Keleşoğlu, Ö., "Bina kabuğu yüzey alanı ve yalıtım kalınlığının ısıtma maliyeti üzerinde etkileri", **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 22 (1): 103-109, (2007).
48. Bilge, D., Bilge, M., Heperkan, H., "Yapı malzemelerinde buhar difüzyonu prosesinin irdelenmesi", **IV. Uluslararası Yapıda Tesisat Bilim ve Teknoloji Sempozyumu**, İstanbul, 149, (2000).
49. Özer, M., "Yapılarda ısı ve su yalıtımları", **İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi**, İstanbul, (2006).
50. İnternet: "Teknik bilgiler", **Gürışık A.Ş.**, www.gurisikenerji.com/?teknik-bilgiler (2012).

51. İnternet: “Kat planları”, Karsoy Konut,
<http://www.karsoykonut.com/dproje.html#Karsoy4> (2012).

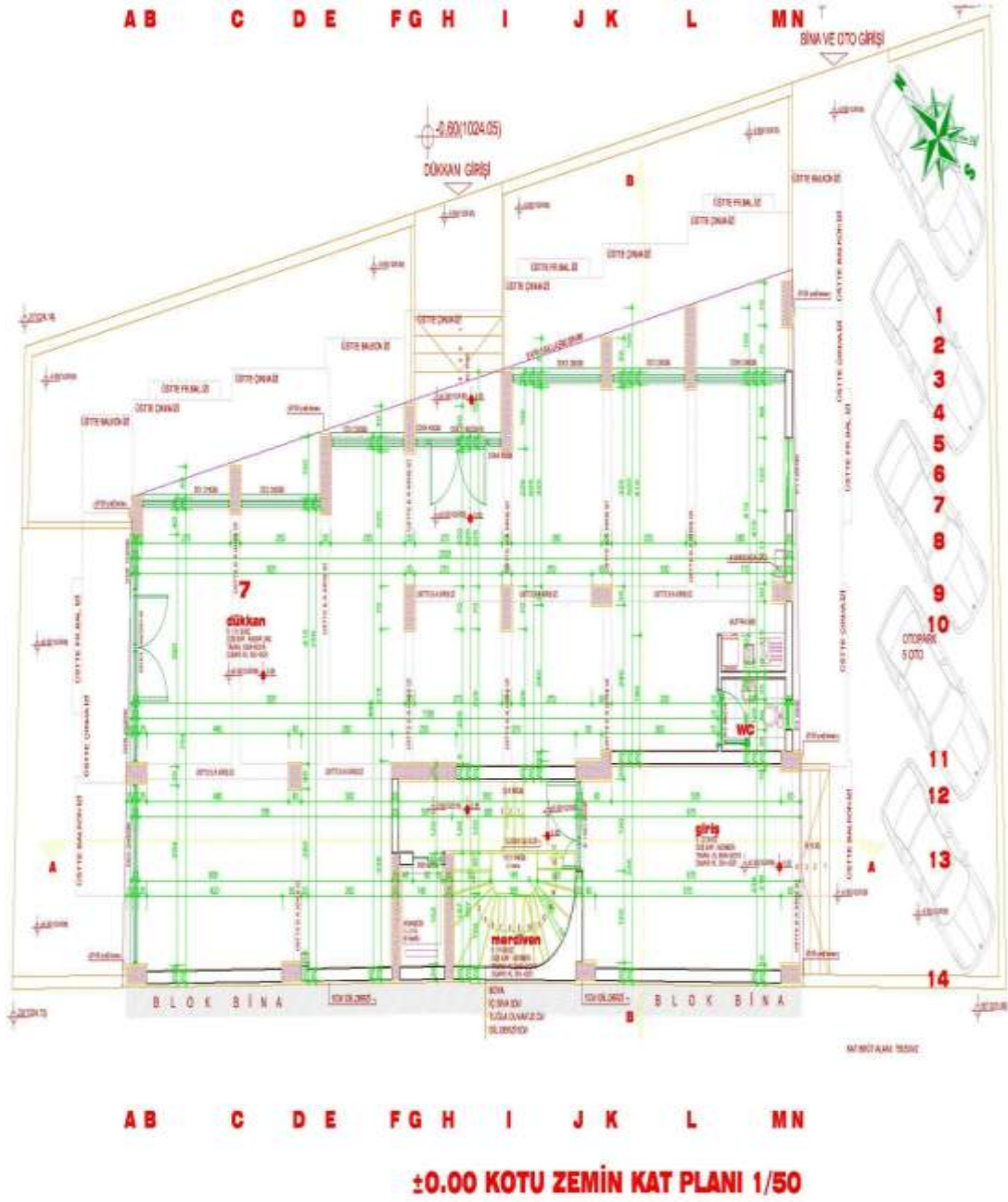
EKLER

EK-1 Örnek projenin kat planları, görünüşleri ve kesitleri [51]



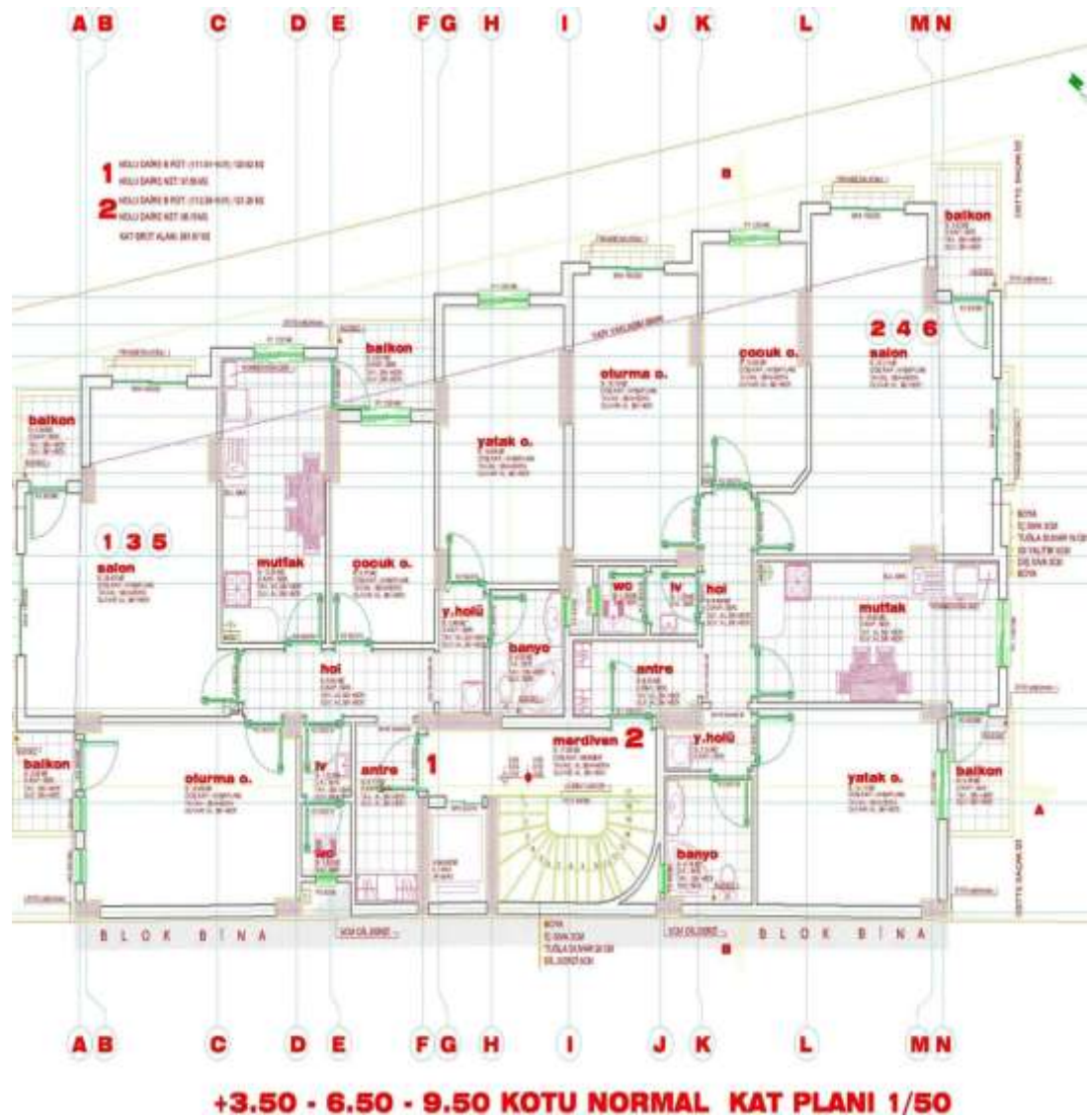
Şekil 1.1. Örnek proje bodrum kat planı

EK-1 (Devam) Örnek projenin kat planları, görünüşleri ve kesitleri [51]



Şekil 1.2. Örnek proje zemin kat planı

EK-1 (Devam) Örnek projenin kat planları, görünüşleri ve kesitleri [51]



Şekil 1.3. Örnek proje normal kat planı

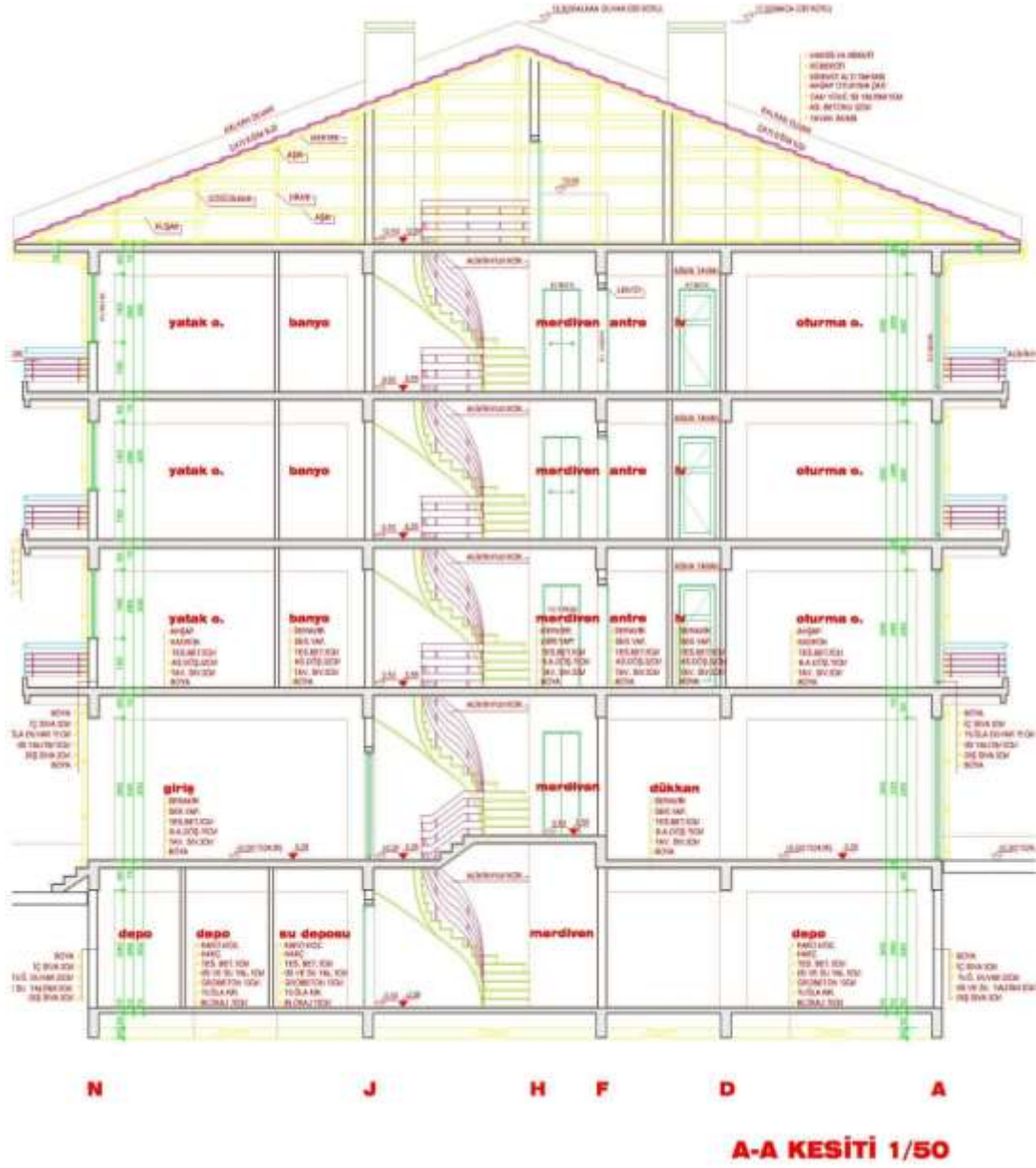
EK-1 (Devam) Örnek projenin kat planları, görünüşleri ve kesitleri [51]



+3.50 KOTU TEFRİŞLİ NORMAL KAT PLANI 1/50

Şekil 1.4. Örnek proje tefrişli normal kat planı

EK-1 (Devam) Örnek projenin kat planları, görünüşleri ve kesitleri [51]

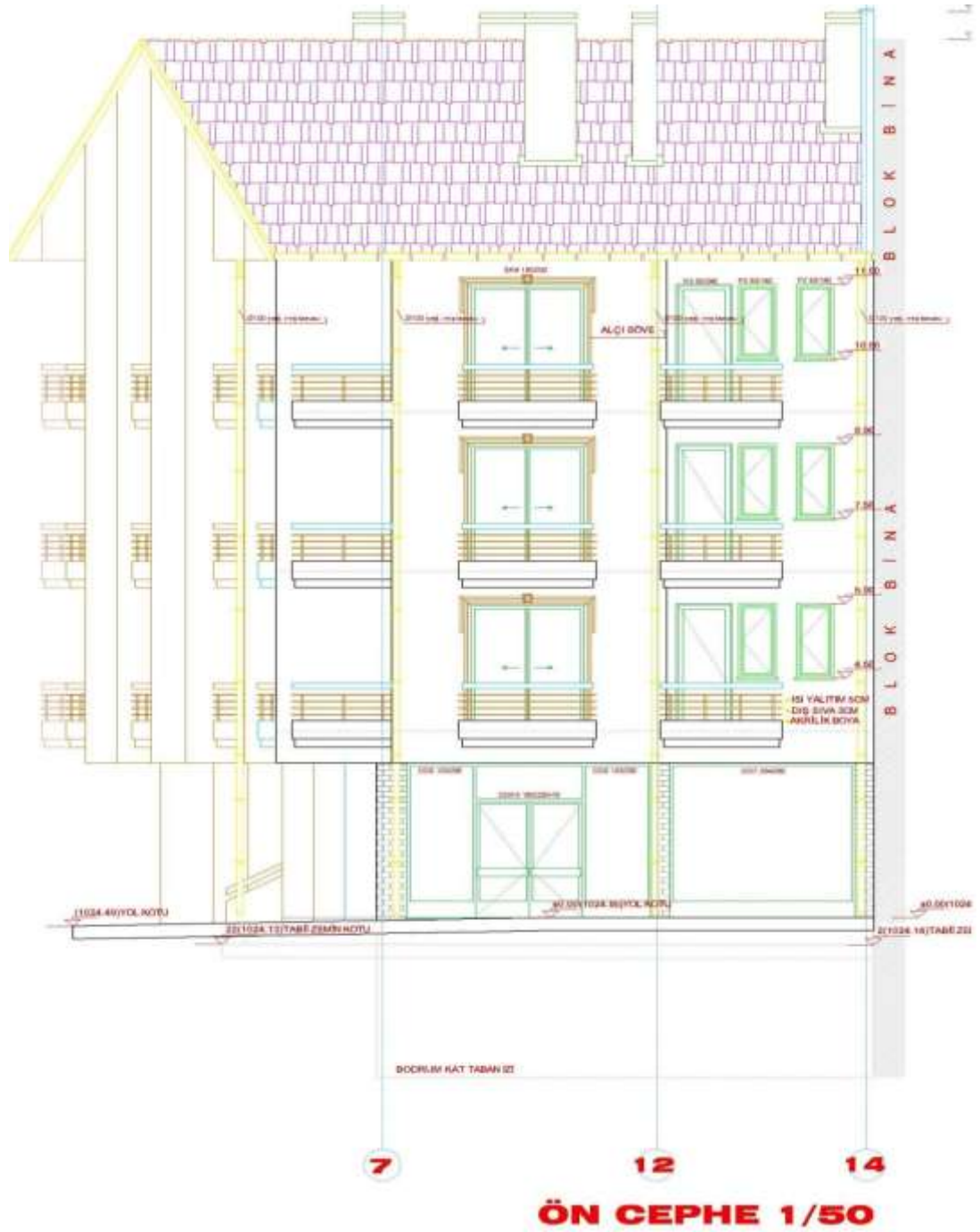


Şekil 1.5. Örnek proje A-A kesiti

EK-1 (Devam) Örnek projenin kat planları, görünüşleri ve kesitleri [51]



EK-1 (Devam) Örnek projenin kat planları, görünüşleri ve kesitleri [51]



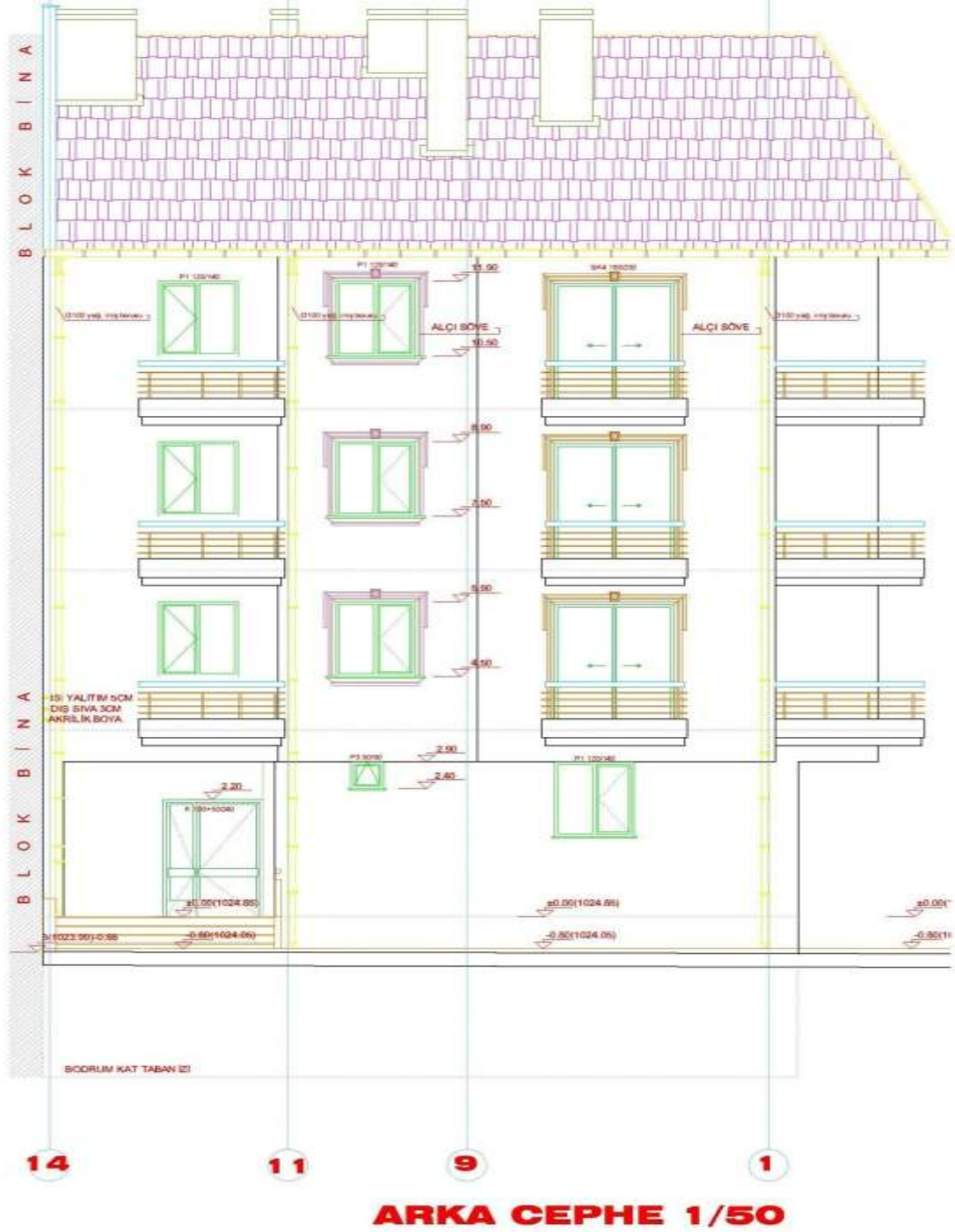
Şekil 1.7. Örnek proje ön cephe görünüş

EK-1 (Devam) Örnek projenin kat planları, görünüşleri ve kesitleri [51]



Şekil 1.8. Örnek proje sağ yan görünüş

EK-1 (Devam) Örnek projenin kat planları, görünüşleri ve kesitleri [51]



Şekil 1.9. Örnek arka cephe görünüş

EK-2 Doğal gaz ile ısınan yalıtımlı ve yalıtımsız binanın özgül ısı kayıpları ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları hesaplamaları (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E2.1. Doğal gaz ile ısınan yalıtımsız binanın özgül ısı kaybı hesaplaması



Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı	
		d(m)	λ (W/mK)	R (m ² /K/W)	U (m ² /K/W)	A (m ²)	AxU (W/K)	
DUVAR:Dış Havaya Açık KOLON KIRIŞ	$1/\alpha_{\text{dış}}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,130				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	1	0,025				
	5.1.1 Donatılı	0,19	2,5	0,076				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	1	0,025				
	$1/\alpha_{\text{dış}}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040				
TOPLAM				,290	3,3711	274,52	927,43	
DUVAR:Dış Havaya Açık TUĞLA DUVAR	$1/\alpha_{\text{dış}}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,130				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	1	0,025				
	7.1.1.1 TS EN 771-1 e uygun tuğlalara	0,19	0,81	0,235				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	1	0,025				
	$1/\alpha_{\text{dış}}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040				
TOPLAM				,455	2,200	171,12	376,45	
DUVAR:Toprağa Temas KOLON KIRIŞ	$1/\alpha_{\text{dış}}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,130				
	4.2 Çimento harcı	0,03	1,6	0,019				
	5.1.1 Donatılı	0,19	2,5	0,076				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	1	0,025				
	$1/\alpha_{\text{dış}}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,000				
TOPLAM				0,5 x A x U	,250	4,004	55,98	112,07
DUVAR:Toprağa Temas TUĞLA DUVAR	$1/\alpha_{\text{dış}}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,130				
	4.2 Çimento harcı	0,025	1,6	0,016				
	7.1.2.2 TS EN 771-1 e uygun dolu veya	0,19	0,58	0,328				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	1	0,025				
	$1/\alpha_{\text{dış}}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,000				
TOPLAM				0,5 x A x U	,498	2,007	126,93	127,39
TAVAN:Çatılı TAVAN	$1/\alpha_{\text{dış}}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,130				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	1	0,025				
	5.1.1 Donatılı	0,12	2,5	0,048				
	4.6 Çimento harçlı şap	0,5	1,4	0,357				
	$1/\alpha_{\text{dış}}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,080				
TOPLAM				0,8 x A x U	,640	1,562	265,86	332,25
TABAN:Toprak Temalı TABAN	$1/\alpha_{\text{dış}}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,170				
	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,021				
	2.1 Kum,kum-çakıl	0,025	2	0,013				
	5.1.2 Donatısız	0,1	1,65	0,061				
	$1/\alpha_{\text{dış}}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,000				
TOPLAM				0,5 x A x U	,265	3,780	163,46	308,96
TABAN:Açık Geçit Üzeri TABAN	$1/\alpha_{\text{dış}}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,170				
	5.1.4 Hafif vb. Kaplamalar	0,05	0,06	0,833				
	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,021				
	6.2.4 Hafif betonla duvar plakları	0,025	0,47	0,053				
	4.6 Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,036				
TOPLAM								
TOPLAM				1,154	0,867	73,06	63,33	

EK-2 (Devam) Doğal gaz ile ısınan yalıtımlı ve yalıtımsız binanın özgül ısı kayıpları ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları hesaplamaları (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E2.1. Doğal gaz ile ısınan yalıtımsız binanın özgül ısı kaybı hesaplaması


Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m ² K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (m ² K/W)	Isı Kaybedilen Yüzey A (m ²)	Isı Kaybı A·U (W/K)
Dış Pencere 1				2,2	121,09	265,398
Dış Kapı 1				3,5	7,56	26,46
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						2.794,5
$\Sigma AU = U_D A_D + U_P A_P + U_K A_K + 0,8 U_T A_T + 0,5 U_A A_A + U_S A_S + \dots$ $\Sigma AU = \mathbf{2.794,5}$				İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı : $H_t = \Sigma AU + I UI$ Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı $H_v = 0,33 \cdot n_h \cdot V_h = \mathbf{530,35 W/K}$		
Özgül ısı kaybı : $H = H_t + H_v$						
$H = H_i + H_h = \mathbf{3.324,85 W/K}$						

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

EK-2 (Devam) Doğal gaz ile ısınan yalıtımlı ve yalıtımsız binanın özgül ısı kayıpları ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları hesaplamaları (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E2.4. Doğal gaz ile ısınan yalıtımlı binanın özgül ısı kaybı hesaplaması

 İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı	
		d(m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)	U (m ² K/W)	A (m ²)	AxU (W/K)	
DUVAR:Dış Havaya Açık KOLON KIRIŞ	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (l_1)			0,130				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	1	0,025				
	5.1.1 Donatılı	0,19	2,5	0,076				
	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS	0,05	0,035	1,429				
	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan	0,008	0,35	0,023				
	$1/\alpha_g$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,080				
TOPLAM				1,762	0,567	274,52	165,78	
DUVAR:Dış Havaya Açık TUĞLA DUVAR	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (l_1)			0,130				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	1	0,025				
	7.1.1.1 TS EN 771-1 e uygun tuğlalarda	0,19	0,81	0,236				
	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS	0,05	0,035	1,429				
	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan	0,008	0,35	0,023				
	$1/\alpha_g$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,080				
TOPLAM				1,921	0,567	171,12	97,09	
DUVAR:Toprağa Temas KOLON KIRIŞ	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (l_1)			0,130				
	4.2 Çimento harcı	0,03	1,6	0,019				
	5.1.1 Donatılı	0,19	2,5	0,076				
	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS	0,05	0,035	1,429				
	4.9.3 Genleştirilmiş perlit agregasıyla	0,008	0,2	0,040				
	$1/\alpha_g$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,000				
TOPLAM				0,5 x A x U	1,683	0,501	55,98	14,01
DUVAR:Toprağa Temas TUĞLA DUVAR	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (l_1)			0,130				
	4.2 Çimento harcı	0,025	1,6	0,016				
	7.1.2.2 TS EN 771-1 e uygun dolu veya	0,19	0,58	0,328				
	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS	0,05	0,035	1,429				
	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan	0,008	0,35	0,023				
	$1/\alpha_g$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,000				
TOPLAM				0,5 x A x U	1,925	0,598	126,93	37,93
TAVAN:Çatılı TAVAN	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (l_1)			0,130				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	1	0,025				
	5.1.1 Donatılı	0,12	2,5	0,048				
	10.5.2 Mineral ve bazaltlı ısı yalıtım	0,12	0,04	3,000				
	$1/\alpha_g$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,080				
TOPLAM				0,8 x A x U	3,283	0,305	265,88	64,78
TABAN:Toprak Temaslı TABAN	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (l_1)			0,170				
	9.2.2.1.2 Cam tulu armatürlü bitümlü peşli	0,05	0,19	0,263				
	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,021				
	10.3.2.2.2 Ekstrüde Polistiren Köpüğü - TS	0,12	0,035	3,429				
	4.6 Çimento harçlı şap	0,025	1,4	0,018				
	5.3.1.2 Gözeneksiz agregatlar kullanılarak	0,1	1,1	0,091				
	$1/\alpha_g$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,000				
TOPLAM				0,5 x A x U	3,992	0,397	163,46	32,46
TABAN:Açık Geçit Üzeri TABAN	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (l_1)			0,170				
	9.1.3 Sertleştirilmiş malzemeden kaplamalar	0,05	0,23	0,217				

EK-2 (Devam) Doğal gaz ile ısınan yalıtımlı ve yalıtımsız binanın özgül ısı kayıpları ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları hesaplamaları (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E2.4. Doğal gaz ile ısınan yalıtımlı binanın özgül ısı kaybı hesaplaması


İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
		d(m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)	U (m ² K/W)	A (m ²)	AxU (W/K)
	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,021			
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS	0,06	0,03	2,000			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,025	1,4	0,018			
	5.3.1.2 Gözeneksiz agregalar kullanılarak	0,1	1,1	0,091			
	1/ α_d Yüzeyel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040			
TOPLAM				2,558	0,391	73,06	28,57
Dış Pencere1					2,4	121,09	290,616
Dış Kapı1					4	7,56	30,24
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						817,9	
$\Sigma AU = U_d A_d + U_p A_p + U_k A_k + 0.8 U_T A_T + 0.5 U_{At} + U_{Ad} + \dots$ $\Sigma AU = \quad \quad \quad \mathbf{817,9}$ Özgül ısı kaybı ; $H = H_T + H_v$			İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; $H_T = \Sigma AU + I UI$ Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı $H_v = 0,33 \cdot n_h \cdot V_h = \quad \quad \quad \mathbf{530,35 \text{ W/K}}$				
$H = H_i + H_h = \dots\dots\dots \mathbf{1.348,25 \dots\dots \text{ W/K}}$							

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

EK-3 Projenin yalıtımsız halinin, hesaba dahil edilen yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E3.1. Projenin yalıtımsız halinin dış havaya açık kolon kirişli duvarının termofiziksel özellikleri



Çizelge 1: Yapı Bileşeninin Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) (Sd_T)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (λ_h)	Yüzeyel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yüzeyel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) (R_T)
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m ² .K/W	m ² .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeyel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,008	15	0,12	0,1200	0,35	0,023	0,063
2	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163'e uygun Isı iletkenlik grupları 035	0,05	20	1	1,1200	0,035	1,429	1,492
3	5.1.1. Donatılı	0,19	80	15,2	16,3200	2,5	0,076	1,568
4	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	15	0,375	16,6950	1	0,025	1,593
-	İç yüzeyin yüzeyel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	1,843
				Sd_T :	16,6950		1 / U :	1,843

EK-3 (Devam) Projenin yalıtımsız halinin, hesaba dahil edilen yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E3.2. Projenin yalıtımsız halinin dış havaya açık tuğla duvarının termofiziksel özellikleri



Çizelge 1: Yapı Bileşeninin Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) (Sd_T)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (k_{eff})	Yüzeyel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yüzeyel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) (R_T)
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m ² .K/W	m ² .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeyel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	15	0,375	0,3750	1	0,025	0,065
2	7.1.1.1 TS EN 771-1 e uygun tuğlalarla yapılan kagir duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinger, (TS 4562) seramik klinger	0,19	5	0,95	1,3250	0,81	0,235	0,3
3	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	15	0,375	1,7000	1	0,025	0,325
-	İç yüzeyin yüzeyel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	0,575
				Sd_T :	1,7000		1 / U :	0,575

EK-3 (Devam) Projenin yalıtımsız halinin, hesaba dahil edilen yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E3.3. Projenin yalıtımsız halinin toprak temaslı kolon kiriş duvarının termofiziksel özellikleri



Çizelge 1: Yapı Bileşeninin Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (S_d)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) ($S_{d,T}$)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (λ_H)	Yüzeyisel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yüzeyisel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) (R_T)
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m ² .K/W	m ² .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeyisel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	15	0,375	0,3750	1	0,025	0,065
2	5.1.1 Donatılı	0,19	80	15,2	15,5750	2,5	0,076	0,141
3	4.2 Çimento harcı	0,03	15	0,45	16,0250	1,6	0,019	0,16
-	İç yüzeyin yüzeyisel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	0,41
				$S_{d,T}$	16,0250		1 / U :	0,41

EK-3 (Devam) Projenin yalıtımsız halinin, hesaba dahil edilen yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E3.4. Projenin yalıtımsız halinin toprak temaslı tuğla duvarının termofiziksel özellikleri



Çizelge 1: Yapı Bileşeninin Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buhan Difüzyon Direnci Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) (Sd _T)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (λ _h)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) (R _T)
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m ² .K/W	m ² .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	15	0,375	0,3750	1	0,025	0,065
2	7.1.2.2 TS EN 771-1 e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	0,19	5	0,95	1,3250	0,58	0,328	0,393
3	4.2 Çimento harcı	0,025	15	0,375	1,7000	1,6	0,016	0,409
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	0,659
				Sd :	1,7000		1 / U :	0,659

EK-3 (Devam) Projenin yalıtımsız halinin, hesaba dahil edilen yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E3.5. Projenin yalıtımsız halinin tavanının termofiziksel özellikleri



Çizelge 1: Yapı Bileşeninin Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) (Sd _T)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (λ _B)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) (R _T)
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m ² .K/W	m ² .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.6 Çimento harçlı şap	0,5	15	7,5	7,5000	1,4	0,357	0,397
2	5.1.1 Donatılı	0,12	80	9,6	17,1000	2,5	0,048	0,445
3	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	15	0,375	17,4750	1	0,025	0,47
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	0,72
				Sd :	17,4750		1 / U :	0,72

EK-3 (Devam) Projenin yalıtımsız halinin, hesaba dahil edilen yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E3.6. Projenin yalıtımsız halinin toprak temaslı tabanının termofiziksel özellikleri



Çizelge 1: Yapı Bileşeninin Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd) (Sd_T)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) (Sd_T)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (λ_h)	Yüzeyisel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yüzeyisel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) (R_T)
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m ² .K/W	m ² .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeyisel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	5.1.2 Donatısız	0,1	70	7	7,0000	1,65	0,061	0,101
2	2.1 Kum,kum-çakıl	0,025	50	1,25	8,2500	2	0,013	0,114
3	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	15	0,45	8,7000	1,4	0,021	0,135
-	İç yüzeyin yüzeyisel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	0,385
				Sd_T	8,7000		1 / U :	0,385

EK-3 (Devam) Projenin yalıtımsız halinin, hesaba dahil edilen yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E3.7. Projenin yalıtımsız halinin açık geçit üzeri tabanının termofiziksel özellikleri



Çizelge 1: Yapı Bileşeninin Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) (Sd _T)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (λ _h)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) (R _T)
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m ² .K/W	m ² .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.6 Çimento harçlı şap	0,05	15	0,75	0,7500	1,4	0,036	0,076
2	6.2.4 Hafif betonduvar duvar plakları	0,025	5	0,125	0,8750	0,47	0,053	0,129
3	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	15	0,45	1,3250	1,4	0,021	0,15
4	9.1.4 Halı vb. Kaplamalar	0,05	5	0,25	1,5750	0,06	0,833	0,983
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	1,233
				Sd _T	1,5750		1 / U :	1,233

EK-4 Projenin yalıtımlı halinin, hesaba dahil edilen yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E4.1. Projenin yalıtımlı halinin dış havaya açık kolon kirişli duvarının termofiziksel özellikleri



Çizelge 1: Yapı Bileşeninin Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) (Sd _T)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (λ _b)	Yüzeyssel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yüzeyssel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) (R _T)
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m².K/W	m².K/W
-	Dış yüzeyin yüzeyssel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,008	15	0,12	0,1200	0,35	0,023	0,063
2	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163'e uygun ısı iletkenlik grupları 035	0,05	20	1	1,1200	0,035	1,429	1,492
3	5.1.1 Donatılı	0,19	80	15,2	16,3200	2,5	0,076	1,568
4	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	15	0,375	16,6950	1	0,025	1,593
-	İç yüzeyin yüzeyssel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	1,843
				Sd _T :	16,6950		1 / U :	1,843

EK-4 (Devam) Projenin yalıtımlı halinin, hesaba dahil edilen yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E4.2. Projenin yalıtımlı halinin dış havaya açık tuğla duvarının termofiziksel özellikleri



Çizelge 1: Yapı Bileşeninin Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buhan Difüzyon Direnci Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (S_d)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) ($S_{d,T}$)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (λ_{tr})	YüzeySEL Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	YüzeySEL Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) (R_{T1})
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m ² .K/W	m ² .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeySEL ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,008	15	0,12	0,1200	0,35	0,023	0,063
2	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun Isı iletkenlik grupları 035	0,05	20	1	1,1200	0,035	1,429	1,492
3	7.1.1.1 TS EN 771-1 e uygun tuğlalarla yapılan kâğır duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker, (TS 4562) seramik klinker	0,19	5	0,95	2,0700	0,81	0,235	1,727
4	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	15	0,375	2,4450	1	0,025	1,752
-	İç yüzeyin yüzeySEL ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	2,002
				$S_{d,T}$:	2,4450		1 / U :	2,002

EK-4 (Devam) Projenin yalıtımlı halinin, hesaba dahil edilen yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E4.3. Projenin yalıtımlı halinin toprak temaslı kolon kiriş duvarının termofiziksel özellikleri



Çizelge 1: Yapı Bileşeninin Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buhan Difüzyon Direnci Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) (Sd _T)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (λ _h)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) (R _T)
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m ² .K/W	m ² .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.9.3 Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılmış sıvalar ve harç tabakaları	0,008	15	0,12	0,1200	0,2	0,04	0,08
2	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun Isı iletkenlik grupları 035	0,05	20	1	1,1200	0,035	1,429	1,509
3	5.1.1 Donatılı	0,19	80	15,2	16,3200	2,5	0,076	1,585
4	4.2 Çimento harcı	0,03	15	0,45	16,7700	1,6	0,019	1,604
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	1,854
				Sd _T :	16,7700		1 / U :	1,854

EK-4 (Devam) Projenin yalıtımlı halinin, hesaba dahil edilen yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E4.4. Projenin yalıtımlı halinin toprak temaslı tuğla duvarının termofiziksel özellikleri



Çizelge 1: Yapı Bileşeninin Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buhan Difüzyon Direnci Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) (Sd _T)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (λ _h)	YüzeySEL Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	YüzeySEL Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) (R _T)
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m ² .K/W	m ² .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeySEL ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,008	15	0,12	0,1200	0,35	0,023	0,063
2	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163'e uygun Isı iletkenlik grupları 035	0,05	20	1	1,1200	0,035	1,429	1,492
3	7.1.2.2 TS EN 771-1 e uygun dolu veya döşey delikli tuğlalarla duvarlar	0,19	5	0,95	2,0700	0,58	0,328	1,82
4	4.2 Çimento harcı	0,025	15	0,375	2,4450	1,6	0,016	1,836
-	İç yüzeyin yüzeySEL ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	2,086
				Sd :	2,4450		1 / U :	2,086

EK-4 (Devam) Projenin yalıtımlı halinin, hesaba dahil edilen yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E4.5. Projenin yalıtımlı halinin tavanının termofiziksel özellikleri



Çizelge 1: Yapı Bileşeninin Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) (Sd _T)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (λ _h)	YüzeySEL Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	YüzeySEL Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) (R _T)
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m².K/W	m².K/W
-	Dış yüzeyin yüzeySEL ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (Cam yünü, Taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10) e uygun ısı iletkenlik	0,12	1	0,12	0,1200	0,04	3	3,04
2	5.1.1 Donatılı	0,12	80	9,6	9,7200	2,5	0,048	3,088
3	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	15	0,375	10,0950	1	0,025	3,113
-	İç yüzeyin yüzeySEL ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	3,363
				Sd _T :	10,0950		1 / U :	3,363

EK-4 (Devam) Projenin yalıtımlı halinin, hesaba dahil edilen yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E4.6. Projenin yalıtımlı halinin toprak temaslı tabanının termofiziksel özellikleri



Çizelge 1: Yapı Bileşeninin Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (S_d)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) ($S_{d,T}$)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (λ_{ht})	Yüzeyisel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	Yüzeyisel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) (R_{T1})
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m ² .K/W	m ² .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeyisel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	5.3.1.2 Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	0,1	3	0,3	0,3000	1,1	0,091	0,131
2	4.6 Çimento harçlı şap	0,025	15	0,375	0,6750	1,4	0,018	0,149
3	10.3.2.2.2 Ekstrüde Polistiren Köpüğü - TS 11989 EN 13164'e uygun Isı iletkenlik grupları 035	0,12	80	9,6	10,2750	0,035	3,429	3,578
4	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	15	0,45	10,7250	1,4	0,021	3,599
5	9.2.2.1.2 Cam tülü armatürlü bitümlü pestil	0,05	14000	700	710,7250	0,19	0,263	3,862
-	İç yüzeyin yüzeyisel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	4,112
				$S_{d,T}$	710,7250		1 / U :	4,112

EK-4 (Devam) Projenin yalıtımlı halinin, hesaba dahil edilen yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E4.7. Projenin yalıtımlı halinin açık geçit üzeri tabanının termofiziksel özellikleri



Çizelge 1: Yapı Bileşeninin Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengisi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengisi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) (Sd _T)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (λ _h)	YüzeySEL Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (R)	YüzeySEL Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) (R _T)
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m ² .K/W	m ² .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeySEL ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	5.3.1.2 Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	0,1	3	0,3	0,3000	1,1	0,091	0,131
2	4.6 Çimento harçlı şap	0,025	15	0,375	0,6750	1,4	0,018	0,149
3	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164'e uygun Isı iletkenlik grupları 030	0,06	80	4,8	5,4750	0,03	2	2,149
4	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	15	0,45	5,9250	1,4	0,021	2,17
5	9.1.3 Sentetik malzemeden kaplamalar (örneğin PVC)	0,05	50000	2500	2.505,9250	0,23	0,217	2,387
-	İç yüzeyin yüzeySEL ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	2,637
				Sd _T :	2.505,9250		1 / U :	2,637

EK-5 Projenin yalıtımlı halinin, yapı bileşenlerinin basınç ve sıcaklık dağılımları (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E5.1. Projenin yalıtımlı halinin dış havaya açık kolon kirişli duvarının basınç ve sıcaklık dağılımı

Yapı Bileşeninin Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart		Nisan	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	838	7,3	1022	12,8	1477
Dış Yüzey	8,7	1128	4,1	822	3,2	772	4,7	868	7,5	1042	12,9	1493
1.Yüzey	8,8	1139	4,3	833	3,4	784	4,9	888	7,7	1063	13,0	1501
2.Yüzey	17,8	2038	16,9	1928	16,7	1905	17,0	1940	17,5	2009	18,8	2146
3.Yüzey	18,2	2100	17,5	2009	17,4	1992	17,8	2021	18,1	2078	18,9	2188
İç Yüzey	18,4	2121	17,8	2037	17,6	2022	17,8	2048	18,2	2099	19,0	2199
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

* İç Yüzey Sıcaklığı 17°C'nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur.

EK-5 (Devam) Projenin yalıtımlı halinin, yapı bileşenlerinin basınç ve sıcaklık dağılımları (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir)
[43]

Çizelge E5.2. Projenin yalıtımlı halinin dış havaya açık tuğla duvarının basınç ve sıcaklık dağılımı

Yapı Bileşeninin Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart		Nisan	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	838	7,3	1022	12,8	1477
Dış Yüzey	8,7	1127	4,1	820	3,2	770	4,7	854	7,5	1040	12,9	1491
1.Yüzey	8,8	1137	4,3	831	3,4	781	4,8	865	7,6	1050	13,0	1500
2.Yüzey	17,0	1945	15,8	1803	15,6	1776	16,0	1820	18,7	1903	18,1	2084
3.Yüzey	18,4	2118	17,7	2034	17,6	2018	17,8	2044	19,2	2098	18,0	2198
İç Yüzey	18,5	2137	17,8	2080	17,6	2045	18,0	2070	18,4	2117	18,1	2210
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

* İç Yüzey Sıcaklığı 17°C'nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur.

EK-5 (Devam) Projenin yalıtımlı halinin, yapı bileşenlerinin basınç ve sıcaklık dağılımları (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir)
[43]

Çizelge E5.3. Projenin yalıtımlı halinin toprak temaslı kolon kiriş duvarının basınç ve sıcaklık dağılımı

Yapı Bileşeninin Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart		Nisan	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022	12,8	1477
Dış Yüzey	8,7	1128	4,1	821	3,2	772	4,7	856	7,5	1041	12,9	1493
1.Yüzey	8,9	1147	4,4	842	3,6	792	5,0	876	7,8	1061	13,1	1508
2.Yüzey	17,8	2045	16,9	1935	16,8	1914	17,0	1949	17,6	2016	18,6	2150
3.Yüzey (*)	18,3	2106	17,6	2018	17,5	2001	17,7	2029	18,1	2083	18,9	2190
İç Yüzey (*)	18,4	2122	17,8	2039	17,6	2023	17,8	2049	18,2	2100	19,0	2200
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

* İç Yüzey Sıcaklığı 17°C'nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur.

(*) Yoğuşmanın meydana geldiği yüzeyi göstermektedir.

EK-5 (Devam) Projenin yalıtımlı halinin, yapı bileşenlerinin basınç ve sıcaklık dağılımları (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E5.4. Projenin yalıtımlı halinin toprak temaslı tuğla duvarının basınç ve sıcaklık dağılımı

Yapı Bileşeninin Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022
Dış Yüzey	8,7	1126	4,1	819	3,2	770	4,6	854	7,5	1039
1.Yüzey	8,8	1136	4,2	830	3,4	780	4,8	864	7,6	1049
2.Yüzey	16,7	1903	15,3	1747	15,1	1719	15,5	1767	16,3	1862
3.Yüzey	18,5	2133	17,9	2054	17,8	2040	18,0	2064	18,3	2113
İç Yüzey (*)	18,6	2145	18,0	2070	17,9	2056	18,1	2080	18,4	2126
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

* İç Yüzey Sıcaklığı 17°C'nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur.

(*) Yoğuşmanın meydana geldiği yüzeyi göstermektedir.

EK-5 (Devam) Projenin yalıtımlı halinin, yapı bileşenlerinin basınç ve sıcaklık dağılımları (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E5.5. Projenin yalıtımlı halinin tavanının basınç ve sıcaklık dağılımı

Yapı Bileşeninin Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart		Nisan	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022	12,8	1477
Dış Yüzey	8,6	1120	3,9	812	3,1	763	4,5	847	7,4	1033	12,8	1486
1.Yüzey	18,8	2182	18,4	2121	18,3	2110	18,5	2129	18,7	2166	19,3	2239
2.Yüzey	19,0	2204	18,6	2152	18,6	2142	18,7	2159	18,9	2191	19,4	2253
İç Yüzey	19,1	2216	18,7	2168	18,7	2159	18,8	2174	19,0	2204	19,4	2261
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

* İç Yüzey Sıcaklığı 17°C'nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur.

EK-5 (Devam) Projenin yalıtımlı halinin, yapı bileşenlerinin basınç ve sıcaklık dağılımları (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir) [43]

Çizelge E5.6. Projenin yalıtımlı halinin toprak temaslı tabanının basınç ve sıcaklık dağılımı

Yapı Bileşeninin Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart		Nisan	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022	12,8	1477
Dış Yüzey	8,6	1118	3,9	810	3,0	761	4,5	845	7,4	1031	12,8	1484
1.Yüzey	8,8	1137	4,3	831	3,4	782	4,8	866	7,7	1051	13,0	1500
2.Yüzey	8,9	1141	4,3	835	3,5	786	4,9	870	7,7	1055	13,0	1503
3.Yüzey	18,5	2129	17,8	2049	17,7	2034	17,9	2059	18,3	2109	19,0	2205
4.Yüzey	18,5	2137	17,9	2060	17,8	2046	18,0	2070	18,4	2117	19,1	2210
İç Yüzey	19,3	2238	19,0	2198	18,9	2191	19,0	2203	19,2	2228	19,5	2274
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

* İç Yüzey Sıcaklığı 17°C'nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur.

EK-5 (Devam) Projenin yalıtımlı halinin, yapı bileşenlerinin basınç ve sıcaklık dağılımları (program ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilmiştir)
[43]

Çizelge E5.7. Projenin yalıtımlı halinin açık geçit üzeri tabanının basınç ve sıcaklık dağılımı

Yapı Bileşeninin Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart		Nisan	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022	12,8	1477
Dış Yüzey	8,6	1122	4,0	815	3,1	766	4,6	850	7,4	1036	12,9	1488
1.Yüzey	9,0	1153	4,6	848	3,7	799	5,1	883	7,9	1067	13,1	1512
2.Yüzey	9,1	1159	4,7	855	3,8	805	5,2	889	8,0	1073	13,2	1517
3.Yüzey	17,8	2046	17,0	1937	16,8	1917	17,1	1951	17,6	2018	18,6	2151
4.Yüzey	17,9	2058	17,1	1953	16,9	1933	17,2	1966	17,7	2031	18,7	2159
İç Yüzey	18,9	2194	18,4	2124	18,3	2112	18,5	2131	18,7	2168	19,3	2240
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

* İç Yüzey Sıcaklığı 17°C'nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur.

EK-6 TS-825 Binalarda ısı yalıtım kuralları [41]

Çizelge E6.1. Projenin yalıtımlı hali için kullanılacak ortalama aylık güneş ışıınımı şiddeti değerleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
I _{güney} =	72	84	87	90	92	95	93	93	89	82	67	64
I _{kuzey} =	28	37	52	66	79	83	81	73	57	40	27	22
I _{batı/doğu} =	43	57	77	90	114	122	118	106	81	59	41	37

Not - Ara yönlerin aylık ortalama güneş ışıınımı şiddeti değerleri olarak, hakim yönlerin değerleri, yatay camlamalarda ise Güney yönü için verilen değerler alınır.

EK-6 (Devam) TS-825 Binalarda ısı yalıtım kuralları [41]

Çizelge E6.2. Projenin yalıtımlı hali için kullanılacak ortalama aylık gölgelenme faktörü

	r_{lay}
Ayrı (müstakil) ve/veya az katlı (3 kata kadar) binaların bulunduğu yönlerde	0,8
Ağaçlardan kaynaklanan gölgelenmenin olduğu ve/veya 10 kata kadar yükseklikteki binaların bulunduğu yönlerde	0,6
Bitişik nizam ve/veya 10 kattan daha yüksek binaların bulunduğu yönlerde	0,5

EK-6 TS-825 Binalarda ısı yalıtım kuralları [41]

Çizelge E6.3. Projenin yalıtımlı hali için kullanılacak güneş enerjisi geçirme faktörü

Cam türü	g_L
Renksiz tek cam için	0,85
Renksiz yalıtım camı birimi için	0,75
* Isıl geçirgenlik katsayısı $2 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'den daha küçük olan diğer ısı yalıtım birimleri için	0,50

* Isıl geçirgenlik katsayısı $2 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'den daha küçük olan diğer ısı yalıtım birimleri için imalatçı firma tarafından belgelendirilmiş geçirme faktörü (g_L) varsa, beyan edilen bu değer alınarak hesaba katılır.

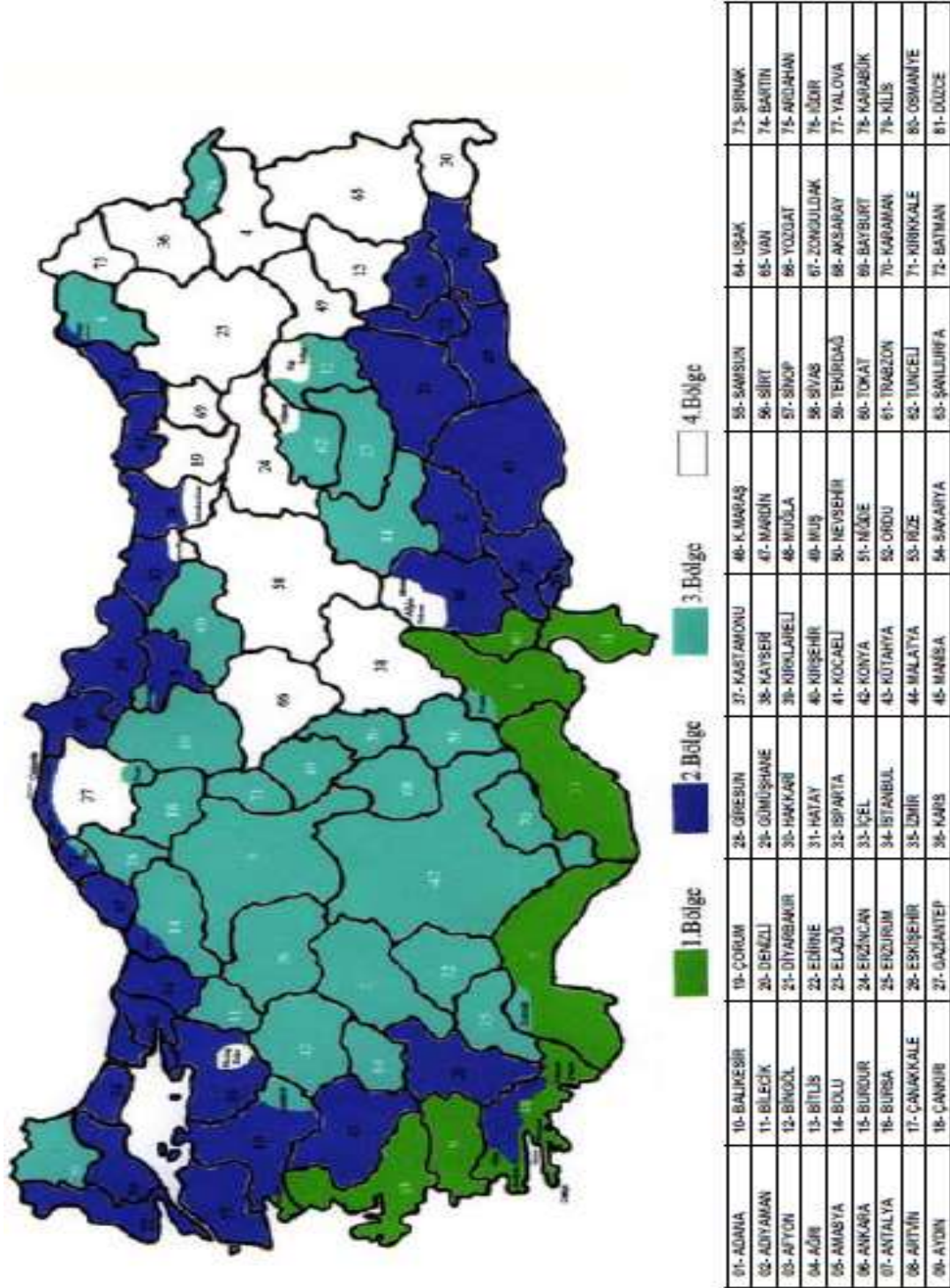
EK-6 (Devam) TS-825 Binalarda ısı yalıtım kuralları [41]

Çizelge E6.4. Projenin yalıtımlı hali için kullanılacak aylık ortalama bağıl nem oranları (İstanbul)

İL/İLÇE ADI	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Ekl	Kas	Ara
ELBİSTAN	74	70	66	63	61	58	55	55	57	65	72	74
ERZİNCAN	75	72	66	60	59	54	50	51	54	68	75	77
ERZURUM	78	77	75	67	63	59	54	51	54	66	75	79
ESKİŞEHİR	79	75	69	66	64	61	57	58	61	68	74	80
FETHİYE	66	63	64	65	62	57	57	59	60	63	67	68
GAZİ/ANTEP	75	72	68	66	59	50	47	50	53	62	73	77
GİRESUN	71	71	74	79	80	79	79	77	78	77	72	70
GÖKOVA	73	71	73	73	68	59	57	60	62	68	74	76
GÖKSUN	79	76	73	69	66	59	54	56	61	69	76	81
GÜMÜŞHANE	71	68	65	63	64	64	64	64	63	68	71	72
HAKKARİ	71	71	67	60	54	44	39	37	38	54	64	72
HATAY	75	71	70	71	70	71	73	73	69	66	71	76
HOPA	66	67	72	75	79	78	80	80	78	76	69	63
İĞDIR	66	59	50	48	49	45	43	45	50	62	65	68
İNEBOLU	77	76	77	79	80	77	76	76	78	80	77	77
ISPARTA	71	68	65	63	59	53	49	51	56	62	69	75
İSTANBUL	79	76	75	74	74	70	71	74	75	80	79	80
İZMİR	71	69	67	64	60	53	51	54	58	64	70	73
K.MARAŞ	70	66	62	60	56	53	54	55	53	58	68	73
KARABÜK	73	68	64	64	59	58	59	61	61	65	71	75
KARAMAN	76	73	67	59	57	51	46	47	51	61	71	77
KARS	82	81	81	74	73	72	72	69	67	73	80	83
KASTAMONU	75	71	66	66	65	64	60	61	65	71	76	78
KAYSERİ	77	74	68	63	63	58	52	52	55	64	72	77
KELEŞ	69	67	64	63	59	57	55	54	56	62	66	71
KİGİ	66	64	62	59	54	49	45	44	46	57	65	68
KİLİS	68	64	61	57	49	46	50	51	48	49	60	70
KIRIKKALE	79	74	67	65	62	58	54	53	56	65	75	80
KIRKLARELİ	79	75	73	69	66	64	60	63	66	73	78	80
KIRŞEHİR	79	75	69	67	63	58	53	53	56	65	75	80
KOCAELİ	78	75	74	72	71	69	71	73	73	78	78	78
KONYA	76	71	63	58	56	48	42	43	46	58	71	78
KORKUTELİ	68	66	63	61	58	50	46	48	51	58	67	71
KÖYCEĞİZ	68	66	66	65	59	50	50	54	56	62	69	72
KÜTAHYA	71	68	63	60	58	57	56	57	58	63	68	73
MALATYA	73	68	61	55	51	41	35	35	40	56	70	75
MANİSA	75	70	67	64	56	47	45	48	53	63	73	78
MARDİN	66	63	60	54	43	34	29	30	33	47	58	68
MARMARİS	73	71	73	73	68	59	57	60	62	68	74	76
MERSİN	68	68	70	73	75	77	78	76	69	65	66	68
MERZİFON	77	73	69	66	67	67	64	65	65	69	74	77
MESUDİYE	77	74	72	69	70	70	68	71	71	73	76	78
MİLAS	70	67	67	66	61	52	51	56	60	64	70	73
MUĞLA	76	73	71	69	63	53	49	51	56	65	75	80

EK-6 (Devam) TS-825 Binalarda ısı yalıtım kuralları [41]

Çizelge E6.1. Projenin yalıtımlı hali için kullanılacak derece gün bölgelerine göre iller (İstanbul)



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KARAAHMETOĞLU, Yavuz
 Uyuşu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 18.02.1981
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0 (532) 771 23 46
 e-mail : papatyakozmetik@hotmail.com.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / Yapı Eğitimi Bölümü	2012
Lisans	Gazi Üniversitesi / Teknik Eğt. Fak. Yapı Eğitimi Bölümü	2006
Lise	İskitler Teknik ve End. Mes. Lisesi	1999

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2003 - 2004	Ankara İl Milli Eğitim Müdürlüğü	Memur
2004 - 2006	Ankara Altındağ İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü	Memur
2006 - 2007	Ankara Sakalar İlköğretim Okulu	Memur
2007 - 2008	Ankara İl Milli Eğitim Müdürlüğü	Teknisyen
2007 - 2008	Ankara Ahmet Yesevi Lisesi	
Teknisyen		
2009 - 2011	Mardin Nusaybin End. Mes. Lis.	Teknik Öğretmen
2012 -	Konya Beyşehir Mesleki Eğitim Merkezi	Teknik Öğretmen

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Kültür ve Doğa Gezileri, Fotoğraf, Takı Tasarımı, Çanta Dikimi, Mantar

Yetiştiriciliği