

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİR BİNANIN DEĞİŞKEN CAM VE DIŞ DUVAR TİPLERİNE GÖRE
PENCERE/DUVAR ALANI ORANLARININ BİNA ISI KAYIPLARINA
ETKİSİ VE MALİYET OPTİMİZASYONU**

Ersin KOÇ

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Tansel KOYUN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2019**



© 2019 [Ersin KOÇ]

TEZ ONAYI

Ersin KOÇ tarafından hazırlanan "Bir Binanın Değişken Cam Ve Dış Duvar Tiplerine Göre Pencere/Duvar Alanı Oranlarının Bina Isı Kayıplarına Etkisi Ve Maliyet Optimizasyonu" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Makina Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Dr. Öğretim Üyesi Tansel KOYUN
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. İsmail Hakkı AKÇAY
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Reşat SELBAŞ
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Şule Sultan UĞUR

.....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Ersin KOÇ



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Isı Yalıtımının Önemi.....	3
1.2. Isı İletiminin Temel Esasları.....	5
1.2.1. Isının ışınlanması (Radyasyon).....	5
1.2.2. Isının akması (Konveksiyon).....	5
1.2.3. Isı iletimi (Kondüksiyon).....	5
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.2. Bina Isı Kayıplarının Hesaplanması.....	22
3.2.1. İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybının hesabı.....	22
3.2.2. Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybının hesabı.....	22
3.3. Toplam (U) Isıl Geçirgenlik Katsayısı Hesabı (W/m^2K).....	23
3.4. Projede Kullanılan Opak Bileşenlere Ait U (W/m^2K) Hesapları.....	25
3.4.1. İzotuğla dışduvar için ısı geçirgenlik katsayısı hesabı.....	25
3.4.2. Bims tuğla dışduvar için ısı geçirgenlik katsayısı hesabı.....	25
3.4.3. Gazbeton tuğla dışduvar için ısı geçirgenlik katsayısı hesabı ...	25
3.4.4. Sandviç tuğla dışduvar için ısı geçirgenlik katsayısı hesabı.....	25
3.4.5. Mantolama dışduvar için ısı geçirgenlik katsayısı hesabı.....	26
3.4.6. Toprak temaslı döşeme için ısı geçirgenlik katsayısı hesabı....	26
3.4.7. Kullanılmayan çatı için ısı geçirgenlik katsayısı hesabı.....	26
3.5. Cephelerde Pencere Alanlarının Dağılımı.....	28
3.6. Çerçeve Şekilleri.....	29
3.6.1. %30 pencere/dışduvar alanı oranındaki dükkanlara ait çerçeve şekilleri.....	29
3.6.2. %30 pencere/dışduvar alanı oranındaki dairelere ait çerçeve şekilleri.....	30
3.6.3. %40 pencere/dışduvar alanı oranındaki dükkanlara ait çerçeve şekilleri.....	31
3.6.4. %40 pencere/dışduvar alanı oranındaki dairelere ait çerçeve şekilleri.....	32
3.6.5. %50 pencere/dışduvar alanı oranındaki dükkanlara ait çerçeve şekilleri.....	33
3.6.6. %50 pencere/dışduvar alanı oranındaki dairelere ait çerçeve şekilleri.....	34
3.6.7. %60 pencere/dışduvar alanı oranındaki dükkanlara ait çerçeve şekilleri.....	35
3.6.8. %60 pencere/dışduvar alanı oranındaki dairelere ait çerçeve şekilleri.....	36

3.7. Malzeme Maliyetleri	36
3.7.1. Pencere/dışduvar alanı oranlarına göre tüm binanın pencere ve dış duvar alanı değerleri	37
3.8. Yöntem.....	38
3.9. Grafik ve dual simpleks yöntemlerine göre maliyet analizi için çözümler.....	42
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	44
4.1. %30 Pencere/Dış Duvar Alanı Oranındaki Tüm Bina İçin Isı Kaybı Değerleri	44
4.2. %40 Pencere/Dış Duvar Alanı Oranındaki Tüm Bina İçin Isı Kaybı Değerleri	47
4.3. %50 Pencere/Dış Duvar Alanı Oranındaki Tüm Bina İçin Isı Kaybı Değerleri	50
4.4. %60 Pencere/Dış Duvar Alanı Oranındaki Tüm Bina İçin Isı Kaybı Değerleri	53
4.5. %30 Pencere/Dış Duvar Alanının Oranındaki Kat Bazında Isı Kaybı Değerleri	56
4.6. %40 Pencere/Dış Duvar Alanının Oranındaki Kat Bazında Isı Kaybı Değerleri	61
4.7. %50 Pencere/Dış Duvar Alanının Oranındaki Kat Bazında Isı Kaybı Değerleri	66
4.8. %60 Pencere/Dış Duvar Alanının Oranındaki Kat Bazında Isı Kaybı Değerleri	71
4.9. Tüm Binayı Oluşturan Pencere+Dış Duvar+Cam Maliyetleri ve Toplam Isı Kaybı Değerleri	76
4.9.1. Doğrusal grafik yöntemi ile maliyet analizi.....	78
4.9.2. Dual simpleks yöntemi ile maliyet analizi	82
4.9.3. Maliyet analiz karşılaştırması.....	84
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	85
KAYNAKLAR	88
EKLER.....	92
EK A. Hesaplanan pencere/dış duvar alanı oranlarında cam, aksesuar ve çerçeve maliyetleri.....	93
EK B. Hesaplanan pencere/dış duvar alanı oranlarında tüm bina maliyetleri	97
EK C. Hesaplanan pencere/dış duvar alanı oranlarında toplam ısı kayıp değerleri.....	100
ÖZGEÇMİŞ.....	103

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİR BİNANIN DEĞİŞKEN CAM VE DIŞ DUVAR TİPLERİNE GÖRE PENCERE/DUVAR ALANI ORANLARININ BİNA ISI KAYIPLARINA ETKİSİ VE MALİYET OPTİMİZASYONU

Ersin KOÇ

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Tansel KOYUN

Bu çalışmada; nemli-sıcak iklim bölgesine sahip Antalya'da bulunan zemin+5 kattan oluşan bir bina incelenmiştir. Farklı yönlere göre pencere/duvar alanı oranlarının %30'dan %60'a arttırılması durumunda ısıtma amaçlı enerji tüketiminin artışının tespiti yapılmıştır. Binaların enerji dengesini sağlamak ve en yüksek verimi almak amacıyla ısı yalıtım uygulamalarında faydalı enerjiyi maksimum yapacak yöntemlerden de bahsedilmiştir.

Çalışmada ele alınan binada kuzey, güney, doğu ve batı cephelerindeki pencere/duvar alanı oranları %30, %40, %50 ve %60 olacak şekilde arttırılarak ısıtma enerjisi tüketimine etkisi hesaplanmıştır. Yönlere göre pencere alanı dağılımı çalışmanın başında oransal olarak sabitlenmiştir ve bu kabul üzerinden hesaplamalara devam edilmiştir. Ayrıca bu etkinin cam ve çerçeve tipine göre değişimini belirlemek için mevcut cam ve çerçeve tipi; ahşap, alüminyum, pvc çerçeve ile tek cam, çift cam ve low-e kaplamalı cam tipleri ile değiştirilerek simülasyon tekrarlanmıştır. Bütün bu parametreler ile değişimler hesaplanırken dış duvar içinde 5 farklı tip belirlenerek kombinasyon sayısı arttırılmıştır.

Araştırmanın sonunda optimizasyon teknikleri ile maliyet analizine girilmiştir. Minimum maliyeti sağlayacak sistemin tespiti yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pencere/duvar alanı oranı, cam tipi, ısı kaybı, sıcak-nemli iklim, optimizasyon, dual simpleks

2019, 103 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE EFFECT OF WINDOW/WALL AREA RATIOS ON BUILDING HEAT LOSSES AND COST OPTIMIZATION ACCORDING TO THE VARIABLE GLASS AND EXTERIOR WALL TYPES OF A BUILDING

Ersin KOÇ

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineering**

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Tansel KOYUN

In this study; a building consisting of a ground floor + 5 floors in Antalya with a humid-warm climate zone. An increase in the energy consumption for heating is determined if the window / wall area ratios are increased from 30% to 60% in different directions. In order to ensure the energy balance of the buildings and to obtain the highest efficiency, the methods which will make the maximum energy useful in heat insulation applications are also mentioned.

In the study, the window / wall area ratios in the north, south, east and west facades were increased to 30%, 40%, 50% and 60%, and the effect on the heating energy consumption was calculated. The window area distribution according to directions was proportionally fixed at the beginning of the study and calculations were continued on this acceptance. Also the type of glass and frame available to determine the effect of this effect on glass and frame type; Simulation is repeated by replacing wood, aluminum, pvc frame with single glass, double glass and low-e coated glass types. While calculating the changes with all these parameters, 5 different types were determined in the outer wall and the number of combinations was increased.

At the end of the research, cost analysis was applied with optimization techniques. Minimum cost to determine the system was made.

Keywords: Window / wall area ratio, glass type, heat loss, hot-humid climate, optimization, dual simplex

2019, 103 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni ynlendiren, son aşamaya gelinceye kadar bilgi ve tecrbesi ile yardımcı olan değerli Danışman Hocam Dr. Öğretim yesi Tansel KOYUN'a teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Optimizasyon tekniği alanında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. İsmail Hakkı AKÇAY'a teşekkür ederim.

Ersin KOÇ
ISPARTA, 2019



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Binalarda yalıtım yapılan yüzeyler.....	4
Şekil 1.2. Isı iletimi çeşitleri.....	6
Şekil 2.1. Binalarda ısı kaybı gerçekleşen bölgeler.....	7
Şekil 2.2. Çift cam kesiti.....	10
Şekil 3.1. İzotuğla dış duvar kesit detayı	16
Şekil 3.2. Bims tuğla dış duvar kesit detayı	16
Şekil 3.3. Gazbeton tuğla dış duvar kesit detayı	16
Şekil 3.4. Mantolama dış duvar kesit detayı.....	17
Şekil 3.5. Sandviç tuğla dış duvar kesit detayı.....	17
Şekil 3.6. Toprak temaslı döşeme kesit detayı	17
Şekil 3.7. Kullanılmayan çatı kesit detayı.....	18
Şekil 3.8. dipro MTH ısı kaybı hesabı yazılımı.....	21
Şekil 3.9. GÜB ısı yalıtımı hesabı yazılımı.....	21
Şekil 3.10. Tuğla ve sıvadan oluşan dış duvar kesiti	23
Şekil 3.11. Yüzeysel ısı taşınım direnç değerleri	24
Şekil 3.12. TS 2164'te belirtilen iç hava sıcaklık değerleri.....	24
Şekil 3.13. Binanın izometrik görünüşü (cm).....	27
Şekil 3.14. %30 oranındaki dükkanlara ait çerçeve şekilleri (mm).....	29
Şekil 3.15. %30 oranındaki dairelere ait çerçeve şekilleri (mm)	30
Şekil 3.16. %40 oranındaki dükkanlara ait çerçeve şekilleri (mm).....	31
Şekil 3.17. %40 oranındaki dairelere ait çerçeve şekilleri (mm)	32
Şekil 3.18. %50 oranındaki dükkanlara ait çerçeve şekilleri (mm).....	33
Şekil 3.19. %50 oranındaki dairelere ait çerçeve şekilleri (mm)	34
Şekil 3.20. %60 oranındaki dükkanlara ait çerçeve şekilleri (mm).....	35
Şekil 3.21. %60 oranındaki dairelere ait çerçeve şekilleri (mm)	36
Şekil 3.22. Normal kat kuzeybatı daire kesiti	38
Şekil 3.23. Zemin kat dükkan plan görünüşü.....	39
Şekil 3.24. Dış duvar ve pencere boyutları	41
Şekil 3.25. Normal kat üstten görünüş ölçüleri.....	42
Şekil 4.1. %30 oranında ahşap çerçeve kombinasyonları	45
Şekil 4.2. %30 oranında alüminyum çerçeve kombinasyonları	45
Şekil 4.3. %30 oranında plastik çerçeve kombinasyonları.....	46
Şekil 4.4. %40 oranında ahşap çerçeve kombinasyonları	48
Şekil 4.5. %40 oranında alüminyum çerçeve kombinasyonları	48
Şekil 4.6. %40 oranında plastik çerçeve kombinasyonları.....	49
Şekil 4.7. %50 oranında ahşap çerçeve kombinasyonları	51
Şekil 4.8. %50 oranında alüminyum çerçeve kombinasyonları	51
Şekil 4.9. %50 oranında plastik çerçeve kombinasyonları.....	52
Şekil 4.10. %60 oranında ahşap çerçeve kombinasyonları.....	54
Şekil 4.11. %60 oranında alüminyum çerçeve kombinasyonları	54
Şekil 4.12. %60 oranında plastik çerçeve kombinasyonları.....	55
Şekil 4.13. $g_1(x)$ 'ten $g_8(x)$ 'e kadar fonksiyonlara ait yerel ekstremum noktalarını belirten grafik	80
Şekil 4.14. Grafik optimizasyon tekniğine göre fizibil alan tanımlaması.....	80

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. İzotuğla dış duvar detayları.....	18
Çizelge 3.2. Bims tuğla dış duvar detayları.....	18
Çizelge 3.3. Sandviç dış duvar detayları.....	19
Çizelge 3.4. Gazbeton tuğla dış duvar detayları.....	19
Çizelge 3.5. Mantolama tuğla dış duvar detayları.....	19
Çizelge 3.6. Toprak temaslı döşeme detayları.....	20
Çizelge 3.7. Kullanılmayan çatı detayları.....	20
Çizelge 3.8. Binada kullanılan camların U değerleri [W/m ² K].....	26
Çizelge 3.9. Binayı oluşturan bileşen kodları ve tipleri.....	27
Çizelge 3.10. Pencere/Dış duvar oranlarına göre toplam pencere alanları..	28
Çizelge 3.11. Pencere/Dış duvar oranlarına göre toplam pencere alanları..	28
Çizelge 3.12. Dış duvar için maliyetler listesi.....	37
Çizelge 3.13. Pencere doğrama (çerçeve) denizlik mermeri için birim maliyetler listesi.....	37
Çizelge 3.14. Cam tipleri için birim maliyetler listesi.....	37
Çizelge 3.15. Oran değerlerine göre tüm binanın pencere ve dış duvar alanları.....	37
Çizelge 3.16. Zemin kat kuzey yönündeki dükkan için ısı kaybı çizelgesi.....	40
Çizelge 4.1. %30 oranında ahşap çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt).....	44
Çizelge 4.2. %30 oranında alüminyum çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt).....	44
Çizelge 4.3. %30 oranında plastik çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt).....	44
Çizelge 4.4. Tek cam ve kaplamalı 4-16-4 cam arasında ısı yalıtım oranı değişimi.....	46
Çizelge 4.5. %40 oranında ahşap çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt).....	47
Çizelge 4.6. %40 oranında alüminyum çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt).....	47
Çizelge 4.7. %40 oranında plastik çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt).....	47
Çizelge 4.8. Tek cam ve kaplamalı 4-16-4 cam arasında ısı yalıtım oranı değişimi.....	49
Çizelge 4.9. %50 oranında ahşap çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt).....	50
Çizelge 4.10. %50 oranında alüminyum çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt).....	50
Çizelge 4.11. %50 oranında plastik çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt).....	50
Çizelge 4.12. Tek cam ve kaplamalı 4-16-4 cam arasında ısı yalıtım oranı değişimi.....	52
Çizelge 4.13. %60 oranında ahşap çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt).....	53
Çizelge 4.14. %60 oranında alüminyum çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt).....	53

Çizelge 4.15. %60 oranında plastik çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt)	53
Çizelge 4.16. Tek cam ve kaplamalı 4-16-4 cam arasında ısı yalıtım oranı değişimi.....	55
Çizelge 4.17. BIMS tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	56
Çizelge 4.18. BIMS tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	56
Çizelge 4.19. BIMS tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	56
Çizelge 4.20. Gaz beton tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	57
Çizelge 4.21. Gaz beton tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	57
Çizelge 4.22. Gaz beton tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	57
Çizelge 4.23. İzo tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	58
Çizelge 4.24. İzo tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	58
Çizelge 4.25. İzo tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	58
Çizelge 4.26. Mantolama duvar ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	59
Çizelge 4.27. Mantolama duvar ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	59
Çizelge 4.28. Mantolama duvar ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	59
Çizelge 4.29. Sandviç tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	60
Çizelge 4.30. Sandviç tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	60
Çizelge 4.31. Sandviç tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	60
Çizelge 4.32. BIMS tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	61
Çizelge 4.33. BIMS tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	61
Çizelge 4.34. BIMS tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	61
Çizelge 4.35. Gaz beton tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	62
Çizelge 4.36. Gaz beton tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	62
Çizelge 4.37. Gaz beton tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	62
Çizelge 4.38. İzo tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	63

Çizelge 4.39. İzo tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	63
Çizelge 4.40. İzo tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	63
Çizelge 4.41. Mantolama duvar ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	64
Çizelge 4.42. Mantolama duvar ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	64
Çizelge 4.43. Mantolama duvar ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	64
Çizelge 4.44. Sandviç tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	65
Çizelge 4.45. Sandviç tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	65
Çizelge 4.46. Sandviç tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	65
Çizelge 4.47. BIMS tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	66
Çizelge 4.48. BIMS tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	66
Çizelge 4.49. BIMS tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	66
Çizelge 4.50. Gazbeton tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	67
Çizelge 4.51. Gazbeton tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	67
Çizelge 4.52. Gazbeton tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	67
Çizelge 4.53. İzo tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	68
Çizelge 4.54. İzo tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	68
Çizelge 4.55. İzo tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	68
Çizelge 4.56. Mantolama duvar ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	69
Çizelge 4.57. Mantolama duvar ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	69
Çizelge 4.58. Mantolama duvar ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	69
Çizelge 4.59. Sandviç tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	70
Çizelge 4.60. Sandviç tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	70
Çizelge 4.61. Sandviç tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	70
Çizelge 4.62. BIMS tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	71

Çizelge 4.63. BIMS tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	71
Çizelge 4.64. BIMS tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	71
Çizelge 4.65. Gazbeton tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	72
Çizelge 4.66. Gazbeton tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	72
Çizelge 4.67. Gazbeton tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	72
Çizelge 4.68. İzo tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	73
Çizelge 4.69. İzo tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	73
Çizelge 4.70. İzo tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	73
Çizelge 4.71. Mantolama duvar ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	74
Çizelge 4.72. Mantolama duvar ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	74
Çizelge 4.73. Mantolama duvar ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	74
Çizelge 4.74. Sandviç tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	75
Çizelge 4.75. Sandviç tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	75
Çizelge 4.76. Sandviç tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)	75
Çizelge 4.77. Cam tiplerine göre ısı kazancındaki ortalama artış oranları....	76
Çizelge 4.78. En düşük toplam ısı kaybı değerini veren sistem ve maliyet değerleri	76
Çizelge 4.79. En düşük maliyeti veren sistem ve toplam ısı kaybı değerleri	76
Çizelge 4.80. Oran değerlerine göre çerçevelere ait en/boy ölçüleri	77
Çizelge 4.81. Pencere için birim maliyetler listesi	77
Çizelge 4.82. Başlangıç tablosu.....	83
Çizelge 4.83. Nihai tablo.....	83
Çizelge 4.84. Çözüm yöntemlerine göre karşılaştırma tablosu	85

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	Isı kaybını oluşturan yüzeylerin toplam alanı
A _D	Dış duvarın alanı
A _d	Dış hava ile temas eden tabanın/döşemenin alanı
A _{ds}	Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının alanı
Ah.Ç12	Ahşap çerçeve + çift cam 4-12-4 mm
Ah.Ç16	Ahşap çerçeve + çift cam 4-16-4 mm
Ah.Çl12	Ahşap çerçeve + kaplamalı cam 4-12-4 mm
Ah.Çl16	Ahşap çerçeve + kaplamalı cam 4-16-4 mm
Ah.T	Ahşap çerçeve + tek cam
A _k	Dış kapının alanı
Al.Ç12	Alüminyum çerçeve + çift cam 4-12-4 mm
Al.Ç16	Alüminyum çerçeve + çift cam 4-16-4 mm
Al.Çl12	Alüminyum çerçeve + kaplamalı cam 4-12-4 mm
Al.Çl16	Alüminyum çerçeve + kaplamalı cam 4-16-4 mm
Al.T	Alüminyum çerçeve + tek cam
A _p	Pencerenin alanı
A _T	Tavan alanı
A _t	Zemine oturan taban/döşeme alanı
BIMS	Bims tuğla duvar
c	Havanın özgül ısısı
c	Toplam maliyet değeri
d	Yapı bileşeninin kalınlığı
d	Dış duvar alanı
GB	Gaz beton tuğla duvar
H	Toplam ısı kaybı değeri
H _T	İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
H _v	Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
İZO	İzo tuğla duvar
KÇ	Kullanılmayan çatı
low-e	Kaplamalı, düşük salınımlı, yüksek dirençli cam tipi
m ₁	Pencere için minimum m ² maliyetini
m ₂	Pencere için maksimum m ² maliyetini
m ₃	Dış duvar için minimum m ² maliyetini
m ₄	Dış duvar için maksimum m ² maliyetini
m _d	Dış duvar maliyet değeri
M _d	Dual simpleks ile maliyet
MNT	Mantolama duvar
m _p	Pencere maliyet değeri
n _h	Hava değişim oranı
p	Pencere alanı
P.Ç12	Plastik çerçeve + çift cam 4-12-4 mm
P.Ç16	Plastik çerçeve + çift cam 4-16-4 mm
P.Çl12	Plastik çerçeve + kaplamalı cam 4-12-4 mm
P.Çl16	Plastik çerçeve + kaplamalı cam 4-16-4 mm
P.T	Plastik çerçeve + tek cam
R _d	Dış yüzey ısı taşınım direnci

R_i	İç yüzey ısı taşınım direnci
S	Optimizasyon tekniğinde artık değişken
SND	Sandviç duvar (Çift tuğla)
TTD	Toprak temaslı döşeme
U	Isıl geçirgenlik katsayısı
U_D	Dış duvarın ısı geçirgenlik katsayısı
U_d	Dış hava ile temas eden tabanın ısı geçirgenlik katsayısı
U_{ds}	Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayısı
U_k	Dış kapının ısı geçirgenlik katsayısı .
U_p	Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı
U_T	Tavanın ısı geçirgenlik katsayısı.
U_t	Zemine oturan tabanın /döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı
V_f	Sistem vantilâtörleri çalışırken vantilâtörlerdeki ortalama hacimce hava değişim debisi
V_h	Havalandırılan hacim
V^I	Hacimce toplam hava değişim debisi
V_x	Hava sızıntısı ile oluşan ilâve hacimce hava değişim debisi
x_1	Pencere yatay uzunluğu
x_2	Pencere düşey uzunluğu (y)
Z	Amaç fonksiyonu
$\alpha_{dış}$	Dış yüzey ısı taşınım değeri
$\alpha_{iç}$	İç yüzey ısı taşınım değeri
ΔT	Sıcaklık farkı
λ	Isıl iletkenlik hesap değeri
ρ	Havanın birim hacim kütlesi

1. GİRİŞ

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

Yaşam alanlarımızı oluşturan apartmanlar, toplu konutlar , müstakil evler; sanayi ve endüstri tesislerinden sonra enerji tüketiminin yüksek oranda gerçekleştiği alanlardır. Enerji tüketimi; farklı iklimsel bölgelere, cephe koşullarına ve arazi kot farklılıklarına göre değişim gösterebilir. En yüksek tüketim, ısınma koşullarını sağlayabilmek için gerçekleştiğinden konuyu maddi ve çevresel boyutlarda ele alarak tüketimi minimum seviyeye indirebilecek çözüm şekilleri üzerinde çalışmak uygulanabilir olacaktır. Çevre ve hava kirliliğine en büyük sebebiyet veren motorlu araçların yanında ısınmada kullanılan yakıtların da yanma sonucu açığa çıkan egzoz gazları, küresel ısınma tehdidini arttıran unsurların başında gelmektedir. Konutlarda ısı yalıtımı yapılması ile enerji korunumunun arttırılması, ekonomiklik, sağlık ve çevre yönündeki olumsuzluklar da azaltılmış olacaktır.

Konutlarda ısınma ve sıcak su amaçlı tüketilen enerjinin toplam tüketim içindeki payı göz önüne alındığında, bu alanda enerjinin verimli kullanılması sonucu elde edilecek tasarrufun büyük olacağı görülmektedir. Bu yüzden konutlarda enerji verimliliği, enerji tüketiminin azaltılması açısından büyük önem arz etmektedir. Konutların yapı ve özelliklerinde enerji verimliliği aşağıdaki maddeler göz önünde bulundurularak sağlanabilir.

- Yapı elemanlarında ısı yalıtımı,
- Bölgelere göre pencere konstrüksiyonu,
- Isıtma sistemlerinin iyi projelendirilmesi ve otomatik kontrol,
- Bina içi konfor şartlarının Avrupa ve dünya standartlarına göre uygunluğu

Bu yönde yapılan çalışmalar, bu kurallara uyulması durumunda binalarda ortalama yaklaşık %40 oranında enerji tasarrufu sağlanacağını göstermektedir (Çomaklı, 2003).

Isı yalıtım sistemlerindeki performans değerleri; yalıtım malzemesi ve kalınlıkları, duvar tipleri, cam ve çerçeve tipleri, binaların mimari şekilleri ile doğrudan ilgilidir. Isı yalıtım uygulamalarının standartlara uygun yapılması amacıyla "TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" standartlarına uygun ısı yalıtım projeleri ruhsatlandırma aşamasında belediyelerin İmar Müdürlüklerine sunularak yetkililer tarafından onaylanmaktadır. İnşaatın yapımı sürerken yapı denetim firmalarının daimi kontrolleriyle inşaat, iş bitime hazırlanmaktadır. TS 825 standardının amacı; enerji tasarrufu sağlamak, özgül ısı kaybı ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını belirlemek, en az C enerji sınıfında binalar inşaa edilmesini sağlamaktır. Kalitesiz malzeme kullanımı ve standart dışı uygulamalar ülke enerji tüketimi bazında büyük kayıplara yol açmaktadır.

Gelişme sürecinde olan diğer ülkelerdeki gibi Türkiye'de de, her geçen gün enerji ihtiyacı artmakta, ancak Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın verileri incelendiğinde, enerji üretimimizin bu ihtiyaca cevap veremediği ve aradaki farkın enerji ithalatı yapılarak karşılandığı görülmektedir (Şen, 2004).

Binaların opak ve saydam yüzeyleri enerji kayıp ve kazançları açısından yüksek öneme sahiptir. Bu yüzden binalarda ağırlıklı olarak pencerelerden kaynaklanan ısı kayıp ve kazanç miktarları; pencere/duvar alanı, cam tipi, çerçeve tipi vb. özelliklere bağlıdır. Isı kayıp ve kazanç hesaplarında binanın kabuğunu oluşturan elemanların ısıl direnç değerleri en önemli parametrelerdendir. Genellikle yaşam alanlarında yapılan ısıtma - soğutma hesaplamalarında montajı yapılacak cihazların kapasite hesaplamaları bu koşullara dayanılarak yapılır.

Binalarda ısı kayıpları, her ne kadar binanın mimari projesine ve durumuna göre değişse de genel olarak; çok katlı bir konut için toplam ısının % 40'ı dış duvarlardan, % 30'u pencerelerden, % 7'si çatılardan, % 6'sı bodrum

döşemesinden ve % 17'si hava kaçaklarından oluşur. Tek katlı bir konutta ısı kayıpları dış duvarlardan % 25, çatıdan % 22, pencerelerden % 20, bodrumdan % 20 ve hava kaçaklarından % 13 olarak belirlenmiştir (Koçu ve Dereli, 2010).

Bu çalışmada; nemli-sıcak iklim bölgesine sahip Antalya'da bulunan zemin+5 kattan oluşan bir bina ele alınarak farklı yönlere göre pencere/duvar alanı oranlarının %30'dan %60'a arttırılması durumunda ısıtma amaçlı enerji tüketiminin artışının tespiti yapılmıştır.

Aşağıda bina yalıtımı için önem arzeden konular alt başlıklar halinde incelenmiştir.

1.1 Isı Yalıtımının Önemi

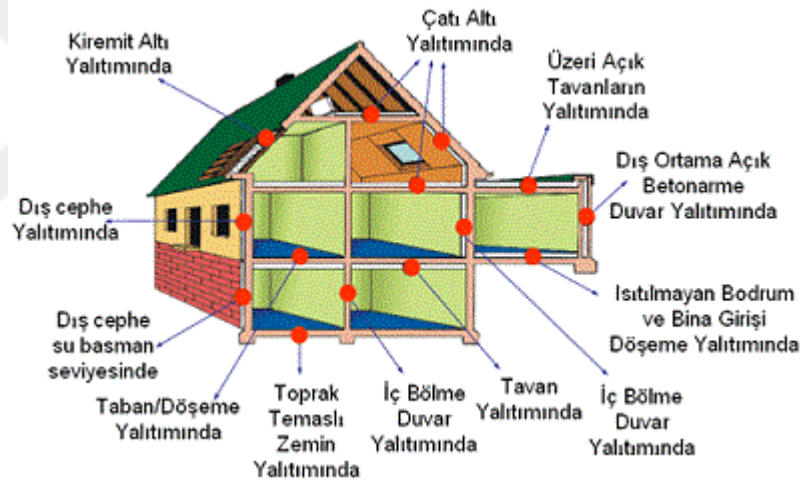
Türkiye'de yalıtım olgusu, ancak 1970'li yıllarda sektördeki cam yünü üreten firmaların reklam çalışmaları ile gündeme gelmiştir. Isı yalıtımı, enerji ve çevre ile olan ilişkisinden dolayı, en yaygın ve önemli yalıtım konusudur. Yaygınlığı, uygulamadan hemen sonra tasarruf sağlaması, dolayısıyla ekonomik katkısından kaynaklanmaktadır. Teknik olarak, ısı yalıtımı, farklı sıcaklıktaki iki ortam arasında, ısı geçişini azaltmak için yapılan işlemlerdir.

Isı, yüksek sıcaklıklı ortamdan düşük sıcaklıklı ortama doğru hareket eder. Isınan iç ortamdan dış ortama doğru bir hareket söz konusudur. İçeride yeterli konfor ortamının sağlanabilmesi için ya kaybolan ısının bir ısıtma sistemi ile karşılanması ya da ısı kaybının azaltılması gerekir. Isı kaybını azaltmak da ancak ısı yalıtımı ile mümkündür.

Isı yalıtımı yaparak binanın ömrünü uzatmak, kullanıcıya sağlıklı, konforlu mekanlar sunabilmek ve bina kullanım aşamasında yakıt ve soğutma giderlerinde büyük kazanım sağlamak mümkün olmaktadır. Isı yalıtımı uygulamaları, binalarda ve ısıtma tesisatında yapılır. Yapılarda; ısı kayıpları, duvar, döşeme, çatı gibi bina kabuğundan ve baca, pencere, kapı gibi yapı

elemanlarından gerçekleşir. Binalarda ısı yalıtımı da, ısı kaybının gerçekleştiği yüzeylerde yapılacak uygulamalardan oluşur.

Çatıların yalıtımında; çatıların şekline göre değişen yalıtım uygulamaları vardır. Çatılarda yalıtım, levha veya şilte biçiminde çeşitli yalıtım malzemeleriyle yapılmaktadır. Bu malzemeler çatının durumuna göre çatı mertebesinin üstüne veya altına monte edilerek kullanılır. Duvarlarda yalıtım ise çeşitli malzemelerin genellikle duvarlara monte edilmesiyle yapılmaktadır. Duvarlarda yalıtım, binanın dışından ve içinden yapılabilmektedir. Pencereelerde yalıtım ise genellikle çift cam uygulamaları ile yapılmaktadır. Pencereelerin açılan kısımlarına fitil ve conta uygulamaları yapılır. Kapılarda da fitil ve conta kullanımı yaygındır.



Şekil 1.1. Binalarda yalıtım yapılan yüzeyler

Isı yalıtımı, yalnızca çeşitli yalıtım malzemeleriyle yapılan bir işlem olarak algılanmamalıdır. Isı yalıtımı daha tasarım aşamasında başlaması gereken bir süreçtir. Isı kaybını etkileyen en önemli unsurların başında, yapının içinde bulunduğu çevresel faktörler gelir ve tasarımcılar bu faktörleri ısı yalıtımı açısından da dikkate almalıdır. Isı yalıtımını etkileyen dış faktörler şunlardır.

- Coğrafi özellikler: Enlem – boylam, binanın bulunduğu bölgenin eğimli ya da düzlük, yeşil ya da kurak oluşu gibi.
- İklim özellikleri

- Rakımı
- Arsanın özellikleri
- Yön
- Komşu parsellerle beraber arsanın imar durumu özellikleri

Etkin bir ısı yalıtımı için bu faktörlerin tasarım açısından başlayarak dikkatle ele alınması ve binanın bu dış etkilere en fazla direnç gösterecek şekilde tasarlanması gerekir.

1.2. Isı İletiminin Temel Esasları

1.2.1. Isının ışınlaması (Radyasyon)

Isı ışınları, havası boşaltılmış ve gazla doldurulmuş cisimlerden onları ısıtmadan geçerler. Isı ışınlaması sayesinde dünyamız yaşam için gerekli ısıyı güneşten sağlar. Isı ışınları elektromanyetik titreşimler olarak kabul edilir. Belirli ve kendi aralarında farklılıklar gösterebilen dalga uzunlukları vardır ve maddeye bağlı değildirler. İki farklı sıcaklıkta cisim sadece ışın geçirgenliği olan bir aracı ile ayrılmış sıcak cisimden soğuk cisme ışınlama başlar. Soğuk cisme ulaşan ışınlama enerjisinin bir bölümü cisme vardığında kısmen absorbe edilir (emilir), kısmen geri ışınlanır. Bu olaylar yapılarda sık sık meydana gelir.

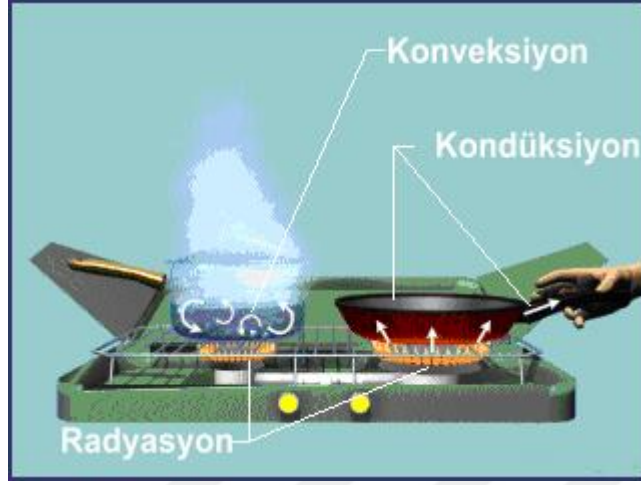
1.2.2. Isının akması (Konveksiyon)

Sıvı ve gaz maddelerde ısı bağlı olduğu kütle parçacıklarının pozisyonlarını değiştirmeleri ile aktarılır. Bu durum su ve hava için piktir. Meydana gelen ısı akımları 'konveksiyon' olarak ta adlandırılır. Isı akması madde özelliklerine bağlıdır. Burada ısı iletimi göze çarpsa da önemsizdir.

1.2.3. Isı iletimi (Kondüksiyon)

Katı maddelerde ısı bir parçacıktan diğerine taşınır. Günlük hayattan da alışık olduğumuz bu olay ısı iletimi olarak da tanımlanabilir. Isı iletme elverişliliği

sabit bir değer olarak malzemenin bir özelliğini oluşturur. Şekil 1.1.' de ısı iletimi eşitleri gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Isı iletimi eşitleri

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Araştırmayla ilgili olarak binaların ısı yalıtımı uygulamalarında ısı iletimini, enerji verimini etkileyen unsurlar, malzeme özellikleri ve ısı yalıtım sorunlarının belirlenmesi ile ilgili kaynaklara ulaşılmaya çalışılmıştır. Araştırmaya yön verecek konu özetleri aşağıda belirtilmiştir.

Şen (2006), bazı ülkeler ile yaptığı kıyaslamada, Türkiye'nin yalıtım konusundaki düşük durumunu göstermiştir. "Fransa'da yalıtım ürünleri pazarının büyüklüğü 30 milyon m³ iken Türkiye'de 2,5 – 3 milyon m³'tür. Kişi başına yalıtım tüketimi ise 0,04 m³'tür. Avrupa'da kişi başına yalıtım malzemeleri tüketimi 0,4 m³'tür. Amerika'da ise 1 m³ civarındadır. Kişi başına ısı yalıtım ürünleri bakımından yapılan kıyaslamada; Almanya'nın Türkiye'ye göre 20 kat fazla olduğu görülmektedir" şeklinde belirtmiştir.

Sayın vd. (2005), binalarda dış duvarlar, tavanlar, merdivenler, pencereler, ısıtılmayan hacimler üzerindeki döşemeler, zemine oturan döşemeler ve açık geçitler üzerindeki döşemelerden ısı kaybedilmekte ve bu yüzden binaların yakıt tüketimi yüksek olduğunu söylemiştir. Yapılardaki toplam ısı kayıplarının; % 10-15'i döşemelerde (temeller), % 10-15'i pencerelerde, % 25'i tavanlarda, % 15-25'i dolgu duvarlarda, % 20-50'si ısı köprülerinde oluşmaktadır şeklinde açıklamıştır. Isı kaybının gerçekleştiği bölgeler Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Binalarda ısı kaybı gerçekleşen bölgeler

Dağsöz (1995), mahallerde ısı kaybının yapı bileşenlerinden iletim yoluyla ve sızıntı yoluyla gerçekleştiğini, gerçek sonucun bu iki değer toplaması ile bulunduğunu açıklamıştır. Ayrıca, yapılarda ısı kaybının dış duvar, pencere, çatı, döşeme ve hava sızıntısı olmak üzere 5 yoldan gerçekleştiğini belirtmiştir.

Oğan (2008), camın ve ahşap kapıların ısı iletkenliklerinin yüksek olması, pencere ve kapıların hareketli aksamları ve çerçevelerinin iyi yalıtılmamış olması hava kaçaklarını artırdığını, bu nedenle pencere ve kapıların hava kaçaklarından kaynaklanan enerji kayıplarının fazla olan yerler olduğunu belirtmiştir. Hava kaçaklarını engelleyici en basit ve ucuz önlemin, hava kaçaklarının olduğu bölgelerin uygun malzemelerle kapatılması gerektiğini söylemiştir. Pencere ve kapıların yenilenirken nelere dikkat edileceğini aşağıdaki maddelerle belirtmiştir.

- Isı iletkenliği düşük olan cam tipleri tercih edilmeli
- Pencere çerçevelerinin ısı iletkenliği düşük olmalı
- Tek cam yerine çift cam kullanılmalı
- Çift cam seçerken, camlar arası boşluğun ısı iletkenliği düşük gazlar ile doldurulmuş olanları tercih edilmelidir.

Altınışik (2006), binalarda pencerelerin ısı geçirgenliğinin en fazla olan yapı elemanları olduğunu, yüksek binalarda ısı kayıplarının %7'si, tek katlı binalarda %20'sinin pencerelerden kaynaklandığını, enerji tasarrufunun önem kazanması ile pencere boyutlarının küçüldüğünü belirtmiştir.

Binan (1985), pencere alanının oda döşemesi alanına oranlarını binanın kullanım amacı, bulunduğu iklim, pencereyi oluşturan kasa doğramasının çeşidi, cam tipi değerlerini gözönünde bulundurarak hesaplamıştır. Pencere alanının oda döşemesine olan oranının 1/3 ile 1/10 arasında değişeceği, çalışma odaları ve bürolarda 1/3-1/5, oturma ve yatak odalarında 1/5-1/10 arasında değerlerin olacağını belirtmiştir.

Arasteh ve Reilly (1989), binaların pencerelerine ait camlarında oluşan ısı iletiminin hesaplama yöntemi üzerine çalışmışlardır. Cam ve kasadan oluşan farklı pencere tiplerini karşılaştırarak yeni pencere ürünleri imal etmek için bilgisayar programı geliştirmişlerdir.

Taymaz (1987), bir pencerenin yerine getirmesi gereken görevleri aşağıdaki gibi maddeler halinde belirlemiştir.

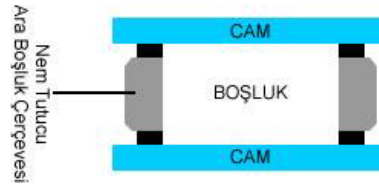
- İç hacimlerin yeterli ölçüde aydınlatılması
- Etkili bir havalandırma.
- İç hacimlerin dışla bağlantısını kurmak.
- Hacimlerin yerleşme düzenine katkıda bulunmak.
- Sıcak, soğuk, yağmur, rüzgar ve gürültüye karşı hacimleri korumak.
- Işık ve güneşe karşı korunum sağlamak.
- Kolay kullanım ve rahat temizlik yapmayı sağlamak.
- Ekonomik oluş, yapımda ucuzluk, kaybetmemek ve az bakım masrafı ile korunumun sağlanmasıdır.

Arasteh vd. (2000), Pencere sistemlerinde cam kullanımı tek cam uygulaması ile başlamış, teknolojik gelişmeler ve gereksinimleri daha iyi karşılaması için çift katmanlı veya üç katmanlı gibi çok katmanlı cam sistemi kullanımının yaygın hale geldiğini, çok katmanlı cam sistemlerini ısı performans ve ses kontrolü açısından tek camlı sistemlere oranla çok daha etkili olduğunu, üç ve dört katmanlı cam sistemleri çift katmanlı cam sistemlerine oranla ısı ve ses açısından daha iyi performans gösterebilir de kalın kesitli olmaları ve ağır sistemler olmaları yüzünden çok fazla tercih edilmediklerini belirtmişlerdir.

Arasteh ve Hartman (1987), binalardaki pencerelere ait camların arasında meydana gelen ısı iletimini deneysel olarak incelemişlerdir. Çift cam ve üçlü cam yapılarında ara boşluklara farklı gazların konulması halinde boşluklara ait genişlik değerlerinin ısı transferine etkilerini araştırmışlardır. Argon gazı kullanıldığı durumlarda ısı iletim değerinin minimuma ulaştığını tespit etmişlerdir.

Binan (1985), plastik doğramadan oluşan pencerelerin ultraviyole ışınları, sıcak, soğuk ve gün ışığına karşı dayanıklı özel katkılı PVC malzemelerinden yapıldığını, PVC'den yapılan profil kasaların içine destek amaçlı metal profiller yerleştirilerek rüzgara karşı dayanımının arttırıldığını, kasa - kanat birleşim yerlerinde de conta kullanılarak hava geçişini engellediğini açıklamıştır.

İlhan ve Aygün (2005), konuyla ilgili “Çerçeve ve cam ikilisinden oluşan pencere sistemlerinde en büyük ısı kayıp ve kazançları cam kısmında meydana gelmektedir. Isı kayıp ve kazançlarının en uygun seviyede olması için çeşitli cam yapılarının ve türlerinin geliştirilmesi üzerine çalışmalar sürekli devam etmektedir. Günümüzde tek camlı pencerelere alternatif olarak en fazla çift camlı pencereler kullanılmaktadır. Çift camlı pencerelerde,kenarları boyunca metal bir ara boşluk çerçeveyle ayrılmış iki veya daha fazla cam plakanın aralarında hava boşluğu bırakılarak birleştirilmesiyle yalıtım camları elde edilmiştir (Şekil 2.2.). Hava boşluğu kısmında nemi alınmış hava ve soygaz bulunmaktadır. Oluşturulan bu boşluk ısı tamponu görevi görmektedir” şeklinde açıklama yapmışlardır.



Şekil 2.2. Çift cam kesiti

Kontoleon ve Bikas (2002) tarafından yapılan çalışmada ise aşırı ısınma ve buna bağlı olarak enerji tüketiminin azaltılmasının optimum pencere/ duvar alanı oranı, uygun cam türü seçimi ve döşemede yalıtım uygulanmasına bağlı olduğu bulunmuştur.

Singh vd. (2008) yaptıkları çalışmada 15 farklı cam tipinin ısı konfor şartlarına etkisini araştırmışlardır. Değerlendirme kriteri olarak ise Predicted Mean Vote (PMV) ve Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) değerleri kullanılmıştır. Sonuç olarak, karma iklim kış koşullarında güneş kontrol camları dışında kalan cam türleri, yaz koşullarında ise yansıtıcı kaplamalı camların uygun olduğu

saptanmıştır. Çöl ikliminde ise yansıtıcı kaplamalı güneş kontrollü çift cam kullanımının uygun, ılıman iklimde oda sıcaklığının 25°C istendiği koşullarda yansıtıcı ve emici kaplamalı güneş kontrol camları kullanımı ile ısı konfor koşullarının sağlanabildiği ortaya konmuştur.

Taymaz (1987), fabrikalarda özel olarak yapılan çift cam imalatlarında su ve hava sızdırmayan yapıştırıcı kullanıldığından ve iki cam arasındaki gazın nemsiz olduğundan dolayı içten kirlenmeyeceğini, buğulanma olmayacağını, camlar arası boşluğun genelde 6-18 mm. şeklinde imal edildiğini belirtmiştir.

Mitchell vd. (2003), pencere sistemlerinde U değerinin 3 çeşit olduğunu belirtmişlerdir. Bunlar;

- Cam sisteminin orta noktasına ait U değeri.
- Cam sisteminin kenar noktalarına ait U değer.
- Bu ikisinin ortalaması alınarak elde edilen U değeri.

Cam sisteminin orta noktasındaki U değer; cam katman sayısına, tabakalar arası boşluğun boyutuna, ara dolgu malzemesinin çeşidine ve seçilen camların çeşidine bağlıdır. Cam sisteminin kenar noktalarında, metal cam tutucuların olması ısı akışını artırır, kenar noktalarına ait U değer, orta noktanın U değerinden daha yüksektir. erçeve sistemlerinin ısı performansını, ısı olaylara fazla maruz kaldığı için cam sistemi kadar iyi değildir. Bu yüzden birçok örnekte, pencere sisteminin toplam U değer, cam sisteminin orta noktasına ait U değerinden daha yüksektir şeklinde açıklamışlardır.

Pykh vd. (2002), pencere sistemini oluşturan kasa doğramasının hava boşluklu PVC'den elde edilmesi yada ısı yalıtımı malzemeleriyle desteklenen alüminyum doğramalarla yapılmasının ısı performansını arttırdığını, kasa-kanat ve kasa-duvar arasından ısı kaybının yaşanmaması için kullanılan fitil gibi elastik malzemelerin sistem performansını olumlu etkilediğini belirtmişlerdir.

Arasteh vd. (2000), pencere sistemlerinin birleşme noktalarında görülen hava sızıntısının iklim koşulları, rüzgar koşulları ve bina çevresindeki hava hareketlerine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Kasa-duvar, kasa-kanat ve cam montajının olduğu yerde yüksek ısı hava sızıntısının olduğunu söylemişlerdir.

Sezer (2005), ısı geçirgenlik katsayısı düşük olan ve dış cepheden kaybedilen ısı miktarını azaltan Low-e kaplamalı iklim kontrol camları kullanmanın soğuk iklim koşullarına sahip bölgeler için en uygun çözüm olduğunu belirtmiştir.

Özenç (2007), pencere alanı toplamının dış cephe alanına oranı 1/4 olan beş katlı ve hava kaçakları önlenmiş binalarda çift cam kullanımının enerji tüketiminde yaklaşık %15 tasarruf sağlayacağını belirtmiştir.

Şişman (2005), "TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" standardı ile yeni yapılacak bir binaya ait çeşitli tasarım seçeneklerine bu standartta açıklanan hesaplama metodunu ve değerlerini uygulayarak, ideal enerji performansını sağlayacak tasarım seçeneğini belirlemek, mevcut binaların net ısıtma enerjisi tüketimlerini belirlemek, mevcut bir binaya yenileme projesi uygulamadan önce uygulanabilecek enerji tasarruf tedbirlerinin sağlayacağı tasarruf miktarını belirlemek ve binaların enerji ihtiyacını hesaplayarak gelecekteki enerji ihtiyacını tahmin etmek amaçları için de kullanılacağını söylemiştir. Bu standart ile yeni inşaa edilecek binaların mevcut binaların tümünde veya bağımsız bölümlerinde yapılacak olan tamir, tadil ve eklemelerdeki ısıtma enerjisi ihtiyacını hesaplamaya izin verilebilecek en yüksek ısı kaybı değerlerini kapsayarak binalarda yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplanmasına yönelik bir metot oluşturacağını belirtmiştir.

Oral ve Akşit (2001), yaptıkları araştırmada TS 825 standardının binalarda yıllık ısıtma enerjisi miktarlarının hesaplanması ve hesaplanan değerlerin yönetmelikçe bölgelere göre belirlenmiş sınır değerleriyle karşılaştırılarak yıllık ısıtma harcamalarının sınırlandırılmasını hedefleyeceğini göstermiştir.

Aksoy (2008), bir binanın ısıtılması için gerekli olan enerji ihtiyacında, yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayısı (U , W/m^2K) en önemli parametre olacağını, ısı geçirgenlik katsayısının çeşitli kalınlıklardaki katmanlardan (iç sıva+delikli tuğla+dış sıva gibi) oluşan yapı bileşeninin $1 m^2$ 'sinden $1 C^\circ$ lik sıcaklık farkı bulunması durumunda saatte kJ cinsinden geçen ısı miktarını vereceğini, ısı konforun sağlanması açısından yapı elemanlarının belirtilen U değerini sağlayacak şekilde detaylandırılması gerekeceğini tespit etmiştir.

Ihm ve Krarti (2012), Tunusta bulunan bir konut binasında enerji verimini arttırıp maliyeti minimize etmek için sıralı arama optimizasyon tekniğini uygulayarak bina dizaynı üzerine çalışmışlardır. Analizde; yönlendirme, pencere konumu ve boyutu, cam cinsi, duvar ve çatı yalıtım seviyeleri, aydınlatma armatürleri, ısıtma ve soğutma sistemlerinin verimi dahil olmak üzere villa tipinde evlerin tasarım özellikleri üzerinde çalışmışlardır. Optimizasyon sonuçlarına göre Tunus iklim bölgeleri boyunca yüksek enerji performanslı evler tasarlamak için çatı izolasyonunun eklenmesi, hava sızıntısının azaltılması, enerji tasarruflu cihazların yerleştirilmesi, ısıtma - soğutma ekipmanlarının enerji verimli olması halinde yıllık enerji kullanımının Tunus'taki evlerin mevcut tasarımlarıyla karşılaştırıldığında enerji maliyetinin % 50 oranında azaltılabileceği belirtmişlerdir.

Nagashzadeghan ve Shirzadi (2015) yaptıkları çalışmada sequential search optimizasyon metodunu, $430 m^2$ 3 katlı bir konutta sıfır enerji bina dizaynı için solar teknoloji seçenekleri ve optimum bina yalıtımını bulmak için kullanmışlardır. Sonuç olarak %15'e varan enerji tasarrufu ile %10-%23 aralığında maliyetten kar sağlandığını söylemişlerdir.

Bouchlaghem (2000) çalışmasında bina dış cephe kaplama şekillerini bilgisayar tabanlı model olarak tanımlamıştır. Bu model; ısı performansını çözümlenmeli ve grafiksel olarak tanımlamaktadır. Modelin grafiksel bölümünde, mevcut parametreleri(güneş ısı kazanım faktörleri) optimizasyon modeli ile kullanarak çıkan sonuçları güneş kırıcı dizaynında kullanmıştır (window shading devices).

Bouchlaghem ve Letherman(1990), çalışmalarında binaların pasif-termal enerji performansının otomatik optimizasyonu için bilgisayar tabanlı bir model tanımlamışlardır. Optimizasyon metodu olarak simpleks ve doğrusal olmayan değişkenli kısıtlamalı metot ile birleştirilip bir termal tahmin programına bağlanmıştır.



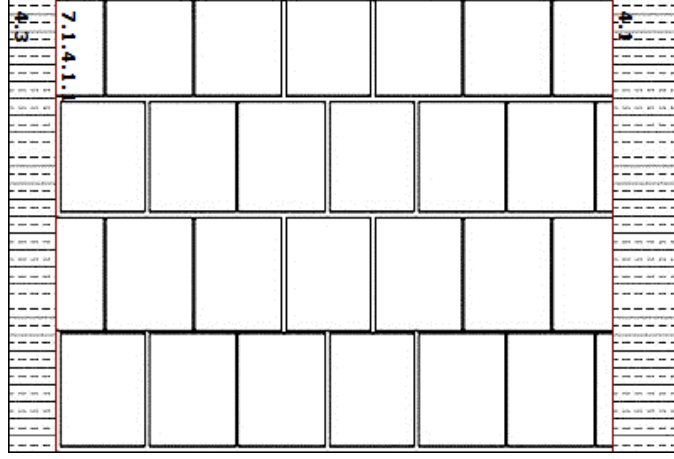
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

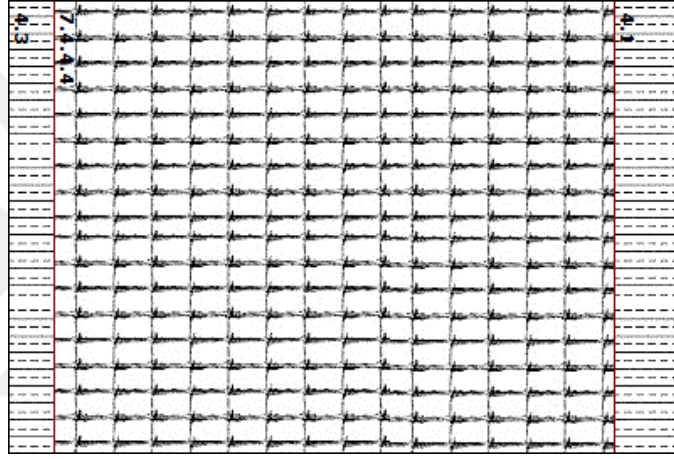
Bu çalışmada; nemli-sıcak iklim bölgesine sahip Antalya'da bulunan Zemin+5 kattan oluşan bir konut binası ele alınarak TS 825 açısından incelenmiştir. Antalya, TS 825 standartlarına göre 1. Derece-Gün bölgesinde yer almaktadır ve dış ortam sıcaklığı +3°C rüzgarlı olarak belirtilmiştir. Binaya ait özellikler ve kullanılan materyaller aşağıda belirtilmiştir.

- Her normal katta 4 daire olmak üzere toplam 20 daire, zemin katta 2 adet dükkan bulunmaktadır.
- Son kat üzeri kullanılmayan çelik konstrüksiyon çatı olarak detaylandırılmıştır.
- Açık geçit üzeri alan bulunmamaktadır. Taban alanı normal kat alanına eşittir.
- Bina, toprak temaslı döşemeden oluşmaktadır. Isıtılmayan iç ortamla bitişik döşeme bulunmamaktadır.
- Konum itibarıyla serbest pozisyonadadır.
- Isı kaybı hesaplamalarında dipro MTH yazılımı kullanılmıştır.
- Isı yalıtımı hesabında Gazbeton Üreticileri Birliğine ait GÜB yazılımı kullanılmıştır.
- Optimizasyon hesaplamalarında grafik yöntem ve dual simpleks yöntemi kullanılarak optimal çerçeve uzunluğu ve maliyet analizi yapılmıştır.
- Dış cephede farklı duvar, cam ve doğrama tipleri ile hesaplama yapılmıştır.

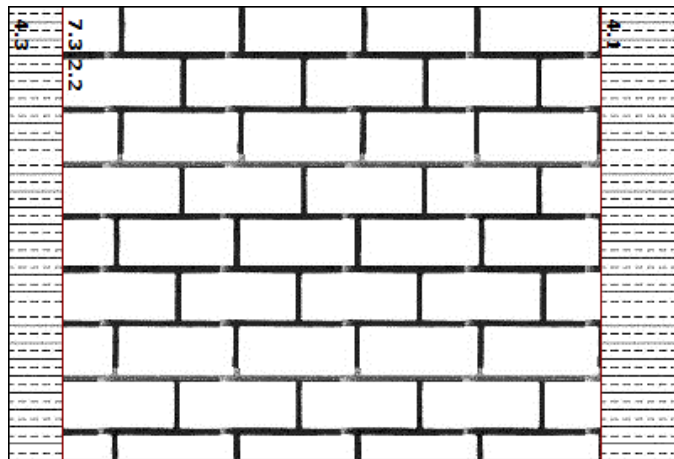
Bina dış duvarı, taban ve çatıyı oluşturan opak bileşenlerin kesit detayları aşağıda şekiller halinde belirtilmiştir.



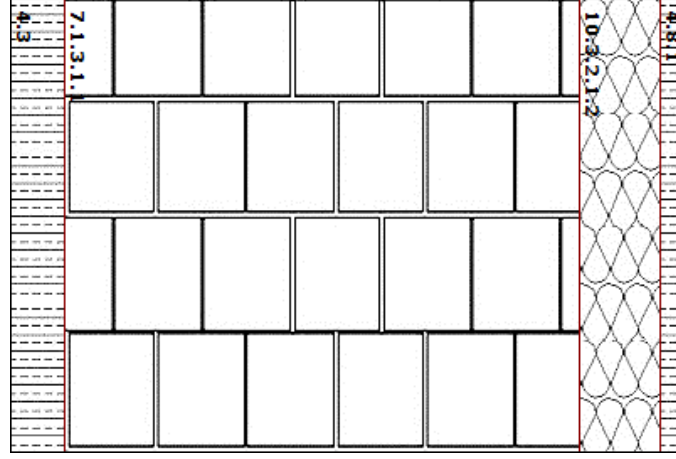
Şekil 3.1. İzo tuğla dış duvar kesit detayı



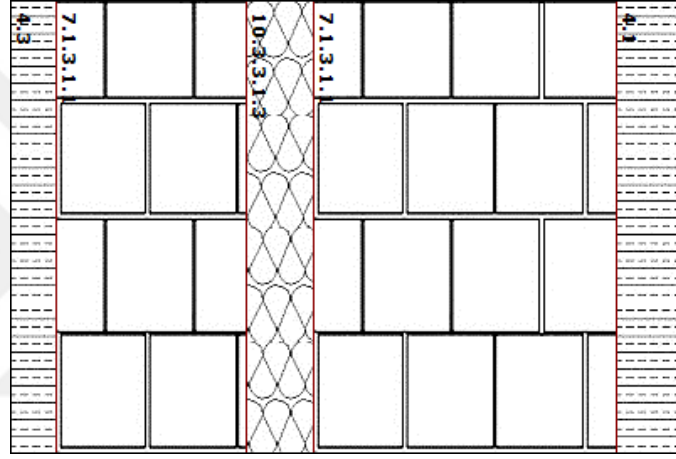
Şekil 3.2. Bims tuğla dış duvar kesit detayı



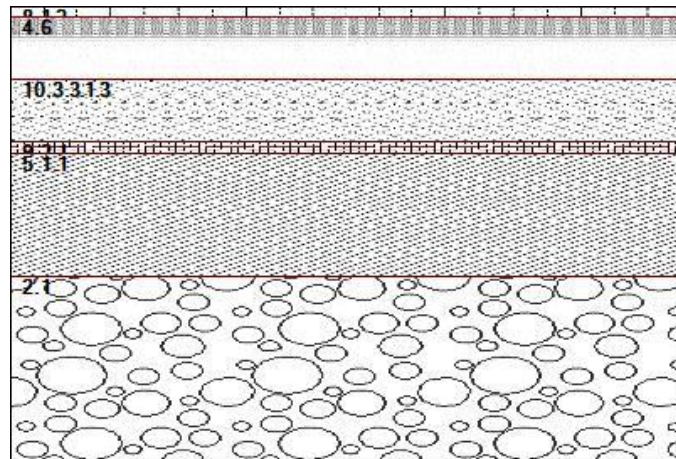
Şekil 3.3. Gazbeton tuğla dış duvar kesit detayı



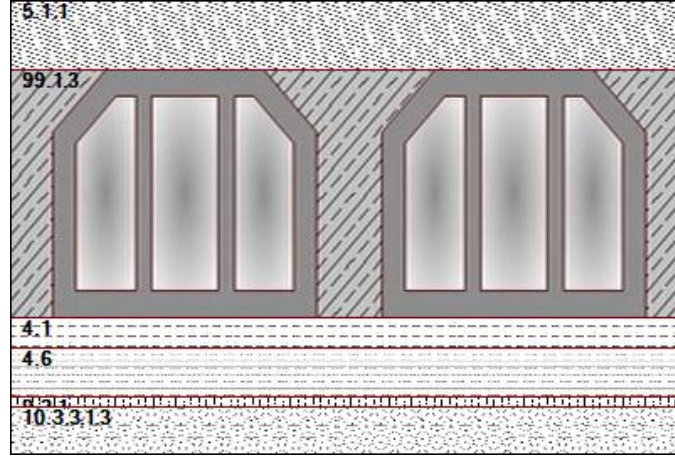
Şekil 3.4. Mantolama dış duvar kesit detayı



Şekil 3.5. Sandviç tuğla dış duvar kesit detayı



Şekil 3.6. Toprak temaslı döşeme kesit detayı



Şekil 3.7. Kullanılmayan çatı kesit detayı

Kesit detayları belirtilmiş olan dış duvar, toprak temaslı döşeme ve kullanılmayan çatı tiplerinin opak bileşen detayları ve U (W/m^2K) ısı geçirgenlik katsayı değerleri aşağıdaki tablolarda belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. İzo tuğla dış duvar detayları

Yapı Elemanları	Kalınlık (m)	Isıl İletkenlik Değeri (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci (m^2K/W)	Isıl Geçirgenlik Katsayısı (W/m^2K)
Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13	
Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,02	0,70	0,03	
Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0,24	0,22	1,09	
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	1,0	0,03	
Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04	
			1,32	0,758

Çizelge 3.2. Bims tuğla dış duvar detayları

Yapı Elemanları	Kalınlık (m)	Isıl İletkenlik Değeri (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci (m^2K/W)	Isıl Geçirgenlik Katsayısı (W/m^2K)
Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13	
Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,02	0,70	0,03	
Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle betondan özel yarıklı bloklarla yapılan duvarlar	0,25	0,22	1,14	
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	1,0	0,03	
Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04	
			1,37	0,733

Çizelge 3.3. Sandviç dış duvar detayları

Yapı Elemanları	Kalınlık (m)	Isıl İletkenlik Değeri (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci (m ² K/W)	Isıl Geçirgenlik Katsayısı W/m ² K
Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13	
Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	0,70	0,03	
Normal harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0,085	0,32	0,27	
Poliüretan sert köpük - TS 2193, TS 10981, TS EN 13165 e uygun; yoğunluk ≥30; ısı iletkenlik grubu 035	0,03	0,035	0,86	
Normal harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0,135	0,32	0,42	
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	1,0	0,03	
Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04	
			1,78	0,564

Çizelge 3.4. Gazbeton tuğla dış duvar detayları

Yapı Elemanları	Kalınlık (m)	Isıl İletkenlik Değeri (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci (m ² K/W)	Isıl Geçirgenlik Katsayısı W/m ² K
Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13	
Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	0,70	0,03	
TS EN 998-2 e uygun ve yoğunluğu ≤1000 altında harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğu ≥ 500mm) gazbeton bloklarla yapılan duvarlar	0,2	0,13	1,54	
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	1,0	0,03	
Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04	
			1,77	0,566

Çizelge 3.5. Mantolama dış duvar detayları

Yapı Elemanları	Kalınlık (m)	Isıl İletkenlik Değeri (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci (m ² K/W)	Isıl Geçirgenlik Katsayısı W/m ² K
Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13	
Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	0,70	0,03	
Normal harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0,19	0,32	0,59	
Ekstrüde polistiren köpüğü - TS 11989	0,03	0,035	0,86	

EN 13164 e uygun; yoğunluk ≥ 25 ; ısı iletkenlik grubu 035				
Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,008	0,30	0,03	
Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04	
			1,68	0,597

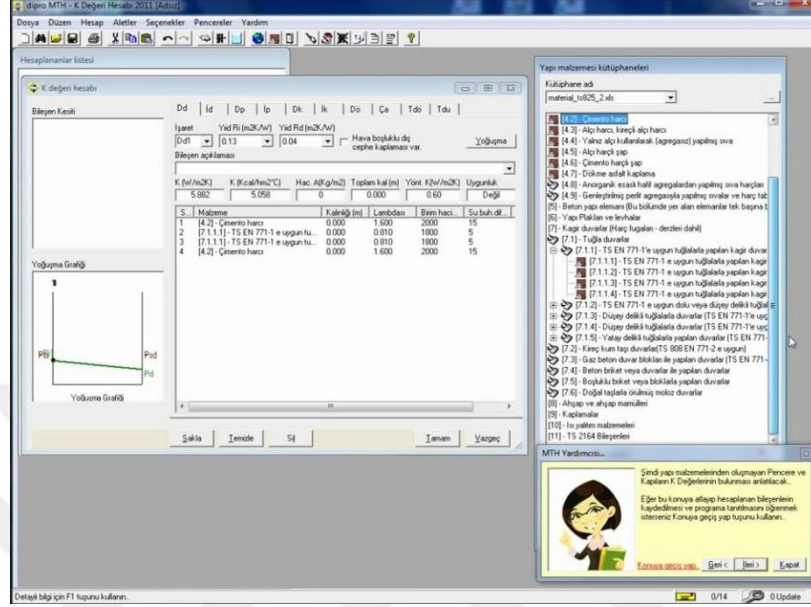
Çizelge 3.6. Toprak temaslı döşeme detayları

Yapı Elemanları	Kalınlık (m)	Isıl İletkenlik Değeri (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci (m ² K/W)	Isıl Geçirgenlik Katsayısı (W/m ² K)
Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,17	
Kayın, meşe, dişbudak	0,008	0,20	0,04	
Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,04	
Poliüretan sert köpük - TS 2193, TS 10981, TS EN 13165 e uygun; yoğunluk ≥ 30 ; ısı iletkenlik grubu 035	0,05	0,035	1,43	
Mastik asfalt kaplama ≥ 7 mm	0,01	0,70	0,01	
Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,1	2,5	0,04	
Kum, kum - çakıl	0,15	2,0	0,08	
Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0	
			1,80	0,554

Çizelge 3.7. Kullanılmayan çatı detayları

Yapı Elemanları	Kalınlık (m)	Isıl İletkenlik Değeri (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci (m ² K/W)	Isıl Geçirgenlik Katsayısı (W/m ² K)
Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,08	
Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,07	2,5	0,03	
Bims Asmolen	0,25	0,46	0,54	
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	1,0	0,03	
Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,04	
Mastik asfalt kaplama ≥ 7 mm	0,01	0,70	0,01	
Poliüretan sert köpük - TS 2193, TS 10981, TS EN 13165 e uygun; yoğunluk ≥ 30 ; ısı iletkenlik grubu 035	0,05	0,035	1,43	
Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13	
			2,291	0,4364

Yüzeylerden meydana gelen ısı kaybı hesapları Şekil 3.8' de arayüz görüntüsü verilen dipro MTH yazılımı ile hesaplanmıştır. Isı yalıtımı hesaplarında da Şekil 3.9'da gösterilen GÜB yazılımı kullanılmıştır.



Şekil 3.8. dipro MTH ısı kaybı hesabı yazılımı



Şekil 3.9. GÜB ısı yalıtımı hesabı yazılımı

3.2. Binalarda Isı Kayıplarının Hesaplanması

TS825 Binalarda ısı yalıtım kuralları standartlarına göre bina özgül ısı kaybının (H) hesaplanması için iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (H_T) ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (H_V) değerlerinin hesaplanması gerekir ve aşağıdaki formül ile ifade edilir.

$$H = H_T + H_V \quad (3.1)$$

3.2.1. İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybının hesabı

İletim ve taşınım yoluyla olan ısı kaybı; dış duvarlardan, tavandan, tabandan, pencerelerden, kapılardan, düşük sıcaklıktaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarından, dış hava ile temas eden tabandan, ısı köprülerinden meydana gelen ısı kayıplarının toplamıdır ve aşağıdaki eşitlik ile ifade edilir.

$$H_T = \sum AU + I U_I \quad (3.2)$$

$$\sum AU = U_{DAD} + U_p.A_p + U_k.A_k + 0.8 U_T.A_T + 0.5 U_t.A_t + U_d.A_d + 0.5 U_{ds}A_{ds} \quad (3.3)$$

Çatı döşemesi doğrudan dış hava ile temas ediyorsa formülde yer alan U_T 'nin önündeki 0,8 katsayısı 1 olarak alınır. TS825 standardında ısı köprülerine karşı önlem alınması şart koşulmaktadır. Isı yalıtım yönetmeliğinde verilen detay çözümleri uygulandığında ısı köprüsünün oluşmadığı kabul edilir.

3.2.2. Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybının hesabı

Havalandırmanın doğal veya mekanik olmasına bağlı olarak iki farklı hesaplama şekli bulunmaktadır. GÜB TS825 Hesap Programı ile iki durum için de hesaplama yapılabilmektedir. Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

$$H_V = \rho.c.V^I \quad (3.4)$$

Doğal havalandırma için bu formül aşağıdaki şekli alır.

$$H_v = \rho \cdot c \cdot V^I = \rho \cdot c \cdot n_h \cdot V_h = 0,33 n_h \cdot V_h \quad (3.5)$$

Doğal havalandırma yapılan binalarda havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı hesabında havalandırma sayısı “ n_h ” değeri 0,8 (h^{-1}) olarak alınır. Aralık 2013’te yayınlanan TS825 standartlarındaki düzenlemeye göre bu değer 0,7 (h^{-1}) olarak alınmaktadır.

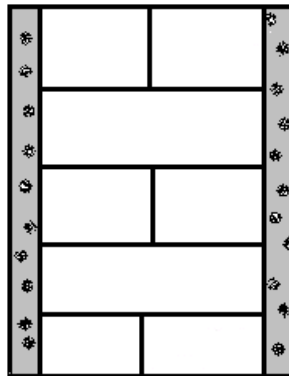
Mekanik havalandırma uygulanıyorsa toplam hava değişim debisi, sistem vantilâtörleri çalışırken vantilâtörlerdeki ortalama hava değişim debisi ile, hava sızıntısı ile oluşan ilave hava değişim debisinin toplamına eşittir.

$$V^I = V_f + V_x \quad (3.6)$$

3.3. Toplam (U) Isıl Geçirgenlik Katsayısı Hesabı (W/m^2K)



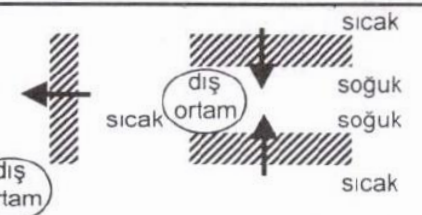
Mahaller için yapılan ısı kaybı hesabından önce yapı malzemelerinin U değerleri hesaplanacaktır. Bir yapı bileşeninin toplam ısı geçirgenlik katsayısı (U), yapı bileşeni ve yüzeysel iletim dirençlerinin toplamının tersidir. Dış duvar kesiti Şekil 3.10’da gösterilmiştir ve aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_{iç}} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{dış}} \quad [m^2K/W] \quad (3.7)$$



Şekil 3.10. Tuğla ve sıvadan oluşan dış duvar kesiti

İç ve dış yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci R_i ($1/\alpha_i$) ve R_d ($1/\alpha_d$) değerleri yapı bileşeni tipi ve ısı akışının yönüne göre standartta Şekil 3.11’de ki gibi tanımlanmıştır. Konutlardaki mahallere ait sabit sıcaklık değerleri de Şekil 3.12’de listelenmiştir.

Durum	Yüzeysel Isı Taşınım Dirençleri m^2K/W
	İç yüzeyler ısı geçişi yatay veya yukarı. 0.13
	İç yüzeyler ısı geçişi aşağı. 0.17
	Bütün dış yüzeyler 0.04

Şekil 3.11. Yüzeysel ısı taşınım direnç değerleri

	Isıtılacak Mahallin Adı	Sıcaklığı (°C)
1	KONUTLAR ¹⁾	
1.1	Tam olarak ısıtılan konutlar	
	- Oturma ve Yatak odaları	20 ²⁾
	- Mutfaklar	20
	- Banyo ve duşlar	24
	- Helalar	20
	- Yan mahaller, hol, sofa, antre, koridor ³⁾ vb.	15
	- Merdiven, asansör vb. Mahaller	10

Şekil 3.12. TS 2164’te belirtilen iç hava sıcaklık değerleri

3.4. Projede Kullanılan Opak Bileşenlere Ait U (W/m²K) Hesapları

3.4.1. İzotuğla dış duvar için ısıl geçirgenlik katsayısı hesabı

$$\frac{1}{U} = 0,13 + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,24}{0,22} + \frac{0,03}{1} + 0,04 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

$$\frac{1}{U} = 1,3194 \text{ [m}^2\text{K/W]} \quad U = 0,758 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

3.4.2. Bims tuğla dış duvar için ısıl geçirgenlik katsayısı hesabı

$$\frac{1}{U} = 0,13 + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,25}{0,22} + \frac{0,03}{1} + 0,04 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

$$\frac{1}{U} = 1,3649 \text{ [m}^2\text{K/W]} \quad U = 0,733 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

3.4.3. Gazbeton tuğla dış duvar için ısıl geçirgenlik katsayısı hesabı

$$\frac{1}{U} = 0,13 + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,20}{0,13} + \frac{0,03}{1} + 0,04 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

$$\frac{1}{U} = 1,767 \text{ [m}^2\text{K/W]} \quad U = 0,566 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

3.4.4. Sandviç tuğla dış duvar için ısıl geçirgenlik katsayısı hesabı

$$\frac{1}{U} = 0,13 + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,085}{0,32} + \frac{0,03}{0,035} + \frac{0,135}{0,32} + \frac{0,03}{1,0} + 0,04 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

$$\frac{1}{U} = 1,773 \text{ [m}^2\text{K/W]} \quad U = 0,564 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

3.4.5. Mantolama dış duvar için ısıl geçirgenlik katsayısı hesabı

$$\frac{1}{U} = 0,13 + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,19}{0,32} + \frac{0,03}{0,035} + \frac{0,008}{0,30} + 0,04 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

$$\frac{1}{U} = 1,676 \text{ [m}^2\text{K/W]} \quad U = 0,597 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

3.4.6. Toprak temalı döşeme için ısıl geçirgenlik katsayısı hesabı

$$\frac{1}{U} = 0,17 + \frac{0,008}{0,20} + \frac{0,05}{1,4} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{0,01}{0,70} + \frac{0,1}{2,5} + \frac{0,15}{2,0} + 0,00 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

$$\frac{1}{U} = 1,803 \text{ [m}^2\text{K/W]} \quad U = 0,554 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

3.4.7. Kullanılmayan çatı için ısıl geçirgenlik katsayısı hesabı

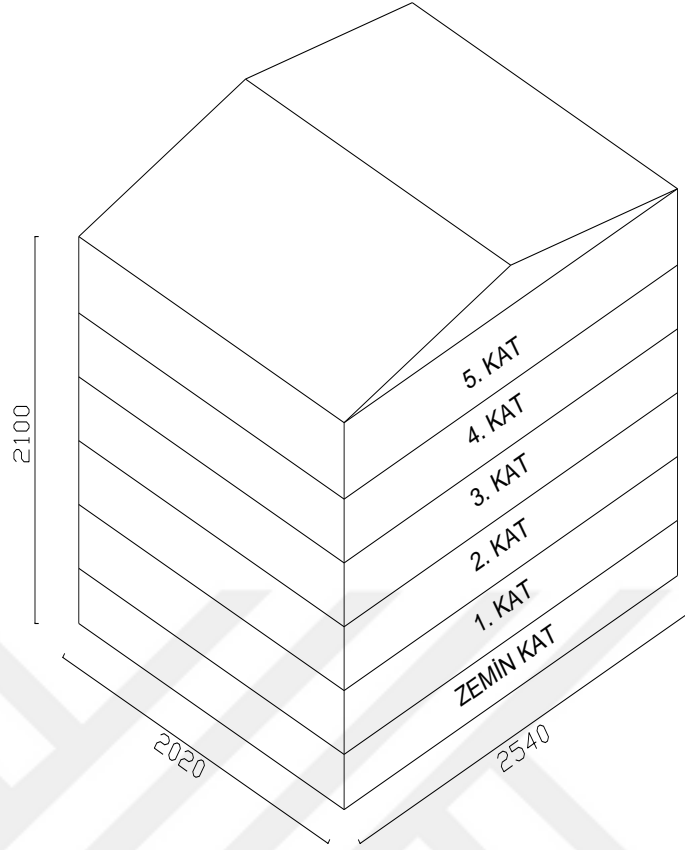
$$\frac{1}{U} = 0,08 + \frac{0,07}{2,50} + \frac{0,25}{0,46} + \frac{0,03}{1,00} + \frac{0,05}{1,40} + \frac{0,01}{0,70} + \frac{0,05}{0,035} + 0,13 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

$$\frac{1}{U} = 2,291 \text{ [m}^2\text{K/W]} \quad U = 0,4364 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

Isı kaybı hesabında kullanılan cam tiplerine ait ısıl geçirgenlik katsayıları TS825'te verilen çerçeve ve cam tipine göre U değerleri listesinden alınmıştır. Bu çalışmada kullanılan U değerleri Çizelge 3.8'de listelenmiştir.

Çizelge 3.8. Binada kullanılan camların U değerleri [W/m²K]

Cam Tipi	Tek Cam	Çift Camlı Pencere - Kaplamasız		Çift Camlı Pencere - Kaplamalı (Low-e)	
Ahşap Çerçeve	5,1	3,0	2,8	2,2	2,0
Plastik Çerçeve	5,2	3,0	2,9	2,3	2,1
Alüminyum Çerç.	5,9	3,7	3,6	3,0	2,8



Şekil 3.13. Binanın izometrik görünüşü [cm]

Binayı oluşturan bileşenler için kullanılan kodlar ve açıklamaları Çizelge 3.9.'da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Binayı oluşturan bileşen kodları ve tipleri

Bileşen adı	Kod	Bileşen tipi	Isı İletim katsayısı (W/m ² K)
Dış Duvar	İzo	İzo tuğla duvar	0,758
	Gb	Gaz beton tuğla duvar	0,566
	Mnt	Mantolama duvar	0,597
	Bims	Bims tuğla duvar	0,733
	Snd	Sandviç duvar (Çift tuğla)	0,564
Pencere	Al.Ç12	Alüminyum çerçeve + çift cam 4-12-4 mm	3,7
	Al.Çl12	Alüminyum çerçeve + kaplamalı cam 4-12-4 mm	3,6
	Al.Ç16	Alüminyum çerçeve + çift cam 4-16-4 mm	3,0
	Al.Çl16	Alüminyum çerçeve + kaplamalı cam 4-16-4 mm	2,8
	Al.T	Alüminyum çerçeve + tek cam	5,9
	P.Ç12	Plastik çerçeve + çift cam 4-12-4 mm	3,0
	P.Çl12	Plastik çerçeve + kaplamalı cam 4-12-4 mm	2,9
	P.Ç16	Plastik çerçeve + çift cam 4-16-4 mm	2,3
P.Çl16	Plastik çerçeve + kaplamalı cam 4-16-4 mm	2,1	

	P.T	Plastik çerçeve + tek cam	5,2
	Ah.Ç12	Ahşap çerçeve + çift cam 4-12-4 mm	3,0
	Ah.Ç112	Ahşap çerçeve + kaplamalı cam 4-12-4 mm	2,8
	Ah.Ç16	Ahşap çerçeve + çift cam 4-16-4 mm	2,2
	Ah.Ç116	Ahşap çerçeve + kaplamalı cam 4-16-4 mm	2,0
	Ah.T	Ahşap çerçeve + tek cam	5,1
Döşeme	TTD	Toprak temaslı döşeme	0,554
Tavan	KÇ	Kullanılmayan çatı	0,436

3.5. Cephelerde Pencere Alanlarının Dağıtımı

Antalya ili merkez ilçelerde uygulanan mimari proje çizimlerinde yönlere göre pencere dağıtımı mimari tasarımları önemli ölçüde etkilemektedir. Bölgede güney ve doğu cepheler ılıman, kuzey ve batı cepheler daha soğuk ve esintili olduğu için kuzey cephelerde cam alanı minimum seviyede tutulur.

Bu çalışmada model binanın dış cepheye bakan odalarındaki içten içe dış duvar alanlarının %30, %40, %50, %60'ı değerinde cam alanı hesaplanmıştır. Buna göre toplam pencere alanları Çizelge 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.10. Pencere/Dış duvar oranlarına göre toplam pencere alanları

Toplam Pencere Alanları			
%30	388,62 m ²	%50	680,76 m ²
%40	551,38 m ²	%60	808,00 m ²

Dairelere ve dükkanlara ait dış duvar cephe temiz(içten içe) uzunlukları ve 2,7 m. net oda yüksekliği alınarak yapılan hesapta odalara düşen pencere alanları Çizelge 3.11.'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.11. Pencere/Dış duvar oranlarına göre toplam pencere alanları

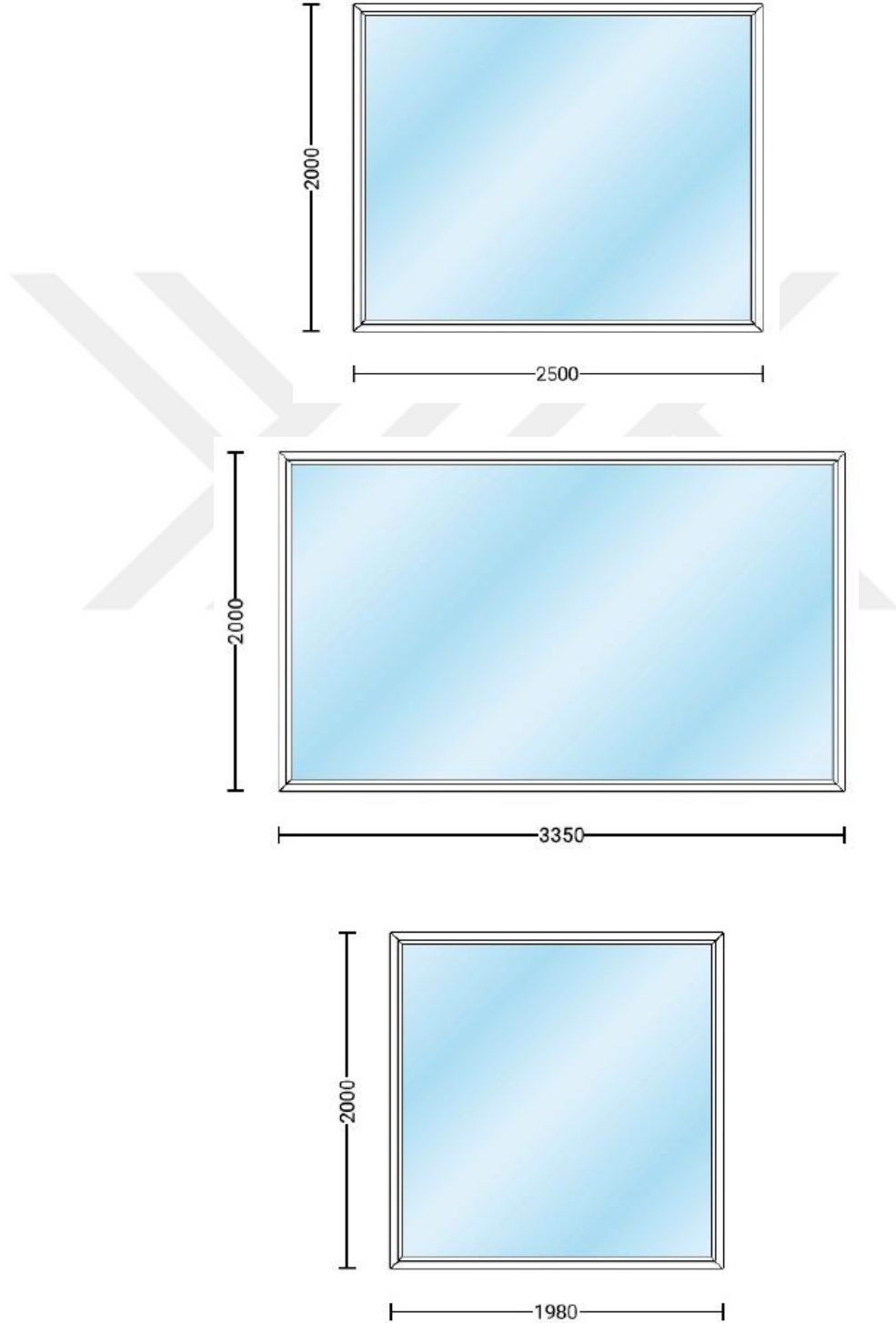
	Odalara ait dış duvar temiz uzunlukları					
	2,5 m	7,4 m	2,2 m	KAPI	3,6 m	3,8 m
30%	2,0 m ²	6,0 m ²	1,8 m ²	1,9 m ²	2,9 m ²	3,1 m ²
40%	2,7 m ²	8,0 m ²	2,4 m ²	1,9 m ²	3,9 m ²	4,1 m ²
50%	3,4 m ²	10,0 m ²	3,0 m ²	1,9 m ²	4,9 m ²	5,1 m ²
60%	4,1 m ²	12,0 m ²	3,6 m ²	1,9 m ²	5,8 m ²	6,2 m ²

Örnek olarak; %30 oranında 2,5 m cephe uzunluğunda kullanılacak pencere 2,0 m² olarak hesaplanmıştır. Çizim üzerinde bu pencerenin ölçüleri 133 cm

genişlik, 150 cm yükseklik olarak gösterilmiştir. Detaylı pencere şekilleri ve ölçüleri aşağıda gösterilmiştir.

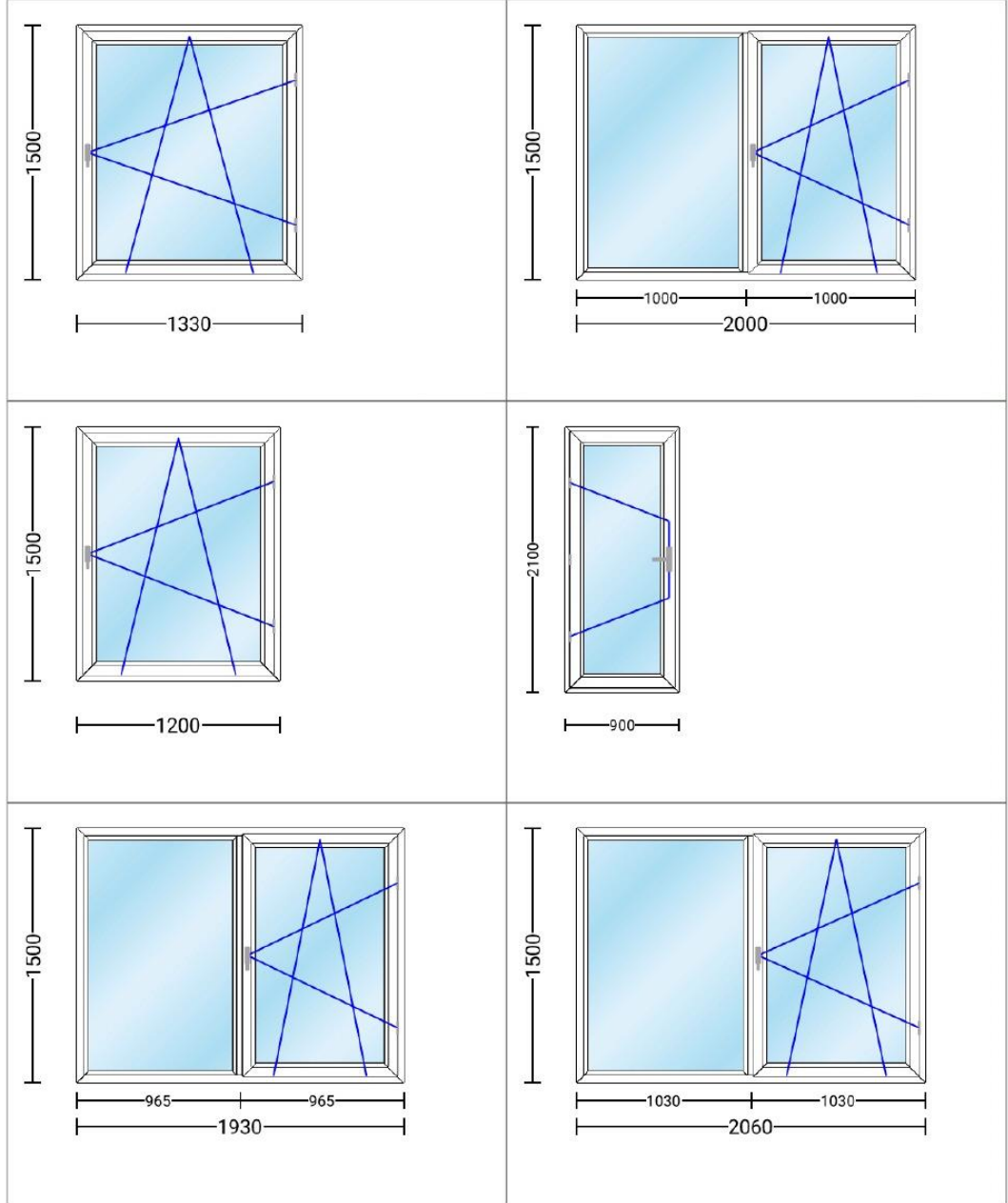
3.6. Çerçeve Şekilleri

3.6.1. %30 pencere/dış duvar alanı oranındaki dükkanlara ait çerçeve şekilleri (mm)



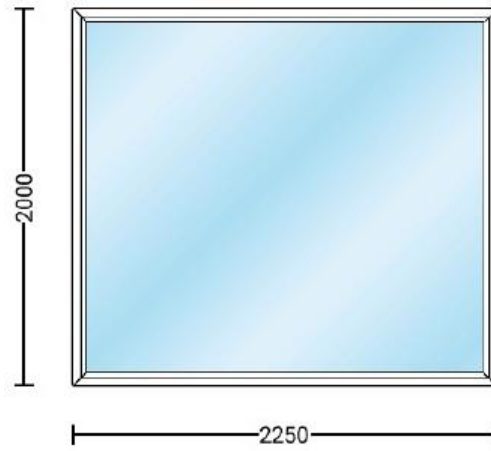
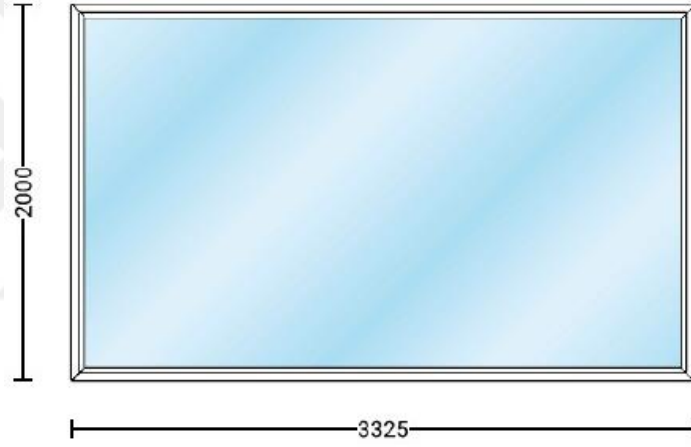
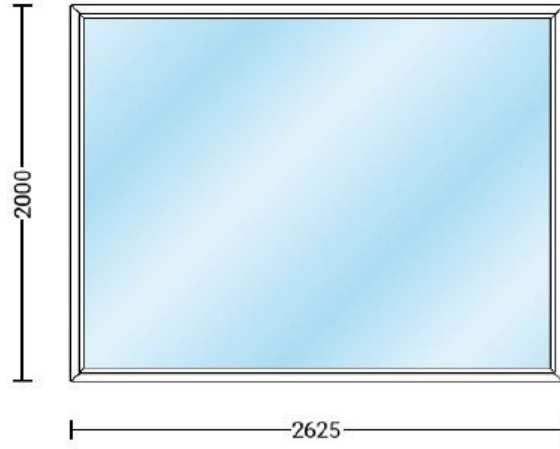
Şekil 3.14. %30 oranındaki dükkanlara ait çerçeve şekilleri (mm)

3.6.2. %30 pencere/dış duvar alanı oranındaki dairelere ait çerçeve şekilleri (mm)



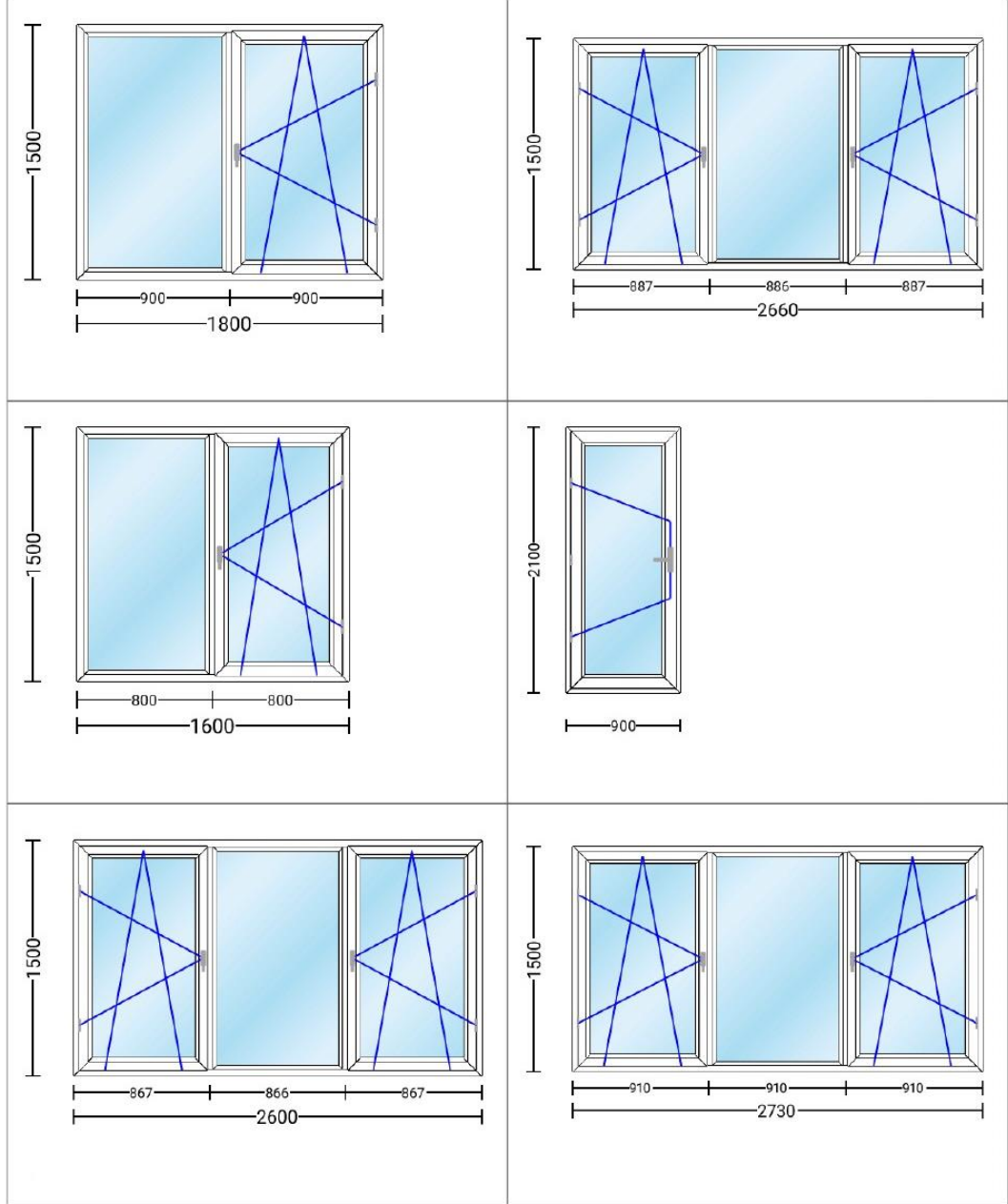
Şekil 3.15. %30 oranındaki dairelere ait çerçeve şekilleri (mm)

3.6.3. %40 pencere/dış duvar alanı oranındaki dükkanlara ait çerçeve şekilleri (mm)



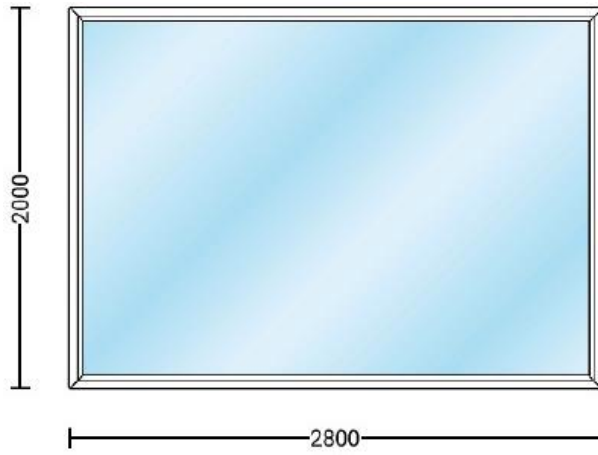
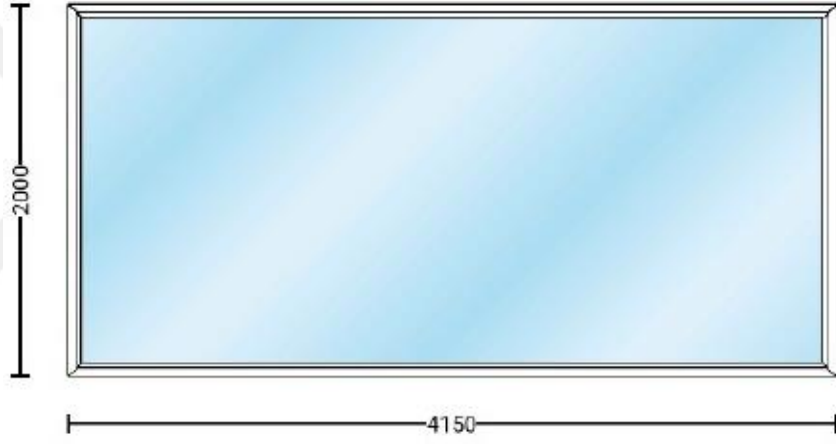
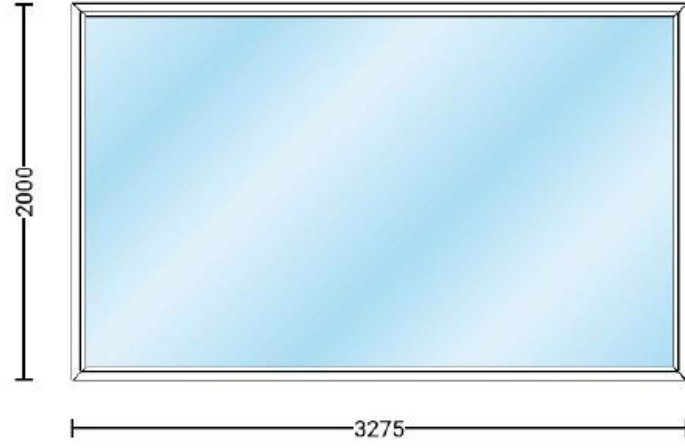
Şekil 3.16. %40 oranındaki dükkanlara ait çerçeve şekilleri (mm)

3.6.4. %40 pencere/dış duvar alanı oranındaki dairelere ait çerçeve şekilleri (mm)



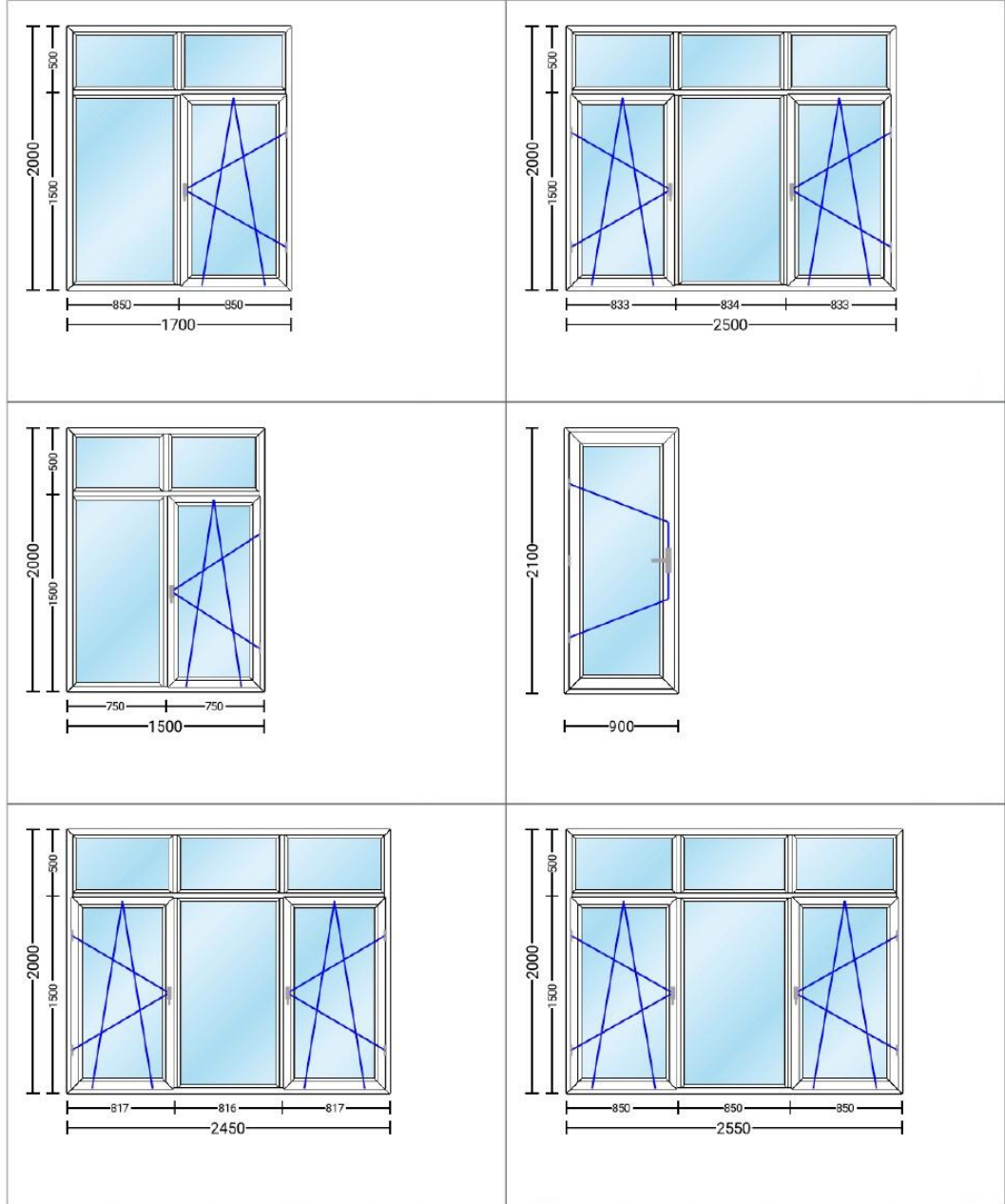
Şekil 3.17. %40 oranındaki dairelere ait çerçeve şekilleri (mm)

3.6.5. %50 pencere/dış duvar alanı oranındaki dükkanlara ait çerçeve şekilleri (mm)



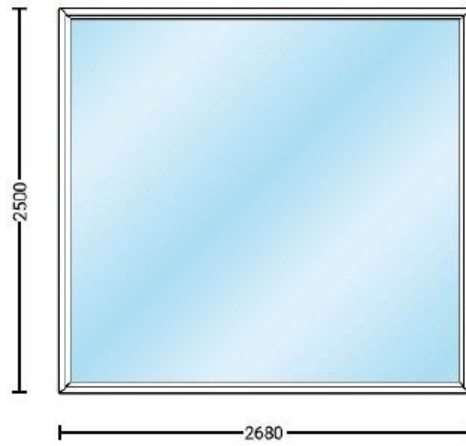
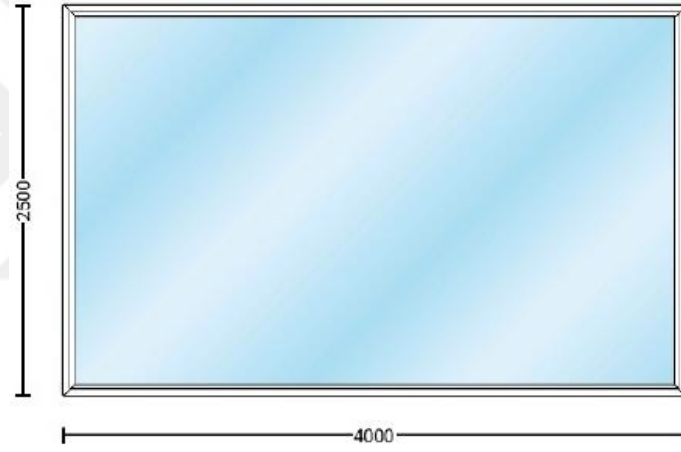
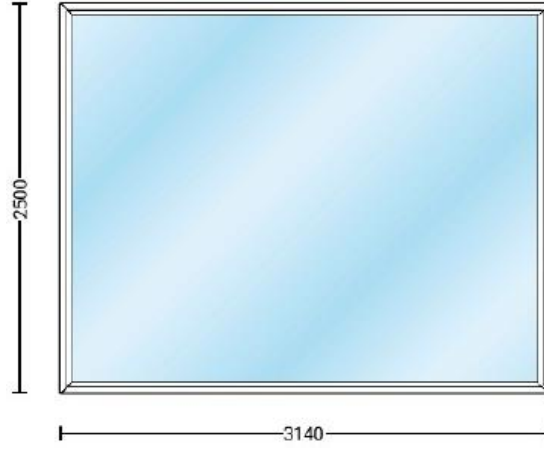
Şekil 3.18. %50 oranındaki dükkanlara ait çerçeve şekilleri (mm)

3.6.6. %50 pencere/dış duvar alanı oranındaki dairelere ait çerçeve şekilleri (mm)



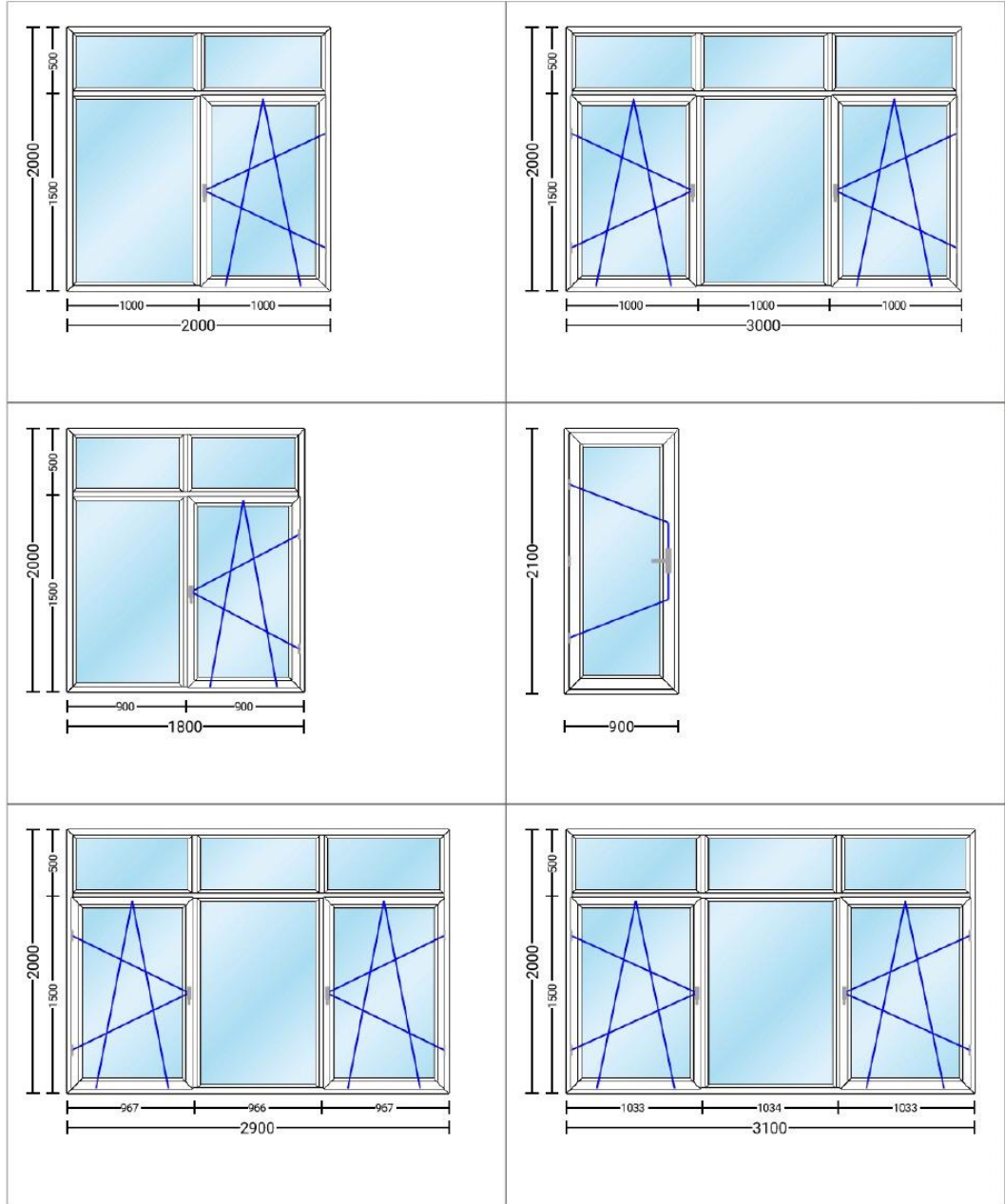
Şekil 3.19. %50 oranındaki dairelere ait çerçeve şekilleri (mm)

3.6.7. %60 pencere/dış duvar alanı oranındaki dükkanlara ait çerçeve şekilleri (mm)



Şekil 3.20. %60 oranındaki dükkanlara ait çerçeve şekilleri (mm)

3.6.8. %60 pencere/dış duvar alanı oranındaki dairelere ait çerçeve şekilleri (mm)



Şekil 3.21. %60 oranındaki dairelere ait çerçeve şekilleri (mm)

3.7. Malzeme Maliyetleri

Çalışmada sadece ısı kaybı değerleri üzerinden değil maliyet açısından da tespit yapılmıştır. Ürünlere ait birim fiyatlar ortalama piyasa değerleri doğrultusunda işyerlerinden referans olarak alınmıştır. Birim fiyat listesi aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 3.12. Dış duvar için maliyetler listesi

	₺/m ²	%30	%40	%50	%60
İzotuğla duvar	62,90 ₺	77.453,80 ₺	67.216,20 ₺	59.078,20 ₺	51.074,80 ₺
BIMS duvar	51,53 ₺	63.453,01 ₺	55.065,99 ₺	48.399,04 ₺	41.842,36 ₺
Sandviç duvar	66,12 ₺	81.418,85 ₺	70.657,15 ₺	62.102,55 ₺	53.689,44 ₺
Gazbeton duvar	57,98 ₺	71.395,41 ₺	61.958,59 ₺	54.457,14 ₺	47.079,76 ₺
Mantolama duvar	67,87 ₺	83.573,76 ₺	72.527,24 ₺	63.746,22 ₺	55.110,44 ₺

Çizelge 3.13. Pencere doğrama (çerçeve) denizlik mermeri için birim maliyetler listesi

Doğrama tipi ve mermer	₺/m
PVC Doğrama	20,00 ₺
Alüminyum Doğrama	32,00 ₺
Ahşap Doğrama	50,00 ₺
Denizlik mermeri	50,00 ₺

Pencereyi oluşturan kasa-kanat sisteminde kanat başına aksesuar maliyeti 50,00 ₺ olarak alınmıştır.

Çizelge 3.14. Cam tipleri için birim maliyetler listesi

Cam tipleri	₺/m²
Tek cam	14,29 ₺
4-12-4 çift cam	59,00 ₺
4-16-4 çift cam	62,30 ₺
4-12-4 low-e kaplamalı çift cam	80,00 ₺
4-16-4 low-e kaplamalı çift cam	83,42 ₺

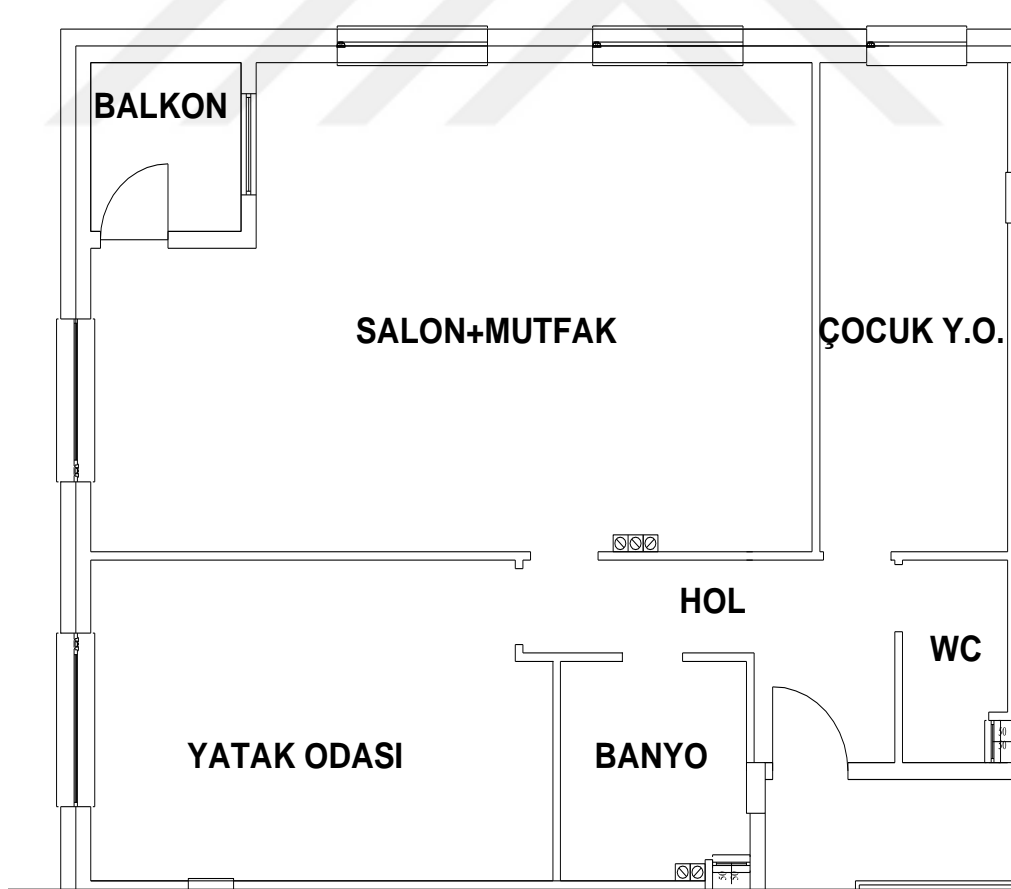
3.7.1. Pencere/Dış duvar alanı oranlarına göre tüm binanın pencere ve dış duvar alanı değerleri

Çizelge 3.15. Oran değerlerine göre tüm binanın pencere ve dış duvar alanları

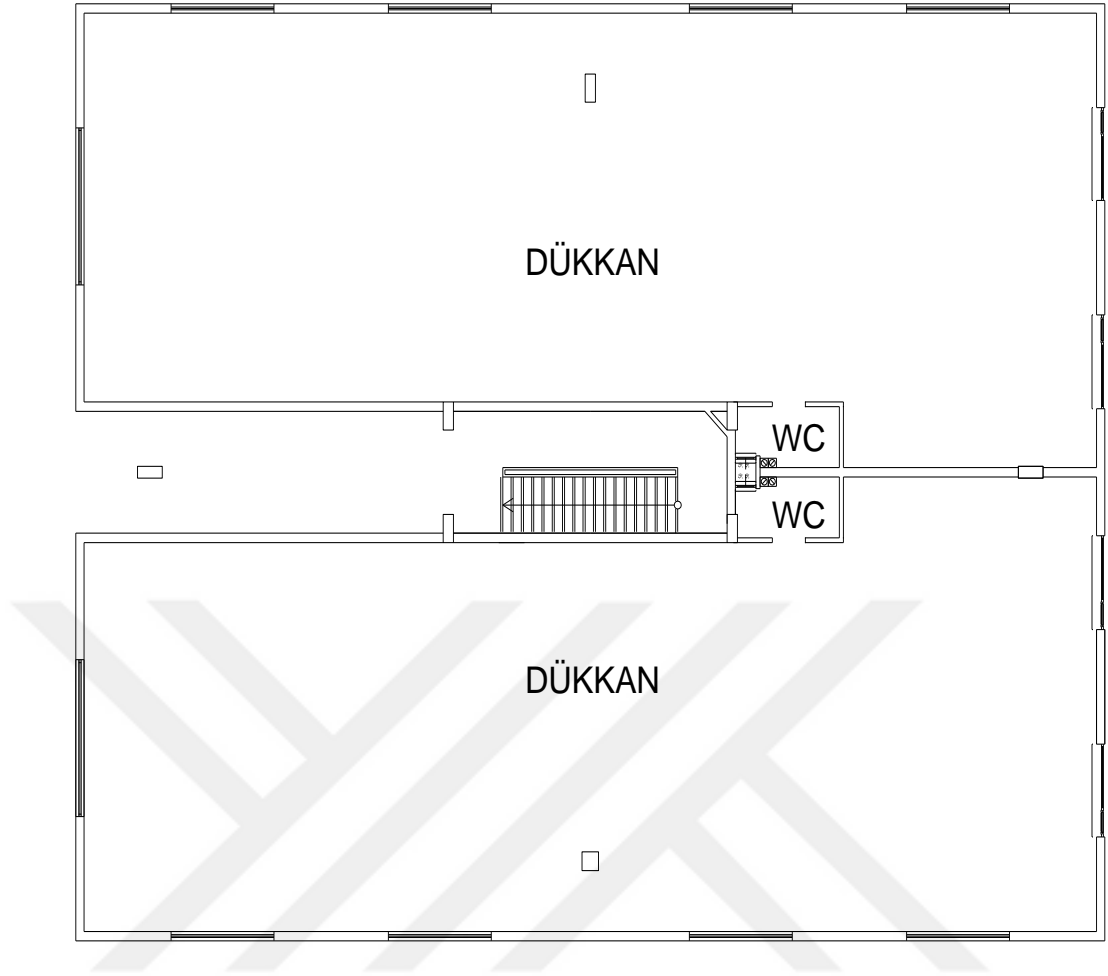
Pencere/Dış duvar alanı oranı	Pencere alanı	Dış duvar alanı
%30	388,62 m ²	1.231,38 m ²
%40	551,38 m ²	1.068,62 m ²
%50	680,76 m ²	939,24 m ²
%60	808,00 m ²	812,00 m ²

3.8. Yöntem

Çalışmada ele alınan binada ısı kaybı hesapları yapılırken kat yüksekliği değeri 3 m alınmıştır. Tabliye(döşeme) kalınlığı 30 cm'dir. Son kat ısı kaybı hesaplaması yapılırken kullanılmayan çatı arasında üst tabliye detayına ait U değeri hesaba katılmıştır. Çatıyı oluşturan ahşap mertek, ahşap dikme, OSB levha, shingle kaplama vb. malzeme detayları için ısı geçirgenlik katsayısı hesaplanmamıştır. Hava boşluğu olduğu için ΔT sıcaklık farkında dış cephe sıcaklığı 10° alınmıştır. Toprak temaslı döşeme detayında dış cephe sıcaklığı 11° olarak alınmıştır. Binanın kuzey, güney, doğu ve batı cephelerindeki pencere/duvar alanı oranı %30, %40, %50 ve %60 olacak şekilde belirtilen programlar ile hesaplama yapılmıştır. Sonuçların alternatif cam tiplerine göre karşılaştırılması için farklı çerçeve ve duvar sistemleriyle simülasyon tekrarlanmıştır. Şekil 1' de normal katta bulunan simetrik dairelerden kuzeybatı yönündeki dairenin planı, şekil 2'de zemin kat plan görünüşü verilmiştir.



Şekil 3.22. Normal kat kuzeybatı daire kesiti



Şekil 3.23. Zemin kat dükkan plan görünüşü

Her mahalın yönlere göre ısı kaybı hesabı yapılırken kat artırım zammı ve yön zammı değerleri de göz önünde bulundurularak tüm binanın toplam ısı kaybı değeri hesaplanmıştır. Hava sızıntılarından kaynaklanan sızıntı (infiltrasyon) hesabı, pencere ve kapıların açılabilen kısımlarından sızma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (fuga infiltrasyonu) ve doğal havalandırma imkanı olmayan tam kapalı mahallerde hava değişimi yoluyla gerçekleşen ısı kaybı olarak iki şekilde hesaplanmıştır. Mahal durumuna göre mekanik tesisat hesapları programı üzerinden seçilmiştir.

Isı kaybı hesabında çıkan sonuçlar tüm binanın toplam ısı kaybı ve her katın ayrı ayrı toplam ısı kayıpları şeklinde değerlendirildi. Farklı simülasyonlarda toplam bina bazında ve kat bazında sonuçların birbirine göre artış/azalış oranları karşılaştırılıp grafik gösterimleri yapılmıştır. Çizelge 3.16' da %30 pencere/dış

duvar alanı oranında BIMS tuğla duvar kullanılarak ahşap çerçeve ve tek cam simülasyonu ile oluşturulan ısı kaybı çizelgesi verilmiştir. Çizelgede zemin kat kuzey yönündeki dükkan için ısı kaybı hesabı gösterilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm sonuçlar aynı yöntemle hesaplanarak tablo haline getirilmiştir. Tüm ısı kaybı listeleri EK C 'de verilmiştir.

Çizelge 3.16. Zemin kat kuzey yönündeki dükkan için ısı kaybı çizelgesi

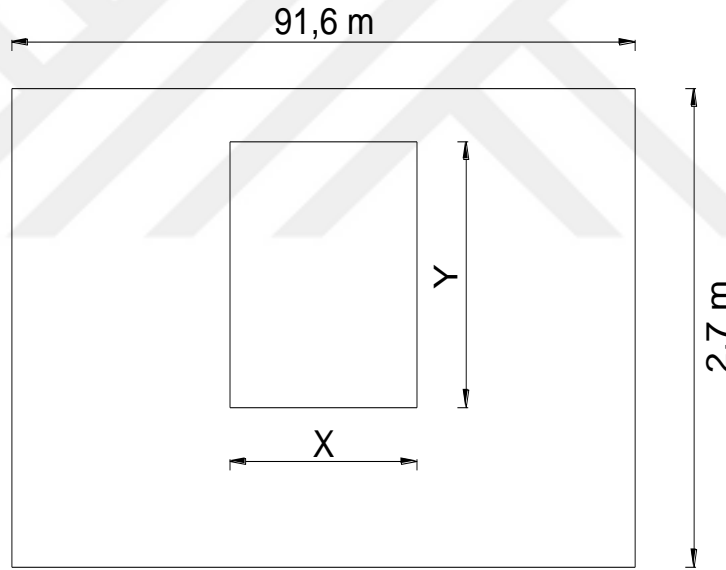
Yön	Gen. W(m)	Uzn. L(m)	Yük. H(m)	Alan A(m2)	Adet	Çıkan A(m2)	Net Alan	K Watt/m2K	tr-to dt °C	Kxdt	Q K smi	ZD (%)	Z W	ZH (%)	Z	Toplam Q Watt
Z01 Dükkan 20 °C																
DP K		2.50	2.00	5.00	4		20.00	5.100	17	86.70	1,734					
BIMS K		24.60	2.70	66.42	1	20.00	46.42	0.733	17	12.46	578					
DP B		3.35	2.00	6.70	1		6.70	5.100	17	86.70	581					
BIMS B		8.30	2.70	22.41	1	6.70	15.71	0.733	17	12.46	196					
D G		15.70	2.70	42.39	1		42.39	2.160	10	21.60	916					
DP D		1.98	2.00	3.96	2		7.92	5.100	17	86.70	687					
BIMS D		9.70	2.70	26.19	1	7.92	18.27	0.733	17	12.46	228					
TTD		0.00	0.00	0.00	1		212.80	0.554	9	4.99	1,062					
											5,982	7	0	5	1.12	6,700
															2,933	
															9,633	
Z02 WC 20 °C																
D B		1.05	2.70	2.83	1		2.84	2.160	10	21.60	61					
DP G		0.50	0.50	0.25	1		0.25	5.100	17	86.70	22					
D G		0.60	2.70	1.62	1	0.25	1.37	2.160	10	21.60	30					
TTD		0.00	0.00	0.00	1		3.10	0.554	9	4.99	15					
											128	7	0	-5	1.02	131
															50	
															181	

Binanın tabanı toprak temaslı döşeme, tavanı kullanılmayan çatı olarak seçilmiştir. Bu iki tabliye detayı sabit tutulmuştur böylece hesaplarda belirli kısıtlamalar oluşturulmuştur.

Bina için yapılan hesaplama incelenirken en minimum değeri sağlamak amacıyla sadece oransal artışlardan (%30'dan %40'a vb.) gelen ısı kaybı değerlerinin birbirine oranı değil maliyet analizleri de yapılarak en uygun çözüm noktaları bulunmuştur. Bu araştırma için grafik yöntem ve dual simpleks optimizasyon metotları kullanılmıştır. Farklı yöntemlerle bulunan sonuçların kıyaslaması yapılmıştır.

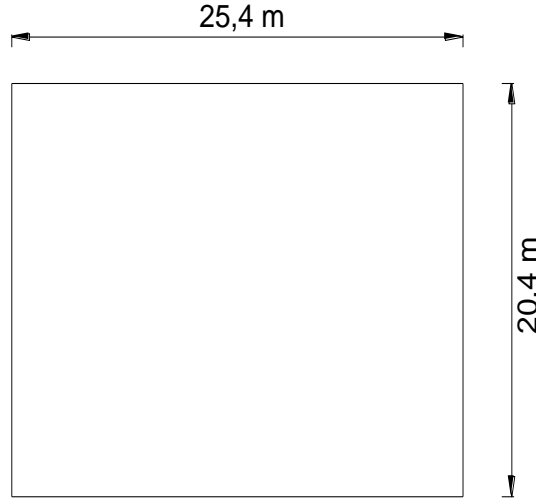
Optimizasyon; bir fonksiyona ait sonucu minimum yada maksimum yapan değerlerin saptanmasıdır. Bu fonksiyona “amaç fonksiyon“ denir. Fonksiyona ait minimum ve maksimum değerler bulunurken çözüme ulaşmak için bazı değerlerin sabitlenmesi gerekebilir. Bu değerler “kısıt” olarak adlandırılır. Amaç fonksiyonunun belirlenmesi uygulamaya bağlı tecrübelerle dayanarak ortaya çıkar. Üretilen ürünler hakkında istek ve talepler dikkate alınarak kısıtlar ve amaç fonksiyonu belirlenir. Doğrusal ve doğrusal olmayan optimizasyon yöntemleri başlığı altında çözüm yöntemleri vardır (Esin, A., Şahin, S.T., 2012)

Şekil 3.24’ te normal kattaki toplam dış duvar uzunluğu 91,6 m, kat temiz yüksekliği 2,7 m ve değişken pencere ölçülerine ait uzunluk değerleri (x,y) olarak gösterilmiştir. Bir normal katta 28 adet pencere bulunmaktadır.



Şekil 3.24. Dış duvar ve pencere boyutları

Şekil 3.25’ te binaya ait normal katın üstten görünüş ölçüleri gösterilmiştir.



Şekil 3.25. Normal kat üstten görünüş ölçüleri

3.9. Grafik Ve Dual Simpleks Yöntemlerine Göre Maliyet Analizi İçin Çözümler

Pencere alanlarında minimum ve maksimum değerler proje üzerinden alındıktan sonra dış duvar + pencere yapısını oluşturan minimum ve maksimum birim maliyet değerleri belirlenerek kısıtlar oluşturulmuştur. Grafikselleştirme yöntemiyle bulunan fizibil alandan 4 adet koordinat değerleri alınarak amaç fonksiyonu minimum yapan nokta belirlenmiştir. Minimum koordinat değerleri pencere ve dış duvar maliyetini veren minimum fonksiyonlar üzerinde uygulandığında optimal maliyet bulunmuştur. Çerçeve uzunluğu için optimal değer de dual simpleks yöntemine göre hesaplanmıştır. Bulunan değer üzerinden toplam maliyet analizi yapılmıştır ve grafik yöntemiyle bulunan maliyet değeri ile karşılaştırılmıştır. Bunun için minimum ve maksimum uzunluk kısıtları bulunmuştur. Dual simpleks yöntemi için kısıtlardan en az biri " \geq " ve eşitsizliğin sağ taraf değeri pozitif olmalıdır. Çözüm gidilirken eşitsizlik " \leq " haline çevrilir ve sağ taraf değeri negatif yapılır. Bu yöntemde hesaba katılan bütün denklemler " \leq " halinde ve sağ taraf değerlerinden en az biri negatif olmalıdır. Çözüm yönteminde önce en olumsuz (sağ tarafı en negatif) çözüm değerine sahip satır terk eden değişken olarak tanımlanır. Sonra Z satırının değerleri terk eden değişkenin negatif

elemanlarına oranlanır. Mutlak değerce pozitif en küçük orana sahip değişken giren değişken olarak seçilir. İşlem akışları araştırma bulgularında verilmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Tüm bina için ısı kaybı değerleri farklı yüzdelerdeki pencere/dış duvar alanı oranları için aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir.

4.1. %30 Pencere/Dış Duvar Alanı Oranındaki Tüm Bina İçin Isı Kaybı Değerleri

5 farklı dış duvar tipinde ahşap, alüminyum ve plastik çerçeve kullanılarak tüm bina için hesaplanan toplam ısı kaybı değerleri Çizelge 4.1, 4.2 ve 4.3'te listelenmiştir. Çizelgelerde en düşük değerleri gösteren hücreler renklendirilmiştir.

Çizelge 4.1. %30 oranında ahşap çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt)

	Ah.Ç12	Ah.Ç16	Ah.Ç112	Ah.Ç116	Ah.T
BIMS	94186	92691	88298	86840	109495
GB	91114	89648	85249	83798	106443
İZO	94601	93120	88717	87264	109923
MNT	91692	90216	85819	84362	107009
SND	91108	89642	85242	83792	106437

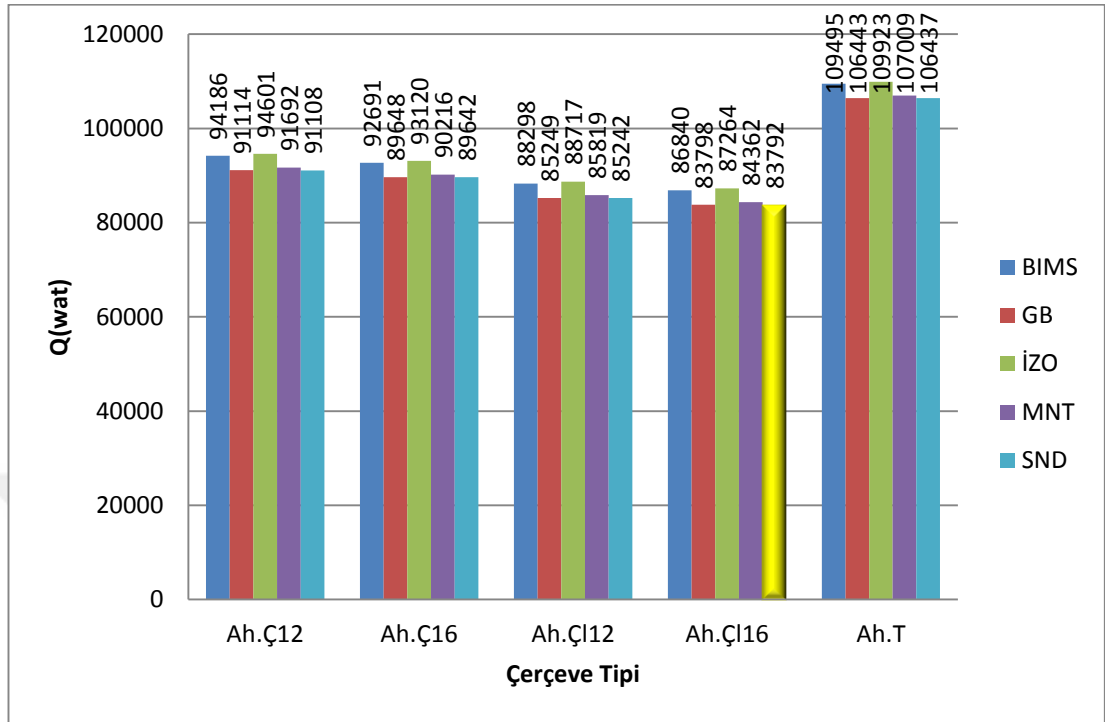
Çizelge 4.2. %30 oranında alüminyum çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt)

	Al.Ç12	Al.Ç16	Al.Ç112	Al.Ç116	Al.T
BIMS	99213	98500	94186	92691	115399
GB	96177	95449	91114	89648	112344
İZO	99649	98920	94601	93120	115819
MNT	96735	96022	91692	90216	112906
SND	96171	95442	91108	89642	112337

Çizelge 4.3. %30 oranında plastik çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt)

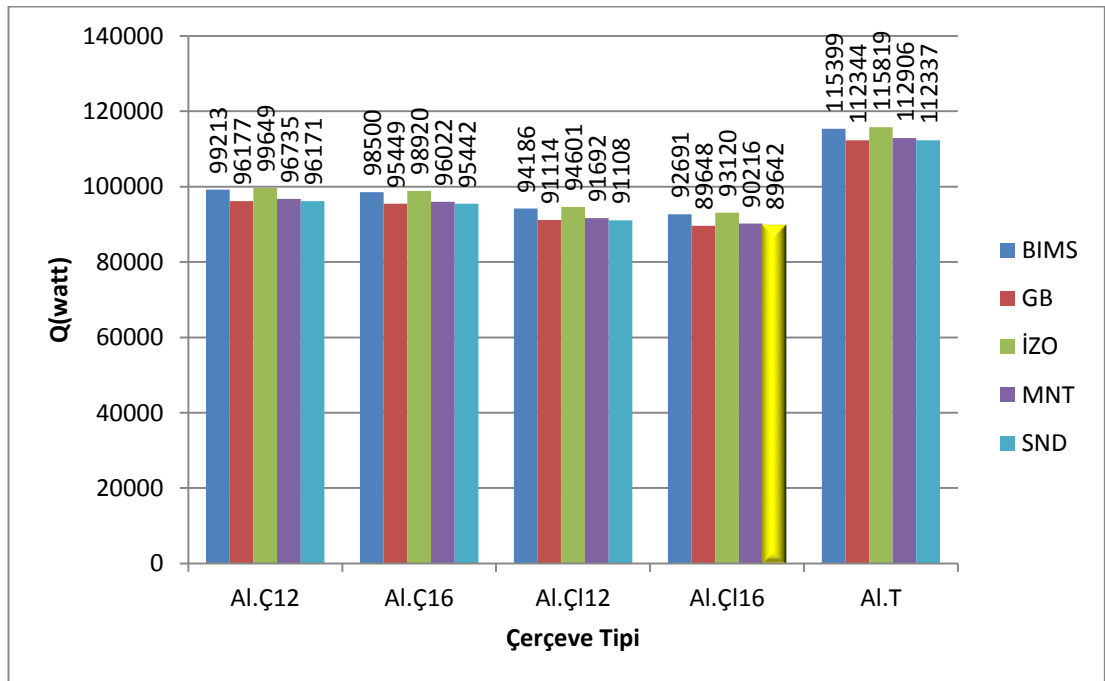
	P.Ç12	P.Ç16	P.Ç112	P.Ç116	P.T
BIMS	94186	93400	89007	87543	110210
GB	91114	90367	85968	84488	107164
İZO	94601	93845	89442	87964	110636
MNT	91692	90927	86528	85055	107728
SND	91108	90361	85961	84481	107158

Şekil 4.1'de %30 pencere/dış duvar alanı oranında ahşap çerçeve içerisinde kullanılan cam tiplerinin grafik gösterimi yapılmıştır.



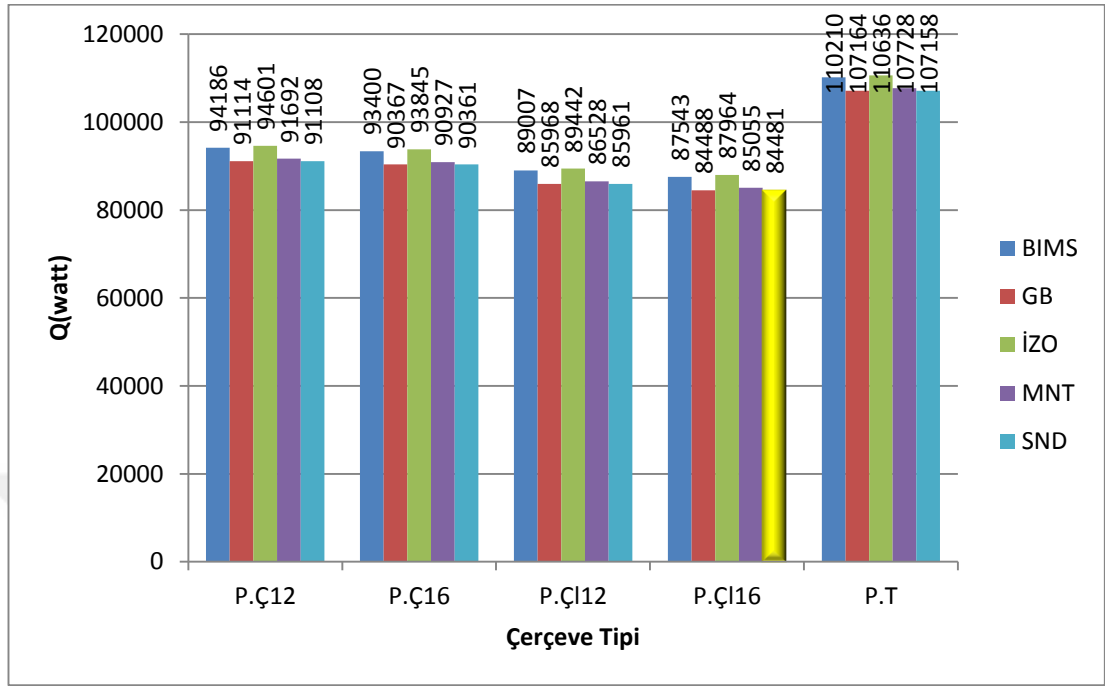
Şekil 4.1. %30 oranında ahşap çerçeve kombinasyonları

Şekil 4.2'de %30 pencere/dış duvar alanı oranında alüminyum çerçeve içerisinde kullanılan cam tiplerinin grafik gösterimi yapılmıştır.



Şekil 4.2. %30 oranında alüminyum çerçeve kombinasyonları

Şekil 4.3'de %30 pencere/dış duvar alanı oranında plastik çerçeve içerisinde kullanılan cam tiplerinin grafik gösterimi yapılmıştır.



Şekil 4.3. %30 oranında plastik çerçeve kombinasyonları

%30 oranında üç çerçeve tipinde de en düşük ısı kaybını sağlayan sistem 4-16-4 mm kaplamalı çift cam ile sandviç tuğla duvar olmuştur. Ahşap çerçeve ile kullanıldığında 83792 watt ile en düşük ısı kaybını vermiştir. Bu çift cam ile tek cam değeri arasındaki ısı yalıtım artış yüzdeleri Çizelge 4.4'te belirtilmiştir.

Çizelge 4.4. Tek cam ve kaplamalı 4-16-4 cam arasında ısı yalıtım oranı değişimi

	Ah.Ç116/Ah.T	Al.Ç116/Al.T	P.Ç116/P.T
BIMS	20,69%	19,68%	20,57%
GB	21,27%	20,20%	21,16%
İZO	20,61%	19,60%	20,49%
MNT	21,16%	20,10%	21,05%
SND	21,28%	20,20%	21,16%

Çizelge 4.4'te ısı geçirgenlik katsayısı olarak en yüksek ve en düşük camın 5 farklı dış duvar ve 3 çeşit çerçeve tipiyle kullanımında ısı yalıtım artış oranları görülmektedir. Sandviç tuğla duvar ve ahşap çerçeve kullanılarak tek camdan

kaplamalı 4-16-4 çift cama geçildiğinde en yüksek ısı kazancının olduğu gözlemlenmiştir.

4.2. %40 Pencere/Dış Duvar Alanı Oranındaki Tüm Bina İçin Isı Kaybı Değerleri

5 farklı dış duvar tipinde ahşap, alüminyum ve plastik çerçeve kullanılarak tüm bina için hesaplanan toplam ısı kaybı değerleri Çizelge 4.5, 4.6 ve 4.7’de listelenmiştir. Çizelgelerde en düşük değerleri gösteren hücreler renklendirilmiştir.

Çizelge 4.5. %40 oranında ahşap çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt)

	Ah.Ç12	Ah.Ç16	Ah.Çl12	Ah.Çl16	Ah.T
BIMS	109702	109537	103724	101784	131845
GB	108421	106498	100668	98726	128788
İZO	111916	109978	104145	102219	132272
MNT	108997	107055	101226	99296	129354
SND	108415	106491	100662	98720	128781

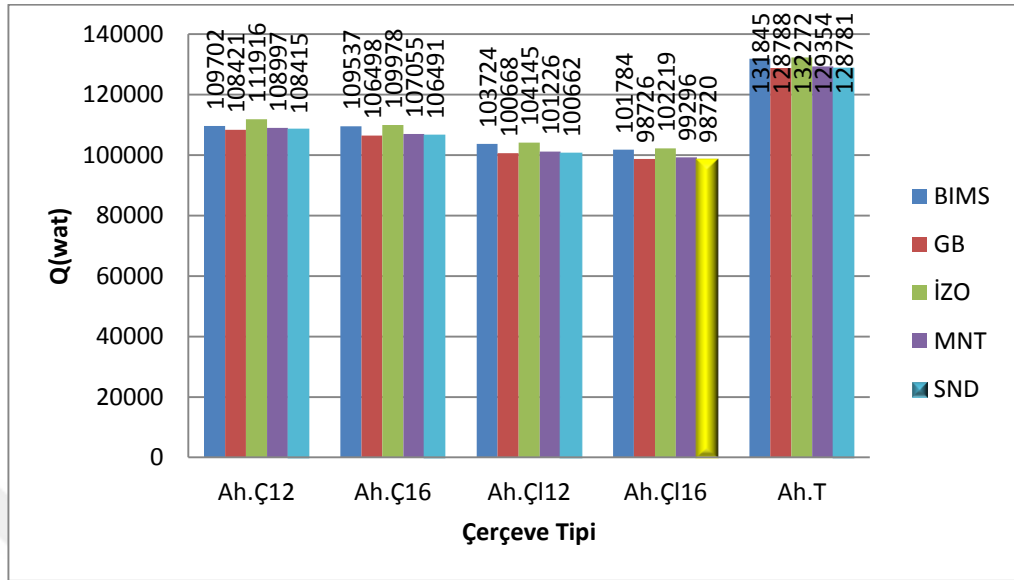
Çizelge 4.6. %40 oranında alüminyum çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt)

	Ah.Ç12	Ah.Ç16	Ah.Çl12	Ah.Çl16	Ah.T
BIMS	118248	117279	111475	109537	139607
GB	115185	114242	108421	106498	136556
İZO	118663	117712	111916	109978	140027
MNT	115762	114804	108997	107055	137120
SND	115178	114236	108415	106491	136550

Çizelge 4.7. %40 oranında plastik çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt)

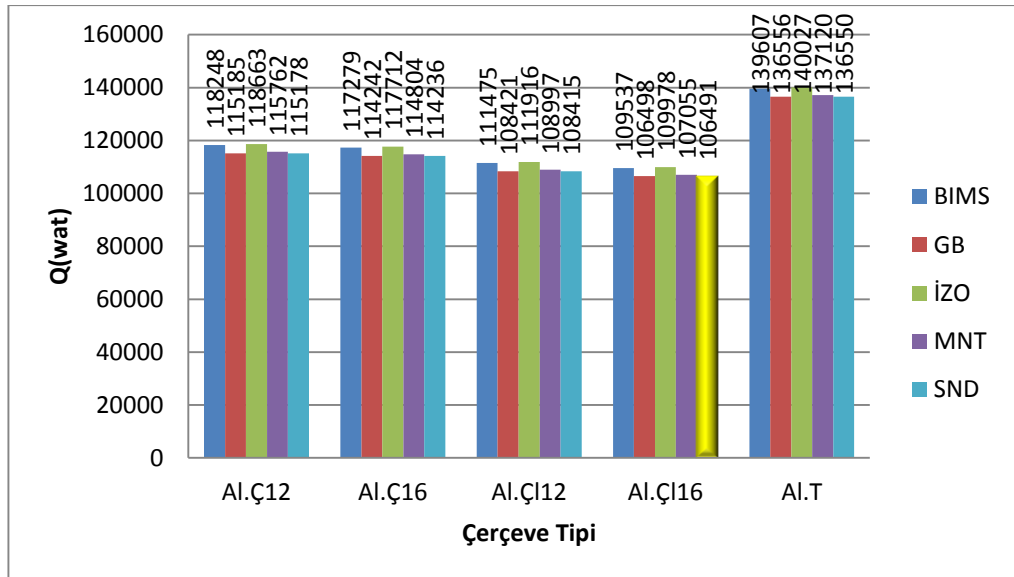
	Ah.Ç12	Ah.Ç16	Ah.Çl12	Ah.Çl16	Ah.T
BIMS	109702	110458	104671	102713	132791
GB	108421	107413	101632	99670	129745
İZO	111916	110887	105087	103145	133219
MNT	108997	107981	102198	100242	130315
SND	108415	107407	101625	99663	129739

Şekil 4.4.'te %40 pencere/dış duvar alanı oranında ahşap çerçeve içerisinde kullanılan cam tiplerinin grafik gösterimi yapılmıştır.



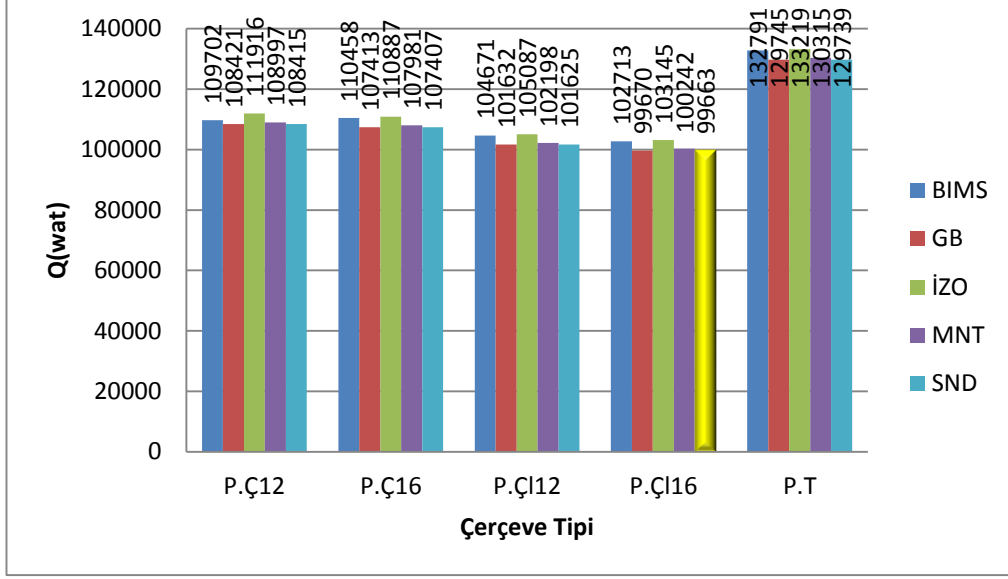
Şekil 4.4. %40 oranında ahşap çerçeve kombinasyonları

Şekil 4.5.'te %40 pencere/dış duvar alanı oranında alüminyum çerçeve içerisinde kullanılan cam tiplerinin grafik gösterimi yapılmıştır.



Şekil 4.5. %40 oranında alüminyum çerçeve kombinasyonları

Şekil 4.6.'da %40 pencere/dış duvar alanı oranında plastik çerçeve içerisinde kullanılan cam tiplerinin grafik gösterimi yapılmıştır.



Şekil 4.6. %40 oranında plastik çerçeve kombinasyonları

%40 oranında üç çerçeve tipinde de en düşük ısı kaybını sağlayan sistem 4-16-4 mm kaplamalı çift cam ile sandviç tuğla duvar olmuştur. Ahşap çerçeve ile kullanıldığında 98720 watt ile en düşük ısı kaybını vermiştir. Bu çift cam ile tek cam değeri arasındaki yalıtımın artış yüzdeleri Çizelge 4.8.'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.8. Tek cam ve kaplamalı 4-16-4 cam arasında ısı yalıtım oranı değişimi

	Ah.Ç116/Ah.T	Al.Ç116/Al.T	P.Ç116/P.T
BIMS	35,39%	32,43%	35,00%
GB	36,40%	33,31%	36,05%
İZO	35,25%	32,32%	34,88%
MNT	36,23%	33,13%	35,84%
SND	36,42%	33,32%	36,06%

Çizelge 4.8.'de ısı geçirgenlik katsayısı olarak en yüksek ve en düşük camın 5 farklı dış duvar ve 3 çeşit çerçeve tipiyle kullanımında ısı yalıtım artış oranları görülmektedir. Sandviç tuğla duvar ve ahşap çerçeve kullanılarak tek camdan kaplamalı 4-16-4 çift cama geçildiğinde en yüksek ısı kazancının olduğu gözlemlenmiştir.

4.3. %50 Pencere/Dış Duvar Alanı Oranındaki Tüm Bina İçin Isı Kaybı Değerleri

5 farklı dış duvar tipinde ahşap, alüminyum ve plastik çerçeve kullanılarak tüm bina için hesaplanan toplam ısı kaybı değerleri Çizelge 4.9, 4.10 ve 4.11’de listelenmiştir. Çizelgelerde en düşük değerleri gösteren hücreler renklendirilmiştir.

Çizelge 4.9. %50 oranında ahşap çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt)

	Ah.Ç12	Ah.Ç16	Ah.Çl12	Ah.Çl16	Ah.T
BIMS	115999	115644	108375	105967	143474
GB	115006	112581	105329	102922	140408
İZO	118466	116065	108798	106390	143892
MNT	115570	113171	105895	103496	140991
SND	115000	112574	105323	102915	140401

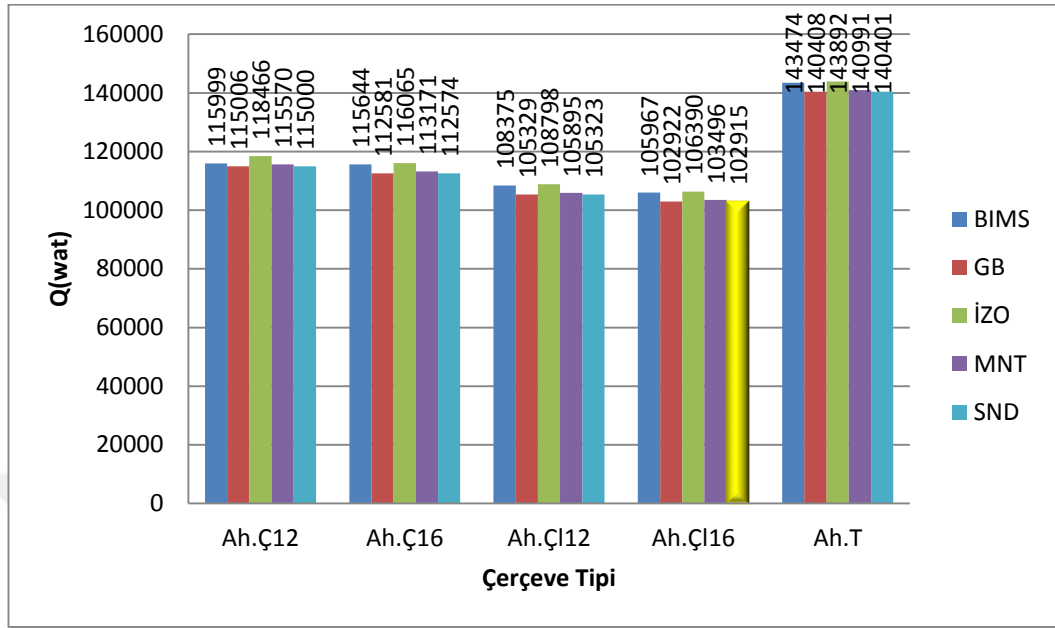
Çizelge 4.10. %50 oranında alüminyum çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt)

	Ah.Ç12	Ah.Ç16	Ah.Çl12	Ah.Çl16	Ah.T
BIMS	126497	125314	118049	115644	153143
GB	123461	122257	115006	112581	150087
İZO	126925	125738	118466	116065	153572
MNT	124021	122826	115570	113171	150661
SND	123455	122250	115000	112574	150081

Çizelge 4.11. %50 oranında plastik çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt)

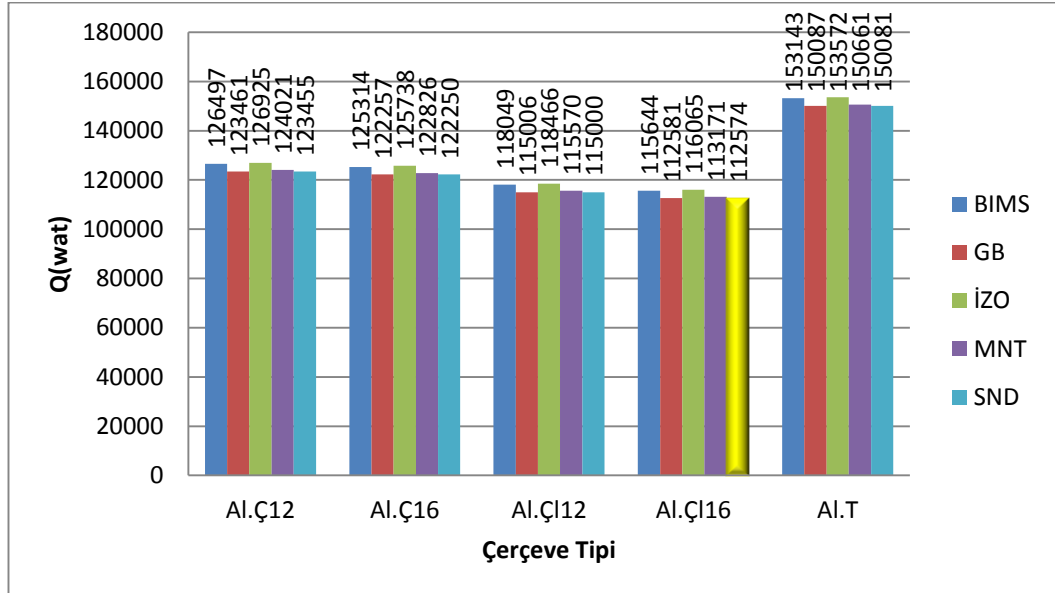
	Ah.Ç12	Ah.Ç16	Ah.Çl12	Ah.Çl16	Ah.T
BIMS	115999	116837	109579	107154	144660
GB	115006	113791	106516	104089	141616
İZO	118466	117268	110004	107569	145093
MNT	115570	114353	107098	104663	142178
SND	115000	113785	106510	104082	141610

Şekil 4.7'da %50 pencere/dış duvar alanı oranında ahşap çerçeve içerisinde kullanılan cam tiplerinin grafik gösterimi yapılmıştır.



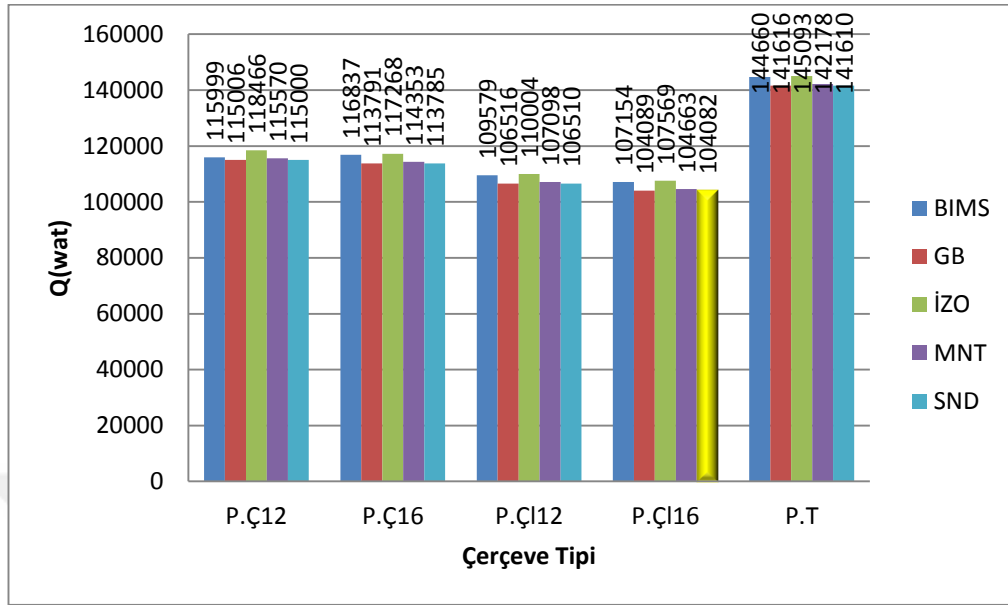
Şekil 4.7. %50 oranında ahşap çerçeve kombinasyonları

Şekil 4.8'de %50 pencere/dış duvar alanı oranında alüminyum çerçeve içerisinde kullanılan cam tiplerinin grafik gösterimi yapılmıştır.



Şekil 4.8. %50 oranında alüminyum çerçeve kombinasyonları

Şekil 4.9'da %50 pencere/dış duvar alanı oranında plastik çerçeve içerisinde kullanılan cam tiplerinin grafik gösterimi yapılmıştır.



Şekil 4.9. %50 oranında plastik çerçeve kombinasyonları

%50 oranında üç çerçeve tipinde de en düşük ısı kaybını sağlayan sistem 4-16-4 mm kaplamalı çift cam ile sandviç tuğla duvar olmuştur. Ahşap çerçeve ile kullanıldığında 102915 watt ile en düşük ısı kaybını vermiştir. Bu çift cam ile tek cam değeri arasındaki yalıtımın artış yüzdeleri Çizelge 4.12'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.12. Tek cam ve kaplamalı 4-16-4 cam arasında ısı yalıtım oranı değişimi

	Ah.Ç16/Ah.T	Al.Ç16/Al.T	P.Ç16/P.T
BIMS	29,53%	27,45%	29,28%
GB	30,44%	28,22%	30,17%
İZO	29,40%	27,32%	29,16%
MNT	30,27%	28,08%	30,00%
SND	30,46%	28,23%	30,18%

Çizelge 4.12'de ısı geçirgenlik katsayısı olarak en yüksek ve en düşük camın 5 farklı dış duvar ve 3 çeşit çerçeve tipiyle kullanımında ısı yalıtım artış oranları görülmektedir. Sandviç tuğla duvar ve ahşap çerçeve kullanılarak tek camdan

kaplamalı 4-16-4 çift cama geçildiğinde en yüksek ısı kazancının olduğu gözlemlenmiştir.

4.4. %60 Pencere/Dış Duvar Alanı Oranındaki Tüm Bina İçin Isı Kaybı Değerleri

5 farklı dış duvar tipinde ahşap, alüminyum ve plastik çerçeve kullanılarak tüm bina için hesaplanan toplam ısı kaybı değerleri Çizelge 4.13, 4.14 ve 4.15'te listelenmiştir. Çizelgelerde en düşük değerleri gösteren hücreler renklendirilmiştir.

Çizelge 4.13. %60 oranında ahşap çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt)

	Ah.Ç12	Ah.Ç16	Ah.Ç12	Ah.Ç16	Ah.T
BIMS	125383	124219	115615	112691	157513
GB	124116	121180	112570	109633	154469
İZO	127585	124659	116038	113120	157947
MNT	124692	121742	113141	110193	155037
SND	124110	121174	112563	109627	154463

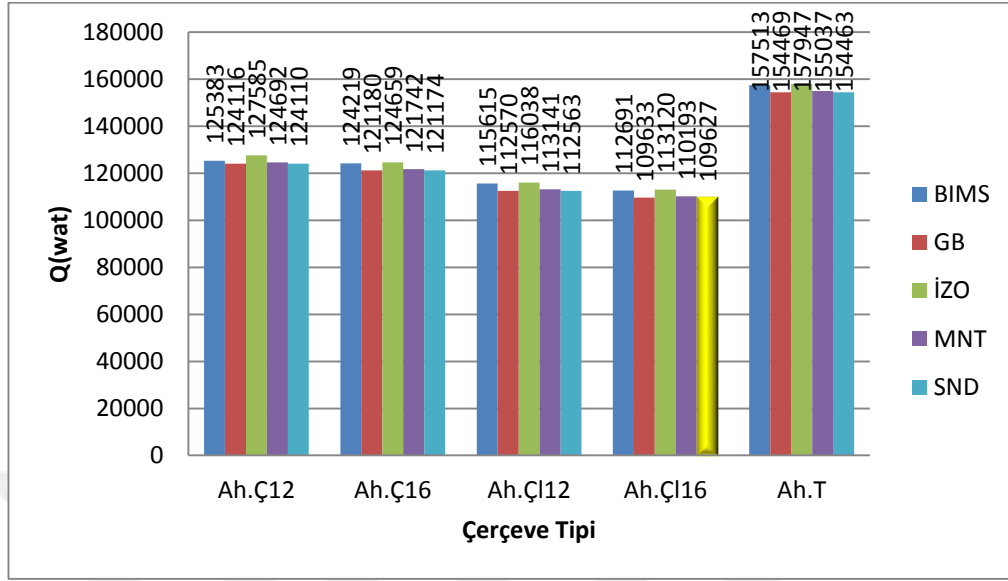
Çizelge 4.14. %60 oranında alüminyum çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt)

	Ah.Ç12	Ah.Ç16	Ah.Ç12	Ah.Ç16	Ah.T
BIMS	137259	135791	127169	124219	169086
GB	134202	132744	124116	121180	166041
İZO	137673	136223	127585	124659	169521
MNT	134770	133310	124692	121742	166603
SND	134196	132736	124110	121174	166035

Çizelge 4.15. %60 oranında plastik çerçeve kullanılarak elde edilen sonuçlar (watt)

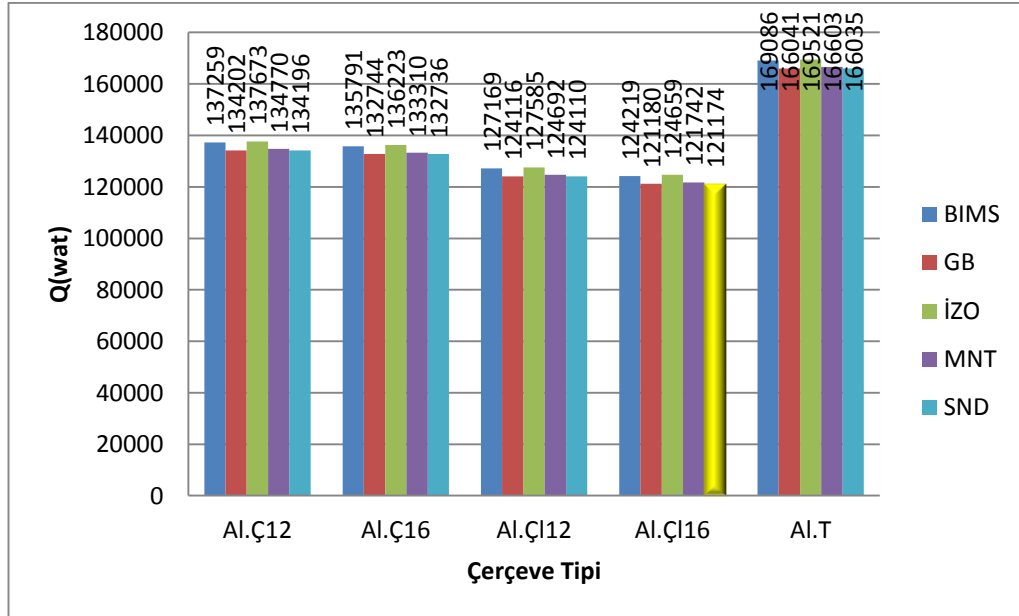
	Ah.Ç12	Ah.Ç16	Ah.Ç12	Ah.Ç16	Ah.T
BIMS	125383	125685	117014	114117	158953
GB	124116	122638	113954	111073	155909
İZO	127585	126109	117434	114542	159376
MNT	124692	123210	114534	111637	156479
SND	124110	122632	113948	111067	155903

Şekil 4.10'da %60 pencere/dış duvar alanı oranında ahşap çerçeve içerisinde kullanılan cam tiplerinin grafik gösterimi yapılmıştır.



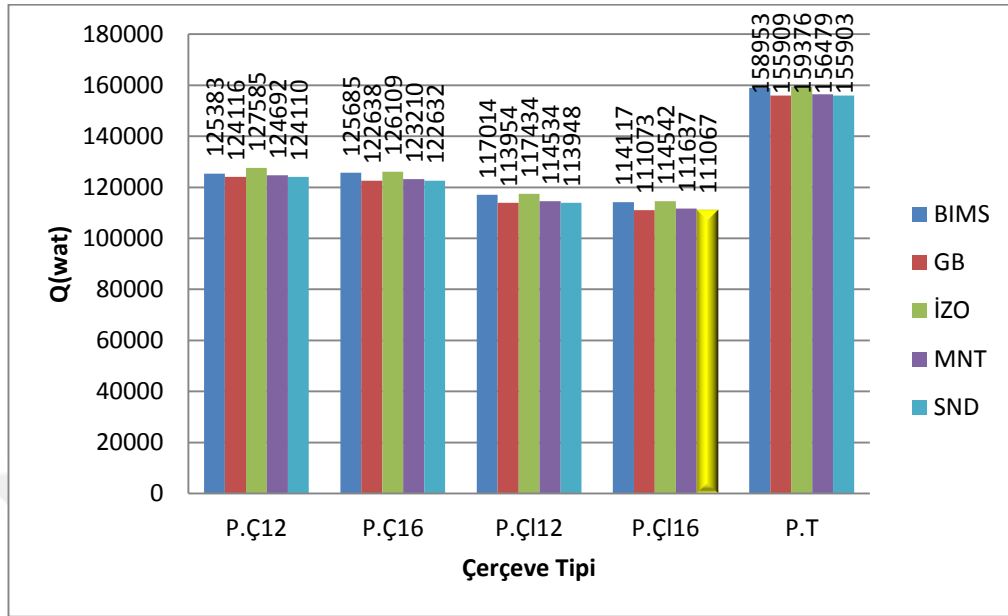
Şekil 4.10. %60 oranında ahşap çerçeve kombinasyonları

Şekil 4.11'de %60 pencere/dış duvar alanı oranında alüminyum çerçeve içerisinde kullanılan cam tiplerinin grafik gösterimi yapılmıştır.



Şekil 4.11. %60 oranında alüminyum çerçeve kombinasyonları

Şekil 4.12'de %60 pencere/dış duvar alanı oranında plastik çerçeve içerisinde kullanılan cam tiplerinin grafik gösterimi yapılmıştır.



Şekil 4.12. %60 oranında plastik çerçeve kombinasyonları

%60 oranında üç çerçeve tipinde de en düşük ısı kaybını sağlayan sistem 4-16-4 mm kaplamalı çift cam ile sandviç tuğla duvar olmuştur. Ahşap çerçeve ile kullanıldığında 109627 watt ile en düşük ısı kaybını vermiştir. Bu çift cam ile tek cam değeri arasındaki yalıtımın artış yüzdeleri Çizelge 4.16'da belirtilmiştir.

Çizelge 4.16. Tek cam ve kaplamalı 4-16-4 cam arasında ısı yalıtım oranı değişimi

	Ah.Ç116/Ah.T	Al.Ç116/Al.T	P.Ç116/P.T
BIMS	39,77%	36,12%	28,21%
GB	40,88%	37,02%	28,76%
İZO	39,63%	35,99%	28,13%
MNT	40,70%	36,85%	28,66%
SND	40,90%	37,02%	28,76%

Çizelge 4.16'da ısıl geçirgenlik katsayısı olarak en yüksek ve en düşük camın 5 farklı dış duvar ve 3 çeşit çerçeve tipiyle kullanımında ısı yalıtım artış oranları görülmektedir. Sandviç tuğla duvar ve ahşap çerçeve kullanılarak tek camdan kaplamalı 4-16-4 çift cama geçildiğinde en yüksek ısı kazancının olduğu gözlemlenmiştir.

4.5. %30 Pencere/Dış Duvar Alanı Oranındaki Kat Bazında Isı Kaybı Değerleri

Çizelge 4.17. BIMS tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	19341	16614	16353	15574	15316
Kat 1	17142	14674	14432	13722	13488
Kat 2	17142	14674	14432	13722	13488
Kat 3	17142	14674	14432	13722	13488
Kat 4	18102	15512	15260	14516	14266
Kat 5	20626	18038	17782	17042	16794

Çizelge 4.18. BIMS tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	20377	17521	17392	16614	16353
Kat 1	18100	15482	15368	14674	14432
Kat 2	18100	15482	15368	14674	14432
Kat 3	18100	15482	15368	14674	14432
Kat 4	19098	16362	16240	15512	15260
Kat 5	21624	18884	18764	18038	17782

Çizelge 4.19. BIMS tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	19468	16614	16480	15705	15445
Kat 1	17258	14674	14544	13836	13600
Kat 2	17258	14674	14544	13836	13600
Kat 3	17258	14674	14544	13836	13600
Kat 4	18222	15512	15384	14632	14386
Kat 5	20746	18038	17904	17162	16912

Çizelge 4.20. Gaz beton tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	18841	16114	15854	15075	14816
Kat 1	16642	14168	13932	13224	12988
Kat 2	16642	14168	13932	13224	12988
Kat 3	16642	14168	13932	13224	12988
Kat 4	17576	14986	14738	13990	13748
Kat 5	20100	17510	17260	16512	16270

Çizelge 4.21. Gaz beton tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	19878	17021	16893	16114	15854
Kat 1	17598	14984	14866	14168	13932
Kat 2	17598	14984	14866	14168	13932
Kat 3	17598	14984	14866	14168	13932
Kat 4	18574	15840	15718	14986	14738
Kat 5	21098	18364	18240	17510	17260

Çizelge 4.22. Gaz beton tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	18968	16114	15981	15206	14946
Kat 1	16758	14168	14048	13338	13098
Kat 2	16758	14168	14048	13338	13098
Kat 3	16758	14168	14048	13338	13098
Kat 4	17696	14986	14862	14110	13864
Kat 5	20226	17510	17380	16638	16384

Çizelge 4.23. İzo tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	19417	16691	16430	15651	15392
Kat 1	17212	14740	14500	13790	13554
Kat 2	17212	14740	14500	13790	13554
Kat 3	17212	14740	14500	13790	13554
Kat 4	18172	15584	15334	14586	14342
Kat 5	20698	18106	17850	17110	16868

Çizelge 4.24. İzo tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	20453	17597	17468	16691	16430
Kat 1	18168	15554	15434	14740	14500
Kat 2	18168	15554	15434	14740	14500
Kat 3	18168	15554	15434	14740	14500
Kat 4	19170	16434	16312	15584	15334
Kat 5	21692	18956	18838	18106	17856

Çizelge 4.25. İzo tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	19544	16691	16557	15782	15522
Kat 1	17326	14740	14620	13906	13668
Kat 2	17326	14740	14620	13906	13668
Kat 3	17326	14740	14620	13906	13668
Kat 4	18294	15584	15454	14708	14456
Kat 5	20820	18106	17974	17234	16982

Çizelge 4.26. Mantolama duvar ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	18931	16204	15944	15165	14906
Kat 1	16734	14264	14026	13316	13082
Kat 2	16734	14264	14026	13316	13082
Kat 3	16734	14264	14026	13316	13082
Kat 4	17674	15086	14838	14088	13842
Kat 5	20202	17610	17356	16618	16368

Çizelge 4.27. Mantolama duvar ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	19968	17111	16982	16204	15944
Kat 1	17690	15076	14962	14264	14026
Kat 2	17690	15076	14962	14264	14026
Kat 3	17690	15076	14962	14264	14026
Kat 4	18670	15938	15818	15086	14838
Kat 5	21198	18458	18336	17610	17356

Çizelge 4.28. Mantolama duvar ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	19058	16204	16071	15296	15035
Kat 1	16850	14264	14140	13430	13192
Kat 2	16850	14264	14140	13430	13192
Kat 3	16850	14264	14140	13430	13192
Kat 4	17794	15086	14956	14208	13960
Kat 5	20326	17610	17480	16734	16484

Çizelge 4.29. Sandviç tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	18835	16108	15848	15068	14810
Kat 1	16642	14168	13932	13224	12988
Kat 2	16642	14168	13932	13224	12988
Kat 3	16642	14168	13932	13224	12988
Kat 4	17576	14986	14738	13990	13748
Kat 5	20100	17510	17260	16512	16270

Çizelge 4.30. Sandviç tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	19871	17015	16886	16108	15848
Kat 1	17598	14984	14886	14168	13932
Kat 2	17598	14984	14886	14168	13932
Kat 3	17598	14984	14886	14168	13932
Kat 4	18574	15840	15718	14968	14738
Kat 5	21098	18364	18240	17510	17260

Çizelge 4.31. Sandviç tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	18962	16108	15995	15199	14939
Kat 1	16758	14168	14084	13338	13098
Kat 2	16758	14168	14084	13338	13098
Kat 3	16758	14168	14084	13338	13098
Kat 4	17696	14986	14862	14410	13864
Kat 5	20226	17510	17380	16638	16384

4.6. %40 Pencere/Dış Duvar Alanın Oranındaki Kat Bazında Isı Kaybı Değerleri

Çizelge 4.32. BIMS tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	21517	17898	17549	16516	16170
Kat 1	21034	17746	17432	16498	16184
Kat 2	21034	17746	17432	16498	16184
Kat 3	21034	17746	17432	16498	16184
Kat 4	22420	18800	18476	17484	17158
Kat 5	24986	19868	21216	20230	19904

Çizelge 4.33. BIMS tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	22899	19102	18931	17897	17549
Kat 1	22286	18838	18680	17744	17432
Kat 2	22286	18838	18680	17744	17432
Kat 3	22286	18838	18680	17744	17432
Kat 4	23552	19946	19782	18802	18476
Kat 5	26298	22686	22526	21544	21216

Çizelge 4.34. BIMS tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	21691	17898	17722	16689	16343
Kat 1	21184	17746	17580	16648	16332
Kat 2	21184	17746	17580	16648	16332
Kat 3	21184	17746	17580	16648	16332
Kat 4	22400	18800	18628	17646	17314
Kat 5	25148	19768	21368	20392	20060

Çizelge 4.35. Gaz beton tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	21018	17397	17050	16016	15670
Kat 1	20530	17244	16934	15994	15680
Kat 2	20530	17244	16934	15994	15680
Kat 3	20530	17244	16934	15994	15680
Kat 4	21716	18274	17952	16962	16634
Kat 5	24464	21018	20694	19708	19382

Çizelge 4.36. Gaz beton tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	22400	18603	18432	17397	17050
Kat 1	21784	18334	18184	17244	16934
Kat 2	21784	18334	18184	17244	16934
Kat 3	21784	18334	18184	17244	16934
Kat 4	23028	19420	19258	18274	17952
Kat 5	25776	22160	22000	21018	20694

Çizelge 4.37. Gaz beton tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	21191	17397	17223	16109	15844
Kat 1	20684	17244	17080	16150	15832
Kat 2	20684	17244	17080	16150	15832
Kat 3	20684	17244	17080	16150	15832
Kat 4	21876	18274	18104	17124	16792
Kat 5	24626	21018	20846	19868	19338

Çizelge 4.38. İzo tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	21594	17974	17626	16593	16247
Kat 1	21102	17818	17506	16564	16254
Kat 2	21102	17818	17506	16564	16254
Kat 3	21102	17818	17506	16564	16254
Kat 4	22310	18872	18548	17560	17232
Kat 5	25062	21616	21286	20300	19978

Çizelge 4.39. İzo tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	22977	19179	19008	17974	17626
Kat 1	22354	18904	18752	17818	17506
Kat 2	22354	18904	18752	17818	17506
Kat 3	22354	18904	18752	17818	17506
Kat 4	23622	20016	19854	18872	18548
Kat 5	26366	22756	22594	21616	21286

Çizelge 4.40. İzo tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	21767	17974	17799	16765	16419
Kat 1	21252	17818	17650	16714	16400
Kat 2	21252	17818	17650	16714	16400
Kat 3	21252	17818	17650	16714	16400
Kat 4	22476	18872	18698	17718	17390
Kat 5	25220	21616	21440	20462	20136

Çizelge 4.41. Mantolama duvar ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	21108	17487	17139	16106	15760
Kat 1	20624	17338	17026	16086	15774
Kat 2	20624	17338	17026	16086	15774
Kat 3	20624	17338	17026	16086	15774
Kat 4	21812	18376	18048	17058	16734
Kat 5	24562	21120	20790	19804	19480

Çizelge 4.42. Mantolama duvar ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	22490	18692	18522	17487	17139
Kat 1	21878	18430	18276	17338	17026
Kat 2	21878	18430	18276	17338	17026
Kat 3	21878	18430	18276	17338	17026
Kat 4	23124	19518	19354	18376	18048
Kat 5	25872	22262	22100	21120	20790

Çizelge 4.43. Mantolama duvar ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	21767	17974	17799	16765	16419
Kat 1	21252	17818	17650	16714	16400
Kat 2	21252	17818	17650	16714	16400
Kat 3	21252	17818	17650	16714	16400
Kat 4	22476	18872	18698	17718	17390
Kat 5	25220	21616	21440	20462	20136

Çizelge 4.44. Sandviç tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	21011	17391	17043	16010	15664
Kat 1	20530	17244	16934	15994	15680
Kat 2	20530	17244	16934	15994	15680
Kat 3	20530	17244	16934	15994	15680
Kat 4	21716	18274	17952	16962	16634
Kat 5	24464	21018	20694	19708	19382

Çizelge 4.45. Sandviç tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	22394	18596	18426	17391	17043
Kat 1	21784	18334	18184	17244	16934
Kat 2	21784	18334	18184	17244	16934
Kat 3	21784	18334	18184	17244	16934
Kat 4	23028	19420	19258	18274	17952
Kat 5	25766	22160	22000	21018	20694

Çizelge 4.46. Sandviç tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	21185	17391	17217	16183	15837
Kat 1	20684	17244	17080	16150	15832
Kat 2	20684	17244	17080	16150	15832
Kat 3	20684	17244	17080	16150	15832
Kat 4	21876	18274	18104	17124	16792
Kat 5	24626	21018	20846	19868	19538

4.7. %50 Pencere/Dış Duvar Alanın Oranındaki Kat Bazında Isı Kaybı Değerleri

Çizelge 4.47. BIMS tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	23684	19168	18738	17449	17019
Kat 1	22890	18786	18398	17224	16836
Kat 2	22890	18786	18398	17224	16836
Kat 3	22890	18786	18398	17224	16836
Kat 4	24178	19883	19478	18248	17842
Kat 5	26942	20591	22234	21006	20598

Çizelge 4.48. BIMS tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	25403	20673	20458	19167	18738
Kat 1	24452	20184	19960	18786	18398
Kat 2	24452	20184	19960	18786	18398
Kat 3	24452	20184	19960	18786	18398
Kat 4	25812	21314	21110	19884	19478
Kat 5	28572	24066	23866	22640	22234

Çizelge 4.49. BIMS tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	25403	19168	17663	17234	23898
Kat 1	24452	18786	17420	17028	23080
Kat 2	24452	18786	17420	17028	23080
Kat 3	24452	18786	17420	17028	23080
Kat 4	25812	19883	18448	18038	24380
Kat 5	28572	20591	21208	20798	27142

Çizelge 4.50. Gazbeton tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	23184	18668	18239	16949	16520
Kat 1	22386	18288	17894	16726	16338
Kat 2	22386	18288	17894	16726	16338
Kat 3	22386	18288	17894	16726	16338
Kat 4	23652	19360	18954	17722	17314
Kat 5	26414	22114	21706	20480	20074

Çizelge 4.51. Gazbeton tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	24903	20173	19959	18668	18239
Kat 1	23948	19652	19456	18288	17894
Kat 2	23948	19652	19456	18288	17894
Kat 3	23948	19652	19456	18288	17894
Kat 4	25290	20788	20586	19360	18954
Kat 5	28050	23544	23344	22114	21706

Çizelge 4.52. Gazbeton tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	23398	18668	18453	17164	16735
Kat 1	22582	18288	18090	16916	16524
Kat 2	22582	18288	18090	16916	16524
Kat 3	22582	18288	18090	16916	16524
Kat 4	23858	19360	19158	17922	17510
Kat 5	26614	22114	21910	20682	20272

Çizelge 4.53. İzo tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	23760	19244	18815	17526	17096
Kat 1	22958	18850	18466	17292	16904
Kat 2	22958	18850	18466	17292	16904
Kat 3	22958	18850	18466	17292	16904
Kat 4	24248	19954	19546	18318	17910
Kat 5	27010	22712	22306	21078	20672

Çizelge 4.54. İzo tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	25480	20749	20534	19244	18815
Kat 1	24522	20216	20028	18852	18466
Kat 2	24522	20216	20028	18852	18466
Kat 3	24522	20216	20028	18852	18466
Kat 4	25884	21386	21182	19954	19546
Kat 5	28642	24142	23938	22712	22306

Çizelge 4.55. İzo tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	25480	19244	17740	17311	23975
Kat 1	24522	18852	17488	17094	23152
Kat 2	24522	18852	17488	17094	23152
Kat 3	24522	18852	17488	17094	23152
Kat 4	25884	19954	18518	18106	24450
Kat 5	28642	22712	21282	20870	27212

Çizelge 4.56. Mantolama duvar ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	23273	18758	18329	17039	16610
Kat 1	22484	18380	17994	16818	16432
Kat 2	22484	18380	17994	16818	16432
Kat 3	22484	18380	17994	16818	16432
Kat 4	23752	19458	19050	17820	17414
Kat 5	26514	22214	21810	20582	20176

Çizelge 4.57. Mantolama duvar ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	24993	20263	20048	18758	18329
Kat 1	24046	19744	19552	18380	17994
Kat 2	24046	19744	19552	18380	17994
Kat 3	24046	19744	19552	18380	17994
Kat 4	25386	20886	20684	19458	19050
Kat 5	28144	23640	23438	22214	21810

Çizelge 4.58. Mantolama duvar ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	23488	18758	17254	16825	23488
Kat 1	22674	18380	17012	16618	22674
Kat 2	22674	18380	17012	16618	22674
Kat 3	22674	18380	17012	16618	22674
Kat 4	23954	19458	18022	17610	23954
Kat 5	26714	22214	20786	20374	26714

Çizelge 4.59. Sandviç tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	23177	18662	18232	16943	16513
Kat 1	22386	18288	17894	16726	16338
Kat 2	22386	18288	17894	16726	16338
Kat 3	22386	18288	17894	16726	16338
Kat 4	23652	19360	18954	17722	17314
Kat 5	26414	22114	21706	20480	20074

Çizelge 4.60. Sandviç tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	24897	20167	19952	18662	18232
Kat 1	23948	19652	19456	18288	17894
Kat 2	23948	19652	19456	18288	17894
Kat 3	23948	19652	19456	18288	17894
Kat 4	25290	20788	20586	19360	18954
Kat 5	28050	23544	23344	22114	21706

Çizelge 4.61. Sandviç tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	23392	18626	18447	17158	16728
Kat 1	22582	18288	18090	16916	16524
Kat 2	22582	18288	18090	16916	16524
Kat 3	22582	18288	18090	16916	16524
Kat 4	23858	19360	19158	17922	17510
Kat 5	26614	22114	21910	20682	20272

4.8. %60 Pencere/Dış Duvar Alanın Oranındaki Kat Bazında Isı Kaybı Değerleri

Çizelge 4.62. BIMS tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	25887	20464	19947	18397	17885
Kat 1	25206	20312	19836	18452	17980
Kat 2	25206	20312	19836	18452	17980
Kat 3	25206	20312	19836	18452	17980
Kat 4	26619	21493	20996	19554	19046
Kat 5	29392	22489	23768	22318	21820

Çizelge 4.63. BIMS tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	27952	22273	22013	20463	19947
Kat 1	27074	21940	21702	20314	19836
Kat 2	27074	21940	21702	20314	19836
Kat 3	27074	21940	21702	20314	19836
Kat 4	28568	23198	22952	21496	20996
Kat 5	31344	25968	25720	24268	23768

Çizelge 4.64. BIMS tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	26145	20464	20205	18658	18139
Kat 1	25438	20312	20074	18676	18210
Kat 2	25438	20312	20074	18676	18210
Kat 3	25438	20312	20074	18676	18210
Kat 4	26860	21493	21246	19778	19286
Kat 5	29634	22489	24012	22550	22062

Çizelge 4.65. Gazbeton tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	25387	19964	19448	17898	17385
Kat 1	24706	19814	19338	17954	17476
Kat 2	24706	19814	19338	17954	17476
Kat 3	24706	19814	19338	17954	17476
Kat 4	26094	20970	20474	19016	18522
Kat 5	28870	23740	23244	21794	21298

Çizelge 4.66. Gazbeton tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	27453	21774	21514	19964	19448
Kat 1	26574	21438	21202	19814	19338
Kat 2	26574	21438	21202	19814	19338
Kat 3	26574	21438	21202	19814	19338
Kat 4	28046	22672	22428	20970	20474
Kat 5	30820	25442	25196	23740	23244

Çizelge 4.67. Gazbeton tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	25645	19964	19706	18158	17639
Kat 1	24938	19814	19574	18174	17710
Kat 2	24938	19814	19574	18174	17710
Kat 3	24938	19814	19574	18174	17710
Kat 4	26338	20970	20720	19250	18766
Kat 5	29112	23740	23490	22024	21538

Çizelge 4.68. İzo tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	25963	20541	20023	18474	17962
Kat 1	25276	20380	19908	18520	18050
Kat 2	25276	20380	19908	18520	18050
Kat 3	25276	20380	19908	18520	18050
Kat 4	26690	21566	21072	19614	19118
Kat 5	29466	24338	23840	22390	21890

Çizelge 4.69. İzo tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	28029	22349	22089	20541	20023
Kat 1	27144	22006	21772	20380	19908
Kat 2	27144	22006	21772	20380	19908
Kat 3	27144	22006	21772	20380	19908
Kat 4	28644	23268	23024	21566	21072
Kat 5	31416	26038	25794	24338	23840

Çizelge 4.70. İzo tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	26222	20541	20283	18734	18216
Kat 1	25504	20380	20140	18744	18276
Kat 2	25504	20380	20140	18744	18276
Kat 3	25504	20380	20140	18744	18276
Kat 4	26934	21566	21318	19846	19362
Kat 5	29708	24338	24088	22622	22136

Çizelge 4.71. Mantolama duvar ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	25477	20054	19538	17987	17475
Kat 1	24800	19908	19430	18048	17568
Kat 2	24800	19908	19430	18048	17568
Kat 3	24800	19908	19430	18048	17568
Kat 4	26190	21070	20572	19118	18618
Kat 5	28970	23844	23342	21892	21396

Çizelge 4.72. Mantolama duvar ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	27543	21864	21604	20054	19538
Kat 1	26666	21530	21296	19908	19430
Kat 2	26666	21530	21296	19908	19430
Kat 3	26666	21530	21296	19908	19430
Kat 4	28146	22772	22524	21070	20572
Kat 5	30916	25544	25294	23844	23342

Çizelge 4.73. Mantolama duvar ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	25735	20054	19796	18248	17729
Kat 1	25032	19908	19668	18270	17804
Kat 2	25032	19908	19668	18270	17804
Kat 3	25032	19908	19668	18270	17804
Kat 4	26436	21070	20822	19352	18862
Kat 5	29212	23844	23588	22124	21634

Çizelge 4.74. Sandviç tuğla ve ahşap çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Ahşap Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	25381	19958	19442	17891	17379
Kat 1	24706	19814	19338	17954	17476
Kat 2	24706	19814	19338	17954	17476
Kat 3	24706	19814	19338	17954	17476
Kat 4	26094	20970	20474	19016	18522
Kat 5	28870	23740	23244	21794	21298

Çizelge 4.75. Sandviç tuğla ve alüminyum çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Alüminyum Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	27447	21768	21506	19958	19442
Kat 1	26574	21438	21202	19814	19338
Kat 2	26574	21438	21202	19814	19338
Kat 3	26574	21438	21202	19814	19338
Kat 4	28046	22672	22428	20970	20474
Kat 5	30820	25442	25196	23740	23244

Çizelge 4.76. Sandviç tuğla ve plastik çerçeve kullanımında kat bazında ısı kayıp değerleri (watt)

	Plastik Çerçeve				
	T	Ç.12	Ç.16	Çl.12	Çl.16
Zemin K.	25639	19958	19700	18152	17633
Kat 1	24938	19814	19574	18174	17710
Kat 2	24938	19814	19574	18174	17710
Kat 3	24938	19814	19574	18174	17710
Kat 4	26338	20970	20720	19250	18766
Kat 5	29112	23740	23490	22024	21538

Kat bazında hesaplanan ısı kaybı değerlerinde cam tipleri arasında az yalıtımlıdan çok yalıtımlıya geçildiğinde T-Ç.12, Ç.12-Ç.16, Ç.16-Çl.12, Çl.12-Çl.16 şeklinde 4 farklı değer hesaplanmıştır.

Sonuç olarak 5 farklı dış duvar tipi, 3 farklı çerçeve tipi kullanılarak hesaplama yapılan sistemlerde cam tiplerine göre ısı kazancındaki artış oranlarına ait ortalama değerler Çizelge 4.77’de verilmiştir.

Çizelge 4.77. Cam tiplerine göre ısı kazancındaki ortalama artış oranları

Tek cam - Çift cam 4-12-4 mm	%20,3
Çift cam 4-12-4 mm - Çift cam 4-16-4 mm	%2,5
Çift cam 4-16-4 mm – Low-e çift cam 4-12-4 mm	%7,2
Low-e çift cam 4-12-4 mm – Low-e çift cam 4-16-4 mm	%2,62

4.9. Tüm Binayı Oluşturan Pencere+Dış Duvar+Cam Maliyetleri Ve Toplam Isı Kaybı Değerleri

Çerçeve, cam ve dış duvar tiplerinin kombinasyonları ile oluşan toplam ısı kaybı değerleri ve maliyet listeleri EK A ve EK B’de verilmiştir. Hesap yapılan sistemler için 4 adet pencere/dış duvar alanı oranlarında en düşük toplam ısı kaybı değerini veren ve Çizelge 4.78’de belirtilen sistem Low-e kaplamalı çift cam 4-16-4 mm + Sandviç duvar + Ahşap çerçeveden oluşan sistemdir. Buna karşılık en düşük maliyeti veren sistem Tek cam + BIMS dış duvar + PVC çerçeveden oluşan sistemdir, Çizelge 4.79’da belirtilmiştir.

Çizelge 4.78. En düşük toplam ısı kaybı değerini veren sistem ve maliyet değerleri

DD Tipi	Çerçeve Tipi	Cam Tipi	%30	%40	%50	%60
Sandviç Dış Duvar	Ahşap	4-16-4 Kaplamalı Çift Cam	83792 W	98720 W	102915 W	109627 W
			226.829,07 ₺	270.089,27 ₺	294.613,55 ₺	310.964,80 ₺

Çizelge 4.79. En düşük maliyeti veren sistem ve toplam ısı kaybı değerleri

DD Tipi	Çerçeve Tipi	Cam Tipi	%30	%40	%50	%60
BIMS Dış Duvar	PVC	Tek Cam	123.531,29 ₺	139.290,81 ₺	143.220,30 ₺	145.635,88 ₺
			110210 W	132791 W	144660 W	158953 W

Çerçeve şekilleri üzerinden pencere alanı ve çerçeve uzunluğu hesaplamaları yapıldığında minimizasyon esas alınarak en optimal uzunluk ve maliyet değerine ulaşılmaya çalışılmıştır. Uzunluk değeri alınırken sadece yatay ve dikey mesafeler hesaba dahil edilmiştir. İki farklı optimizasyon yöntemi ile minimum maliyet karşılaştırması yapılmıştır. Pencere/Dış Duvar oranlarına göre çerçevelerin en/boy ölçüleri Çizelge 4.80’de listelenmiştir. Maliyet hesaplamalarında birim fiyatlar belirlenmiştir. Pencere tipleri için birim maliyetler listesi Çizelge 4.81’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.80. Oran değerlerine göre çerçevelere ait en/boy ölçüleri

%30		%40		%50		%60	
En	Boy	En	Boy	En	Boy	En	Boy
1,33 m	1,50 m	1,80 m	1,50 m	1,70 m	2,00 m	2,00 m	2,00 m
2,00 m	1,50 m	2,66 m	1,50 m	2,50 m	2,00 m	3,00 m	2,00 m
2,00 m	1,50 m	2,66 m	1,50 m	2,50 m	2,00 m	3,00 m	2,00 m
1,20 m	1,50 m	1,60 m	1,50 m	1,50 m	2,00 m	1,80 m	2,00 m
1,93 m	1,50 m	2,60 m	1,50 m	2,45 m	2,00 m	2,90 m	2,00 m
2,06 m	1,50 m	2,73 m	1,50 m	2,55 m	2,00 m	3,10 m	2,00 m
0,90 m	2,10 m	0,90 m	2,10 m	0,90 m	2,10 m	0,90 m	2,10 m

Çizelge 4.81. Pencere için birim maliyetler listesi

Cam tipleri	PVC kasa ile (₺/m ²)	Ahşap kasa ile (₺/m ²)	Alü. kasa ile (₺/m ²)
Tek cam	258,29 ₺	498,29 ₺	354,29 ₺
4-12-4 çift cam	303,00 ₺	543,00 ₺	399,00 ₺
4-16-4 çift cam	306,30 ₺	546,30 ₺	402,30 ₺
4-12-4 low-e kaplamalı çift cam	324,00 ₺	564,00 ₺	420,00 ₺
4-16-4 low-e kaplamalı çift cam	327,42 ₺	567,42 ₺	423,42 ₺

Pencere birim maliyetlerinde denizlik mermeri ve aksesuarlar fiyata eklenmiştir.

4.9.1. Doğrusal grafik yöntemi ile maliyet analizi

Optimizasyon tekniğinde doğrusal grafik yöntemine göre maliyet analizi için minimum ve maksimum amaç fonksiyonları aşağıda verilmiştir.

$$1. \quad Z_1 = m_{p_{\max}} p + m_{d_{\max}} d = c_{\max} \quad (4.1)$$

$$2. \quad Z_2 = m_{p_{\min}} p + m_{d_{\min}} d = c_{\min} \quad (4.2)$$

Burada, Z amaç fonksiyonunu, m birim maliyet değerlerini (m : Cam tipi + Mermer + Aksesuar + Doğrama tipi [₺/m²]), p pencere alanını, d dış duvar alanını, c toplam maliyet değerini temsil etmektedir. Eşitsizliklerde 1 adet normal kat bazında hesap yapılmıştır. Proje üzerindeki değerler kullanılarak aşağıda belirtilen minimum ve maksimum değerler bulunmuştur.

Minimum pencere alanı : 70,68 m²

Maksimum pencere alanı : 133,96 m²

Minimum dış duvar alanı : 113,36 m²

Maksimum dış duvar alanı : 176,64 m²

$$g_1(x) = m_1(x_1 x_2) 28 \geq 11.321,20 \text{ ₺} \quad (4.3)$$

$$g_2(x) = m_2(x_1 x_2) 28 \leq 46.690,96 \text{ ₺} \quad (4.4)$$

$$g_3(x) = m_3[247,32 - (x_1 x_2) 28] \geq 5.841,44 \text{ ₺} \quad (4.5)$$

$$g_4(x) = m_4[247,32 - (x_1 x_2) 28] \leq 11.988,55 \text{ ₺} \quad (4.6)$$

$$g_5(x) = 0,9$$

$$g_6(x) = 3,1$$

$$g_7(x) = 1,5$$

$$g_8(x) = 2,1$$

m_1 : 258,29 [₺/m²] (min. pencere sistemi maliyeti)

m_2 : 567,42 [₺/m²] (maks. Pencere sistemi maliyeti)

m_3 : 51,53 [₺/m²] (min. duvar maliyeti)

m_4 : 67,87 [₺/m²] (maks. duvar maliyeti)

Burada, x_1 pencere yatay ölçüsünü, x_2 pencere dikey ölçüsünü, $g_1(x)$ kat bazında minimum pencere maliyetini, $g_2(x)$ kat bazında maksimum pencere maliyetini, $g_3(x)$ kat bazında minimum duvar maliyetini, $g_4(x)$ kat bazında maksimum duvar maliyetini, $g_5(x)$ uygulamada kullanılan minimum x_1 değerini, $g_6(x)$ uygulamada kullanılan maksimum x_1 değerini, $g_7(x)$ uygulamada kullanılan minimum x_2 değerini, $g_8(x)$ uygulamada kullanılan maksimum x_2 değerini, m_1 pencere için minimum m^2 maliyetini, m_2 pencere için maksimum m^2 maliyetini, m_3 dış duvar için minimum m^2 maliyetini, m_4 dış duvar için maksimum m^2 maliyetini temsil etmektedir.

$$g_1(x) = m_1(x_1x_2) 28 \geq 11.321,20 \text{ ₺}$$

$$g_1(x) = 258,29(x_1x_2) 28 \geq 11.321,20 \text{ ₺}$$

$$g_1(x) = (x_1x_2) \geq 1,565$$

$$g_2(x) = m_2(x_1x_2) 28 \leq 46.690,96 \text{ ₺}$$

$$g_2(x) = 567,42(x_1x_2) 28 \leq 46.690,96 \text{ ₺}$$

$$g_2(x) = (x_1x_2) \leq 2,938$$

$$g_3(x) = m_3[247,32 - (x_1x_2)28] \geq 5.841,44 \text{ ₺}$$

$$g_3(x) = 51,53[247,32 - (x_1x_2)28] \geq 5.841,44 \text{ ₺}$$

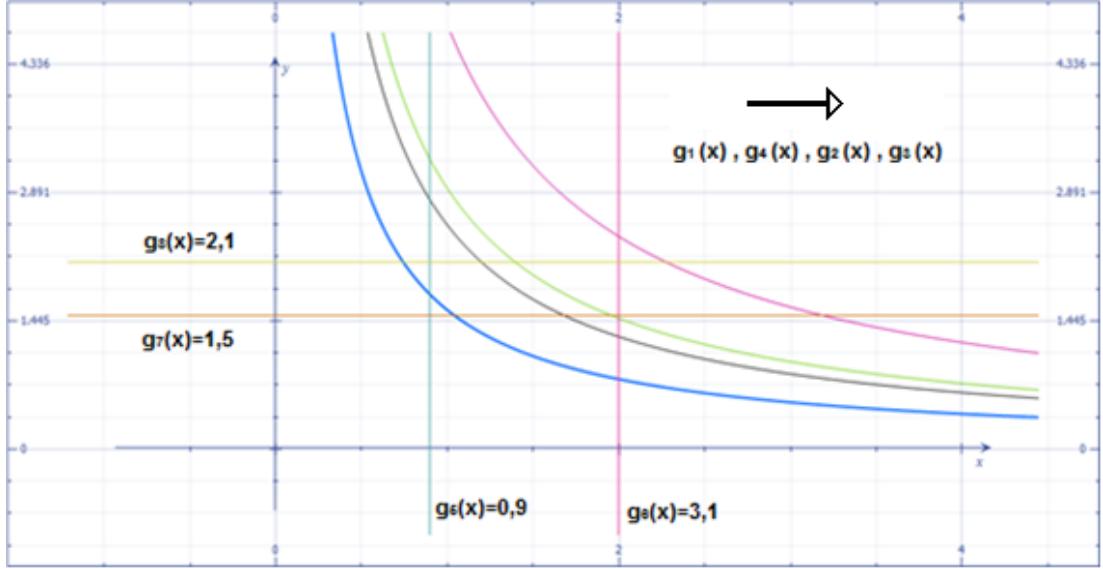
$$g_3(x) = [247,32 - (x_1x_2)28] \geq 113,36$$

$$g_3(x) = (x_1x_2) \leq 4,784$$

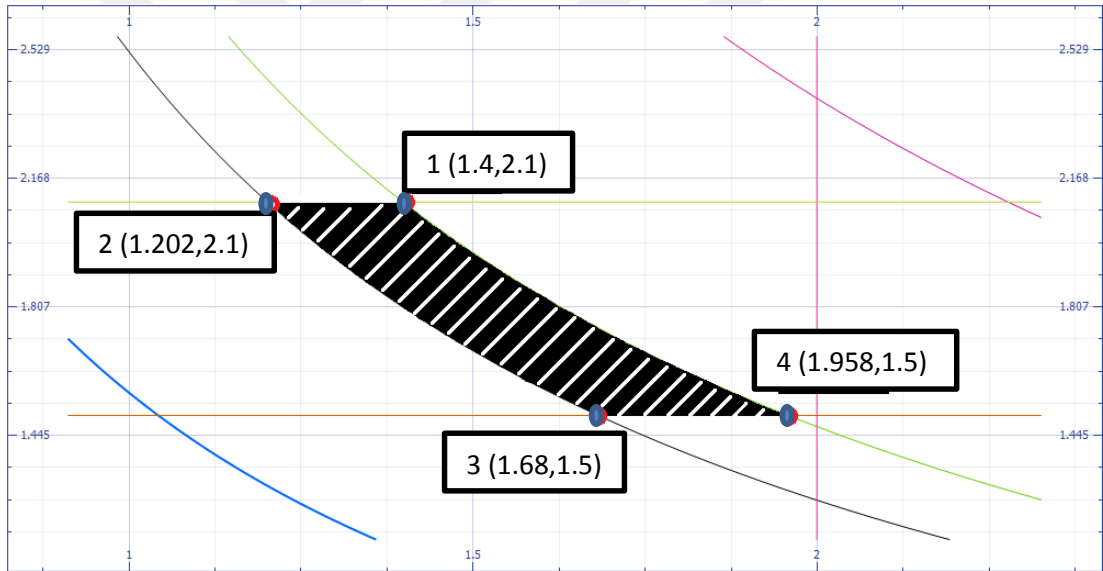
$$g_4(x) = m_4[247,32 - (x_1x_2)28] \leq 11.988,55 \text{ ₺}$$

$$g_4(x) = [247,32 - (x_1x_2)28] \leq 176,64$$

$$g_4(x) = (x_1x_2) \geq 2,524$$



Şekil 4.13. $g_1(x)$ 'ten $g_8(x)$ 'e kadar fonksiyonlara ait yerel ekstremum noktalarını belirten grafik



Şekil 4.14. Grafik optimizasyon tekniğine göre fizibil alan tanımlaması

Şekil 4.13'te sabit y değerleri eğrileri oluşturan fonksiyonlar üzerinde yerine konulduğunda x koordinat değerleri aşağıda hesaplanmıştır.

1. Nokta : $g_2(x) = (x_1 x_2) \leq 2,938$
 $x \cdot 2,1 = 2,938$
 $x = 1,400$

2. Nokta : $g_4(x) = (x_1 x_2) \geq 2,524$
 $x \cdot 2,1 = 2,524$
 $x = 1,202$

$$\begin{aligned}
\text{3. Nokta} \quad & : \quad g_4(x) = (x_1 x_2) \geq 2,524 \\
& \quad \quad \quad x \cdot 1,5 = 2,524 \\
& \quad \quad \quad x = 1,680
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{4. Nokta} \quad & : \quad g_2(x) = (x_1 x_2) \leq 2,938 \\
& \quad \quad \quad x \cdot 1,5 = 2,938 \\
& \quad \quad \quad x = 1,958
\end{aligned}$$

Minimum fonksiyonu oluşturan $g_1(x) = (x_1 x_2) = 1,565$ üzerinde Şekil 4.14'te bulunan koordinat değerlerini yerleştirdiğimiz de 3. nokta en küçük değeri vermiştir.

$$\begin{aligned}
\text{1. Nokta} \quad & \min_{z_1} = \frac{x_1 x_2}{1,565} = \frac{1,4x2,1}{1,565} = 1,8785 \\
\text{2. Nokta} \quad & \min_{z_2} = \frac{x_1 x_2}{1,565} = \frac{1,202x2,1}{1,565} = 1,6129 \\
\text{3. Nokta} \quad & \min_{z_3} = \frac{x_1 x_2}{1,565} = \frac{1,68x1,5}{1,565} = 1,6102 \\
\text{4. Nokta} \quad & \min_{z_4} = \frac{x_1 x_2}{1,565} = \frac{1,958x1,5}{1,565} = 1,8766
\end{aligned}$$

Kat bazında minimum pencere ve duvar maliyetlerini oluşturan $g_1(x)$ ve $g_3(x)$ fonksiyonlarına 3. noktadaki koordinat değerlerini yerleştirdiğimizde aşağıdaki maliyet değerleri hesaplanmıştır.

$$g_1(x) = m_1(x_1 x_2) 28 \geq 11.321,20 \text{ ₺}$$

$$g_1(x) = 258,29 (1,68x1,5) 28 = 18.224,94 \text{ ₺}$$

$$g_3(x) = m_3[247,32 - (x_1 x_2 28)] \geq 5.841,44 \text{ ₺}$$

$$g_3(x) = 51,53[247,32 - (1,68x1,5)28] = 9.108,44 \text{ ₺}$$

$$\text{Uygulamada maksimum maliyet : } 46.690,96 \text{ ₺} + 11.988,55 \text{ ₺} = 58.679,51 \text{ ₺}$$

$$\text{Uygulamada minimum maliyet : } 11.321,20 \text{ ₺} + 5.841,44 \text{ ₺} = 17.162,64 \text{ ₺}$$

$$\text{Optimizasyon Minimum Maliyet} = g_1(x) + g_3(x)$$

$$\begin{aligned}
\text{Optimizasyon Minimum Maliyet} &= 18.224,94 + 9.108,44 = 27.333,38 \text{ ₺} \geq \\
&17.162,64 \text{ ₺}
\end{aligned}$$

Bulunan sonucun min. ve maks. pencere + dış duvar maliyetlerinin arasında ve minimuma yakın bir değer çıktığı görülmüştür.

4.9.2. Dual simpleks yöntemi ile maliyet analizi

Kısıtlardan en az biri \geq ve sağ taraf değer pozitif ise dual simpleks yöntemi kullanılır. Tüm kısıtlar \leq haline çevrilir ve eşitliğin sağ taraf değeri negatif yapılır. Bu yöntemde tüm kısıtlar \leq şeklinde ve eşitliğin sağ taraf değerlerinden en az biri negatif olmak zorundadır. Kısıtların tamamı \leq halinde olduğu zaman primal simpleks yöntemi uygulanmaktadır. (Esin, A., Şahin, S.T., 2012)

$$Z_{\min} = 2(x + y)28 \quad \text{Amaç fonksiyon} \quad (4.7)$$

$$Z_{\min} = 56x_1 + 56x_2$$

$$g_1(x) = 2(x_1 + x_2)28 \geq 180,16 \text{ m} \quad (\text{min çerçeve uzunluğu})$$

$$g_1(x) = (x_1 + x_2) \geq 3,217 \text{ m} \quad \text{1. Kısıt fonksiyonu} \quad (4.8)$$

$$g_2(x) = 2(x_1 + x_2)28 \leq 246,40 \text{ m} \quad (\text{maks çerçeve uzunluğu})$$

$$g_2(x) = (x_1 + x_2) \leq 4,40 \text{ m} \quad \text{2. Kısıt fonksiyonu} \quad (4.9)$$

$$28 \cdot 2,7 - x_2 \cdot 28 \leq 56,4 \text{ m} \quad (\text{maks } x_2 \text{ uzunluğu})$$

$$\underline{91,6 - x_1 \cdot 28 \leq 66,8 \text{ m}} \quad (\text{maks } x_1 \text{ uzunluğu})$$

$$g_3(x) = x_1 + x_2 \geq 1,57 \text{ m} \quad \text{3. Kısıt fonksiyonu} \quad (4.10)$$

$$28 \cdot 2,7 - x_2 \cdot 28 \geq 44,4 \text{ m} \quad (\text{min } x_2 \text{ uzunluğu})$$

$$\underline{91,6 - x_1 \cdot 28 \geq 45,68 \text{ m}} \quad (\text{min } x_1 \text{ uzunluğu})$$

$$g_4(x) = x_1 + x_2 \leq 2,754 \text{ m} \quad \text{4. Kısıt fonksiyonu} \quad (4.11)$$

Çizelge 4.82'de verilen başlangıç tablosunu oluşturan kısıt fonksiyonlarından en geniş aralığı oluşturan 2. ve 3. fonksiyon işleme alınmıştır. Bu fonksiyonları eşitlik haline çevirirsek;

$$g_2(x) = x_1 + x_2 + S_1 = 4,40 \text{ m} \quad (4.12)$$

$$g_3(x) = x_1 + x_2 - S_2 = 1,57 \text{ m} \quad (4.13)$$

Çizelge 4.82. Başlangıç tablosu

Temel	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	Çözüm
Z	56	56	0	0	0
S ₁	1	1	1	0	4,40
S ₂	-1	-1	0	1	-1,57
Oran=Z/S ₂	-56	-56			

Çizelge 4.82'de çözüm değeri en negatif olan satır terk eden değişken olarak tanımlanır. Minimizasyon yapıldığı için de Z satırında en pozitif değere sahip değişken anahtar sütun olarak seçilir. X₁ sütunu temele girecek değişken olarak tanımlanır. Satır ve sütunun kesiştiği noktadaki değer Pivot eleman olarak adlandırılır. Z satırının değerleri terk eden değişkenin negatif elemanlarına oranlanarak mutlak değerce en pozitif en küçük orana sahip değişken giren değişken olarak seçilir. Z/ S₂ oranlamasında sadece negatif olan değerler oranlanır. Sıfır veya pozitif değerler oranlanmaz.

Çizelge 4.83. Nihai tablo

Temel	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	Çözüm
Z	0	0	0	56	-87,92
S ₁	0	0	1	1	2,83
X ₁	1	1	0	-1	1,57

Yeni anahtar satırı bulmak için terk eden değişkene ait satırın bütün elemanları pivot elemana bölünür. Diğer satırlar için de aşağıdaki işlem uygulanır.

$$\text{Yeni satır} = [\text{eski satır} - (\text{ilgili satırın anahtar sütun elemanı} \times \text{yeni anahtar satır})]$$

Dual simpleks metodu ile yapılan ara işlemler sonucu Çizelge 4.84'te verilen nihai tablo elde edilmiştir. Bu tablodan da ; aşağıdaki ifadeler elde edilmiştir.

$X_1 = 1,57$, $X_2 = 1,57$ sonuçları ile optimal çerçeve uzunluğunu sağlayan ölçüler hesaplanmıştır. Proje üzerinde uygulanan pencere ölçüleri ile karşılaştırma yapıldığında optimizasyon sonuçlarının %30 pencere/dış duvar oranındaki çerçeve ölçülerine yakın çıktığı görülmüştür. Bu durumda normal kat üzerindeki tüm pencereler 1,57x1,57 ölçülerinde yapılırsa kat bazında toplam pencere alanı ve dış duvar alanı değerleri aşağıda verilmiştir.

%30 oranında toplam pencere alanı	:	70,68 m ²
Dual simpleks ile toplam pencere alanı	:	69,02 m ²
Dual simpleks ile toplam dış duvar alanı	:	(91,6 x 2,7)-69,02=178,30 m ²

4.9.3. Maliyet Analizi Karşılaştırması

Birim maliyetler listesinde en uygun fiyatlı dış duvar ve pencere birim maliyetlerine göre hesaplama yapılırsa;

Dual simpleks ile maliyet = (69,02 x 258,29) + (178,30x51,53) = 27.014,97 ₺ olarak hesaplanmıştır. İlk metotla (grafik yöntem) hesaplanan maliyet değeri ile kıyaslandığında (27.333,38 ₺) işlem doğruluğu ispatlanmıştır. İki çözüm arasında %1,14 hata yüzdesi olarak hesaplanmıştır. Pencere / Dış duvar alanı oranında pencerenin oturduğu dış duvarın oda mahal içerisinden net alanı ölçülürse normal kat bazında toplam alan değeri 234,36 m² olarak hesaplanır. Bu değeri optimizasyon ile bulunan pencere alanı değeri ile oranladığımızda optimal oranın $69,02 / 234,36 = \%29,45$ olduğu tespit edilmiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Araştırma ve bulgular kısmında farklı pencere/dış duvar alanı oranlarına göre ısı transfer değişimlerini veren sonuçlar tablolar ve grafikler halinde verilmiştir. Tez konusuna ilişkin bina sistemini oluşturan malzemelere ait (tuğla, cam, mermer, vb.) maliyet değerleri incelenmiştir. Grafik yöntem ve dual simpleks yöntemine göre yapılan optimizasyon hesaplarında bulunan maliyet değerleri karşılaştırılmıştır. Minimum maliyeti veren alan değerlerinin %29,45 olduğu görülmüştür. Proje üzerinden yapılan toplam ısı kaybı hesaplamasında da %30 pencere/dış duvar oranında toplam pencere alanı 70,68 m² hesaplanmıştır. Optimizasyon ile bulunan toplam pencere alanı değeri ile oranlandığında %2,34 hata payı oldu görülmektedir. TS825 açısından bakıldığında ise %30 oranında toplam ısı kaybı değeri 83792 watt iken optimizasyon hesabı ile belirlenen pencere boyutları kullanılarak ısı kaybı hesaplaması yapıldığında toplam ısı kaybı değerinin 81856 watt olduğu bulunmuştur. Bu değer de 83792 watt ile oranlandığında %2,31 hata payı sonucunu vermektedir. Çözüm yöntemlerine göre çıkan sonuçlar ve bu sonuçların birbirlerine göre hata payları Çizelge 4.84'te gösterilmiştir. Optimizasyon tekniği ile bulunan sonuçları doğrulamak amacıyla Android yazılımı tabanlı "Linear Optimization LTE" programından da faydalanılmıştır.

Çizelge 4.84. Çözüm yöntemlerine göre karşılaştırma tablosu

Dual Simpleks ile Maliyet	27.014,97 ₺	Hata payı = %1,14
Grafik Yöntem ile Maliyet	27.333,38 ₺	
Dual Simplekse göre toplam pencere alanı	69,02 m ²	Hata payı = %2,34
%30 toplam pencere alanı	70,68 m ²	
Dual Simplekse göre toplam ısı kaybı değeri	81856 W	Hata payı = %2,31
%30 toplam ısı kaybı değeri	83792 W	

Çizelge 4.84'e göre binalarda bölgelere uygun olarak malzemelerin özelliğine bağlı ısı kaybı miktarlarının TS 825 'e göre uygun olduğu görülmüştür.

Konu ile ilgili çalışma yapılan model binada, ağırlıklı olarak ısı kaybı hesaplamaları üzerinden gidilmiştir. Isı kayıplarını etkileyen iklim şartları,

rüzgar yönü ve şiddeti, nem oranları, güneşin mevsime göre ışınım açısı, gölgelenme faktörleri, binanın fiziksel yapısı(yuvarlak form, elips form, vb.) gibi sıralanmıştır. Isı kayıp hesaplarında mahallere ait yön değerleri girilmiştir. Yön zammı ve kat arttırım zammı değerleri hesaplamalara işlenmiştir. Antalya iklim bölgesi olarak 1. derece gün sırasında ve +3°C Rüzgarlı olarak geçmektedir. Hesaplamalarda ΔT sıcaklık farkları bu veriye göre hesaplanmıştır.

Antalya iline doğalgaz altyapısının yeni gelmesi ile birlikte merkezi ve bireysel ısıtma konusunda talepler artarak devam etmektedir. Doğalgaz kullanımı öncesinde ağırlıklı olarak klima sistemleri ile ısıtma ve soğutma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu yüzden Antalya ili iklim şartlarına göre ısı kaybı hesaplarının yapılmasının ısıtma sistemi seçimine yardımcı olacağı düşünülmüştür. Bu zamana kadar yapılan toplam ısı yükü ve ısı kazancı hesaplamaları klima tesisatı sistemlerinde faydalar sağlamıştır.

Bu çalışmanın amacı; farklı sistemlerin oluşturduğu minimum ısı kaybı ve minimum maliyet değerlerini bulmaktır. Dış cephe duvarları üzerindeki yoğunlaşma miktarları, termofiziksel özellikler, basınç ve sıcaklık dağılım değerleri, buharlaşma miktarları da farklı birer araştırma konusu olabilir. Aynı model bina üzerinde bu bahsedilen parametrelerin araştırmaları da yapılabilir. Binaların fiziksel yapıları hakkında dış cephe kaplamaları ve mimari şekiller incelenebilir. Bina geometrisi gözönüne alınırsa dış yüzey şekli dairesel olan binalar ısı kazancı açısından avantajlıdır. Bu çalışmada kullanılan materyaller farklı mimari şekillerde olan binalara uygulandığında ortaya çıkabilecek sonuçlar da taahhüt açısından faydalar sunabilir.

Bu tez konusunda yapılan maliyet optimizasyonuna göre minimum maliyeti veren sistem ile minimum ısı kaybını veren sistem arasındaki maliyet farkı %83,6'dır. Bu iki sistem arasındaki ısı kaybı farkı da %31,5'tir. Bu sonuca karşılık müteahhit firmanın hangi değer üzerinde duracağı tartışılabilir. Taahhütçü firmanın yatırım maliyeti yada ısı kayıp değerleri konusundaki tercihini daire satışlarının yapılacağı bölgeler belirlemektedir. Güncel zamanda Antalya ilinde en pahalı daire satışları Konyaaltı ve Lara bölgesinde olmaktadır.

Müteahhit firmanın maliyeti ve kaliteyi arttırarak Konyaaltı ve Lara bölgesinde yatırım yapması firmayı zarara uğratmayacaktır. Buna karşılık Kepez bölgesinde bulunan binaların en ucuz maliyetlerle yapılması ve daire alım gücünün düşük olması müteahhit firmaları düşük kalitede ve yalıtımsız binalar inşaa etmeye zorlamaktadır. İlçe belediyelerindeki proje onay mercilerinin de bu tür uygulamalara göz yumması ayrı bir tartışma konusu doğurmaktadır. Sonuç olarak inşaat sektörü için yapılan teknik araştırmalarda çıkan doğru sonuçlar halkın maddi gücü doğrultusunda uygulamaya konulabilmektedir. Bu uygulamalar bölgesel olarak değişmekte olup halen devam etmektedir.

Model binanın Çevre ve Şehircilik Bakanlığına ait Enerji Kimlik Belgesi(EKB) programında yapılan çalışmasında enerji sınıfının C, sera gazı emisyon değerinin de B sınıfı çıktığı görülmüştür. Binaya ait Ada - Parsel olarak resmi kayıt yapılamadığı için program çıktısı alınamamaktadır. EKB; T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından iskan aşamasına gelen her türlü yapıdan istenmektedir. Maalesef bu sektörde de piyasada yetkili olup sadece ticari amaçlı geçersiz belgeler düzenleyenler bulunmaktadır. Mevcut binaların ve yeni iskan alacak binaların gerek proje üzerinden gerekse yerinde tam ölçümleri yapılmadan kısa sürede EKB'leri hazırlanmaktadır. Bu belgeler de belediye tarafından kontrol bile edilmeden arşiv dosyalarına kaldırılmaktadır. Bu tür ticari hareketler ve kontrolsüzlükler işin öneminin yitirilmesine neden olmaktadır.

Yapılan çalışma daha sonra yapılacak olan binalarda ısı kaybı ve ısı kazancı hesaplarında en optimum ısı transfer değerini verecek olan bina malzeme seçimi için örnek bir çalışmadır. Ayrıca, yapılan optimizasyon çalışmasıyla da minimum maliyeti veren sistem elemanları tespit edilmiş olup ülke ekonomisi ve bireysel harcamalar açısından fayda sağlayacak bir uygulama olduğu sonucuna varılmıştır. Bu anlamda da rehber bir çalışma olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aksoy, U. T., 2008. Sandviç ve Gazbeton Duvar Uygulamalarının Ortalama Isı Geçirgenlik Katsayısı ve Isı Kaybı Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 24 (1-2): 277- 290s.
- Atalay, Ö., 2004. Jeotermal sistemlerin ekserji analizi: Kızıldere örneği, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Berkmen G., 'Dış Cephe Yalıtım Sistemleri ve Uygulama Prensipleri' Yalıtım Kongresi ve Sergisi Bildirileri MMO Yayını, 2001
- Berköz, E., 1973. "Güneş Radyasyonu Etkisinin Optimizasyonu Açısından Binaların Yönlendiriliş Durumlarının Belirlenmesi", İTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul, s: 2-5
- Bolattürk, A., 2006. "Determination of optimum insulation thickness for building walls with respect to various fuels and climate zones in Turkey", Applied Thermal Engineering.
- Bouchlaghem, N.,1999."Optimising the design of building envelopes for thermal performance" Automation in construction 10 (2000) 101-112
- Bouchlaghem, N., Letherman, K.M.1990." Numerical optimization applied to the thermal design of buildings" Building and Environment, Volume 25, Pages 117-124
- Can A., 2006. 'Yapılarda Isı Yalıtımı ve Türkiye'de Enerji İhtiyacının Azaltılması Yönünden Önemi' Trakya Üniversitesi.
- Candan, N., 2007. Isı Yalıtım Sistemleri Ve Özelliklerinin Karşılaştırılması. Sakarya Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 133s, Sakarya.
- Çakmanus, İ., 2011. "Düşük Enerjili Sistemler: Yüksek Performanslı Binalar ve Toplum", Makale, Yeşil bina dergisi (Sayı 6/ Mart-Nisan 2011)
- Çengel, Y. A., Boles, M. A., 1996. Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik, Derbentli, T., McGraw-Hill – Literatür, İstanbul, 867s.
- Çomaklı, K., 2003. Atatürk Üniversitesi Isıtma Merkezinin Enerji ve Ekserji Analizi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Dağsöz, A.K., Yapılarda Isı Yalıtımı ve Buhar Geçişi ,Emre Matbaacılık, İstanbul, 1991
- Ekinci, C.E. , Yalıtım Teknikleri, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul, 2003

- Ertay K., Isı Yalıtım Malzemeleri Ve Isı Yalıtım Detayları, İzolasyon Dünyası Dergisi, Sayı:33, S:18-23, 2002
- Esin, A., Şahin, S.T., 2012, "Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri", Gazi Kitabevi, Ankara, 5. Basım, 467 Sayfa, 2012
- Evcil, N., Isı İzolasyonu ve Dış Duvarların Enerji Etkin Yenilenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2000
- Evcil, N., 'Yapı Kabuğunda Isı Yalıtım Değerlerinin Yapı Formuna Bağlı Olarak Belirlenmesi İçin Bir Yöntem Önerisi' Yüksek Lisans Tezi, İTÜ FBE 1999 s. 54-73
- Gieseler, U.D.J., Heidt, F.D., Bier, W., "Evaluation Of The Cost Efficiency Of An Energy Efficient Building", Renewable Energy Journal 29, 2004
- Gustafsson, S.I., 2000. "Optimisation of insulation measures on existing buildings", Energy and Buildings, 33, 49-55.
- Göksal, T., 1998. "Mimaride Güneş Enerjisi", Anadolu Üniversitesi Yayınları No:1041, Eskişehir, s: 12-33
- Gürdal, E., Acun, S. 1986. "Dış Duvarların Tasarımında Isı ve Rutubet Faktörlerinin Etkisi", Yapı Endüstri Merkezi, İç ve Dış Duvar Malzemeleri ve Kaplama Semineri, İstanbul.
- Güç A., Yapılarda Ekstrüde Polistren Isı Yalıtımı, İzolasyon Dünyası Dergisi, Sayı:52, S:30-31, 2005
- <http://www.izolasyon-bilgi.com/isi-izolasyonu> 'Duvarlarda Isı Geçisi Olan Yerler ve Bazı Önlemler'
- Ihm, P., Krarti, M., Design optimization of energy efficient residential buildings in Tunisia" Building and Environment, Volume 58, Pages 81-90, 2012
- İzoder (Isı, Ses ve Su İzolasyoncuları Derneği), T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı Denetim Kuruluşları Yalıtım Seminerleri,13 Mayıs-11 Haziran 2003
- İzocam Tic. San. A.Ş., Mineral Yünlerle Yalıtım, İzocam Diyalog Dergisi, Ekim-Kasım-Aralık 2003, S:2-3
- Karaca T., 'Ekstrüde Polistren Köpük Levhaların Dış Duvarlarda Kullanımı' Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi FBE, 2001, s. 14-37,56-64
- Mohsen, M.S., Akash, B.A., 2001., "Some prospects of energy savings in buildings", Energy conversion and management.

- Nagashzadeghan, M., Shirzadi M., "Building energy optimization using sequential search approach for different climates of Iran" International Journal of Renewable Energy Research, Vol 5, No 1, 2015
- Nussbaumer, T., "Wakili, K.G.,Tanner, C., 2006. "Experimental and numerical investigation of the thermal performance of a protected vacuum insulation system applied to a concrete wall", Applied Energy 83.
- Olgay, V.,1963. "Design With Climate-Bioclimatic Approach To Architectural Regionalism", Princeton University Press, New Jersey, s: 6-175
- Oral, G., Akşit, Ş.F., 2001. TS 825 Isı Yalıtım Yönetmeliği"nin Konutlarda Isı Korunumu Açısından Değerlendirilmesi. Tesisat Mühendisliği Dergisi, 14-18s.
- Sezer F., 'Metal Sandviç Panellerin Çatı ve Cephe Kaplama Malzemesi Olarak Yapıda Uygulanışı ve Görülen Uygulama Hataları' Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 10, Sayı 2, 2004
- Sezer, F., 2005. Türkiyede Isı Yalıtımının Gelişimi Ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtım Sistemleri. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi.
- Şen A.O., 'Binalarda Uygulanan Yalıtım Sistemleri Dünyada ve Türkiye'de Yalıtım' Yüksek Lisans Tezi., Sakarya Üniversitesi, FBE, Sakarya, Haziran-2006 , s.1-4,8-19,36-43
- Şen A.O., 2006. 'Binalarda Uygulanan Yalıtım Sistemleri Dünyada ve Türkiye'de Yalıtım' Yüksek Lisans Tezi., Sakarya Üniversitesi, FBE, Sakarya.
- Şengül D., 2005. Sayın B., Kaplan A. S., 'Isı Yalıtımının Yapılarda Uygulanmasının Gereklikliği ve Yalıtımdaki Uygulamaların Emniyet ve Ekonomi Açısından Değerlendirilmesi' İstanbul Üniversitesi Müh. Fak. İnşaat Mühendisliği.
- Şişman, N., 2005. Derece Gün Bölgeleri için Bina Dış Duvarlarında Farklı Yalıtım Malzemesi Ve Duvar Yapı Bileşenleri Kullanılması Halinde Ekonomik Analiz Yöntemi ile En İyi Yalıtım Kalınlığının Tespiti. Osmangazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- Tekel, E., Termik Santrallerin Enerji ve Ekserji Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli,(2006)
- 'terratherm-manto' Dış Cephe Isı Yalıtım Sistemleri Ürün Kataloğu, Arge İnşaat Mühendislik Yapı ve İzolasyon Malz. Ltd. Şti, 2006
- Tönük, S., 2001. "Bina Tasarımında Ekoloji", YTÜ Yayınları, Yayın No: Mf. Mim-01.005, YTÜ Basım-Yayın Merkezi, İstanbul, s: 4-105.

'Yalıtım' TMMOB Makine Mühendisleri Odası, MMO Yayın No: 2005/399, 2005,
s.7-15,19-37,81-104

Yılmaz, R. 'Betonarme Karkas Yapılarda Kolon ve Kirislerdeki Isı Kayıplarının
Önlenmesi' Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, 2006

Yılmaz Z., Oral K. G., 'Yapı Kabuğunda Isı Yalıtım Değerlerinin Yapı Formuna
Bağlı Olarak Beirlenmesi İçin Bir Yöntem Önerisi' Yapıda Yalıtım
Konferansı Bildiriler Kitabı MMO Yayını No: 213 , 1999, s.159-158



EKLER

EK A. Hesaplanan pencere/dış duvar alanı oranlarında cam, aksesuar ve çerçeve maliyetleri

EK B. Hesaplanan pencere/dış duvar alanı oranlarında tüm bina maliyetleri

EK C. Hesaplanan pencere/dış duvar alanı oranlarında toplam ısı kayıp değerleri



EK A. Hesaplanan pencere/dış duvar alanı oranlarında malzeme maliyetleri

Çizelge A.1. %30 oranında aksesuar ve çerçeve fiyatları listesi

En	Yükseklik	Alan	Doğr. Uz.	Pvc Doğr.	Ahşap Doğr.	Alü. Doğr.	Mermer	Aksesuar
1,33 m	1,50 m	1,995 m ²	11,32 m	226,40 ₺	566,00 ₺	362,24 ₺	66,50 ₺	35,00 ₺
2,00 m	1,50 m	3,000 m ²	13,50 m	270,00 ₺	675,00 ₺	432,00 ₺	100,00 ₺	35,00 ₺
2,00 m	1,50 m	3,000 m ²	13,50 m	270,00 ₺	675,00 ₺	432,00 ₺	100,00 ₺	35,00 ₺
1,20 m	1,50 m	1,800 m ²	10,80 m	216,00 ₺	540,00 ₺	345,60 ₺	60,00 ₺	35,00 ₺
1,93 m	1,50 m	2,895 m ²	13,29 m	265,80 ₺	664,50 ₺	425,28 ₺	96,50 ₺	35,00 ₺
2,06 m	1,50 m	3,090 m ²	13,68 m	273,60 ₺	684,00 ₺	437,76 ₺	103,00 ₺	35,00 ₺
0,90 m	2,10 m	1,890 m ²	12,00 m	240,00 ₺	600,00 ₺	384,00 ₺	45,00 ₺	35,00 ₺
2,50 m	2,00 m	5,000 m ²	9,00 m	180,00 ₺	450,00 ₺	288,00 ₺	125,00 ₺	0,00 ₺
2,50 m	2,00 m	5,000 m ²	9,00 m	180,00 ₺	450,00 ₺	288,00 ₺	125,00 ₺	0,00 ₺
2,50 m	2,00 m	5,000 m ²	9,00 m	180,00 ₺	450,00 ₺	288,00 ₺	125,00 ₺	0,00 ₺
2,50 m	2,00 m	5,000 m ²	9,00 m	180,00 ₺	450,00 ₺	288,00 ₺	125,00 ₺	0,00 ₺
1,98 m	2,00 m	3,960 m ²	7,96 m	159,20 ₺	398,00 ₺	254,72 ₺	99,00 ₺	0,00 ₺
1,98 m	2,00 m	3,960 m ²	7,96 m	159,20 ₺	398,00 ₺	254,72 ₺	99,00 ₺	0,00 ₺
3,35 m	2,00 m	6,700 m ²	10,70 m	214,00 ₺	535,00 ₺	342,40 ₺	167,50 ₺	0,00 ₺
		422,64 m ²	1887,04 m	37.740,80 ₺	94.352,00 ₺	60.385,28 ₺	13.151,00 ₺	4.900,00 ₺

Çizelge A.2. %30 oranında cam fiyatları listesi

En	Yükseklik	Tek Cam	4-12-4 Ç	4-16-4 Ç	4-12-4 ÇL	4-16-4 ÇL
1,33 m	1,50 m	28,51 ₺	117,71 ₺	124,29 ₺	159,60 ₺	166,42 ₺
2,00 m	1,50 m	42,87 ₺	177,00 ₺	186,90 ₺	240,00 ₺	250,26 ₺
2,00 m	1,50 m	42,87 ₺	177,00 ₺	186,90 ₺	240,00 ₺	250,26 ₺
1,20 m	1,50 m	25,72 ₺	106,20 ₺	112,14 ₺	144,00 ₺	150,16 ₺
1,93 m	1,50 m	41,37 ₺	170,81 ₺	180,36 ₺	231,60 ₺	241,50 ₺
2,06 m	1,50 m	44,16 ₺	182,31 ₺	192,51 ₺	247,20 ₺	257,77 ₺
0,90 m	2,10 m	27,01 ₺	111,51 ₺	117,75 ₺	151,20 ₺	157,66 ₺
2,50 m	2,00 m	71,45 ₺	295,00 ₺	311,50 ₺	400,00 ₺	417,10 ₺
2,50 m	2,00 m	71,45 ₺	295,00 ₺	311,50 ₺	400,00 ₺	417,10 ₺
2,50 m	2,00 m	71,45 ₺	295,00 ₺	311,50 ₺	400,00 ₺	417,10 ₺
2,50 m	2,00 m	71,45 ₺	295,00 ₺	311,50 ₺	400,00 ₺	417,10 ₺
1,98 m	2,00 m	56,59 ₺	233,64 ₺	246,71 ₺	316,80 ₺	330,34 ₺
1,98 m	2,00 m	56,59 ₺	233,64 ₺	246,71 ₺	316,80 ₺	330,34 ₺
3,35 m	2,00 m	95,74 ₺	395,30 ₺	417,41 ₺	536,00 ₺	558,91 ₺
		6.039,53 ₺	24.935,76 ₺	26.330,47 ₺	33.811,20 ₺	35.256,63 ₺

Çizelge A.3. %40 oranında aksesuar ve çerçeve fiyatları listesi

En	Yükseklik	Alan	Doğr. Uz.	Pvc Doğr.	Ahşap Doğr.	Alü. Doğr.	Mermer	Aksesuar
1,80 m	1,50 m	2,700 m ²	12,90 m	258,00 ₺	645,00 ₺	412,80 ₺	90,00 ₺	35,00 ₺
2,66 m	1,50 m	3,990 m ²	20,86 m	417,20 ₺	1.043,00 ₺	667,52 ₺	133,00 ₺	70,00 ₺
2,66 m	1,50 m	3,990 m ²	20,86 m	417,20 ₺	1.043,00 ₺	667,52 ₺	133,00 ₺	70,00 ₺
1,60 m	1,50 m	2,400 m ²	12,56 m	251,20 ₺	628,00 ₺	401,92 ₺	80,00 ₺	35,00 ₺
2,60 m	1,50 m	3,900 m ²	20,66 m	413,20 ₺	1.033,00 ₺	661,12 ₺	130,00 ₺	70,00 ₺
2,73 m	1,50 m	4,095 m ²	21,10 m	422,00 ₺	1.055,00 ₺	675,20 ₺	136,50 ₺	70,00 ₺
0,90 m	2,10 m	1,890 m ²	12,00 m	240,00 ₺	600,00 ₺	384,00 ₺	45,00 ₺	35,00 ₺
3,32 m	2,00 m	6,640 m ²	10,64 m	212,80 ₺	532,00 ₺	340,48 ₺	166,00 ₺	0,00 ₺
3,32 m	2,00 m	6,640 m ²	10,64 m	212,80 ₺	532,00 ₺	340,48 ₺	166,00 ₺	0,00 ₺
3,32 m	2,00 m	6,640 m ²	10,64 m	212,80 ₺	532,00 ₺	340,48 ₺	166,00 ₺	0,00 ₺
3,32 m	2,00 m	6,640 m ²	10,64 m	212,80 ₺	532,00 ₺	340,48 ₺	166,00 ₺	0,00 ₺
2,62 m	2,00 m	5,240 m ²	9,24 m	184,80 ₺	462,00 ₺	295,68 ₺	131,00 ₺	0,00 ₺
2,62 m	2,00 m	5,240 m ²	9,24 m	184,80 ₺	462,00 ₺	295,68 ₺	131,00 ₺	0,00 ₺
2,25 m	2,00 m	4,500 m ²	8,50 m	170,00 ₺	425,00 ₺	272,00 ₺	112,50 ₺	0,00 ₺
2,25 m	2,00 m	4,500 m ²	8,50 m	170,00 ₺	425,00 ₺	272,00 ₺	112,50 ₺	0,00 ₺
		551,38 m ²	2574,88 m	51.497,60 ₺	128.744,00 ₺	82.396,16 ₺	17.252,00 ₺	7.700,00 ₺

Çizelge A.4. %40 oranında cam fiyatları listesi

En	Yükseklik	Tek Cam	4-12-4 Ç	4-16-4 Ç	4-12-4 ÇL	4-16-4 ÇL
1,80 m	1,50 m	38,58 ₺	159,30 ₺	168,21 ₺	216,00 ₺	225,23 ₺
2,66 m	1,50 m	57,02 ₺	235,41 ₺	248,58 ₺	319,20 ₺	332,85 ₺
2,66 m	1,50 m	57,02 ₺	235,41 ₺	248,58 ₺	319,20 ₺	332,85 ₺
1,60 m	1,50 m	34,30 ₺	141,60 ₺	149,52 ₺	192,00 ₺	200,21 ₺
2,60 m	1,50 m	55,73 ₺	230,10 ₺	242,97 ₺	312,00 ₺	325,34 ₺
2,73 m	1,50 m	58,52 ₺	241,61 ₺	255,12 ₺	327,60 ₺	341,60 ₺
0,90 m	2,10 m	27,01 ₺	111,51 ₺	117,75 ₺	151,20 ₺	157,66 ₺
3,32 m	2,00 m	94,89 ₺	391,76 ₺	413,67 ₺	531,20 ₺	553,91 ₺
3,32 m	2,00 m	94,89 ₺	391,76 ₺	413,67 ₺	531,20 ₺	553,91 ₺
3,32 m	2,00 m	94,89 ₺	391,76 ₺	413,67 ₺	531,20 ₺	553,91 ₺
3,32 m	2,00 m	94,89 ₺	391,76 ₺	413,67 ₺	531,20 ₺	553,91 ₺
2,62 m	2,00 m	74,88 ₺	309,16 ₺	326,45 ₺	419,20 ₺	437,12 ₺
2,62 m	2,00 m	74,88 ₺	309,16 ₺	326,45 ₺	419,20 ₺	437,12 ₺
2,25 m	2,00 m	64,31 ₺	265,50 ₺	280,35 ₺	360,00 ₺	375,39 ₺
2,25 m	2,00 m	64,31 ₺	265,50 ₺	280,35 ₺	360,00 ₺	375,39 ₺
		7.879,22 ₺	32.531,42 ₺	34.350,97 ₺	44.110,40 ₺	45.996,12 ₺

Çizelge A.5. %50 oranında aksesuar ve çerçeve fiyatları listesi

En	Yükseklik	Alan	Doğr. Uz.	Pvc Doğr.	Ahşap Doğr.	Alü. Doğr.	Mermer	Aksesuar
1,70 m	2,00 m	3,400 m ²	15,80 m	316,00 ₺	790,00 ₺	505,60 ₺	85,00 ₺	35,00 ₺
2,50 m	2,00 m	5,000 m ²	24,82 m	496,40 ₺	1.241,00 ₺	794,24 ₺	125,00 ₺	70,00 ₺
2,50 m	2,00 m	5,000 m ²	24,82 m	496,40 ₺	1.241,00 ₺	794,24 ₺	125,00 ₺	70,00 ₺
1,50 m	2,00 m	3,000 m ²	15,00 m	300,00 ₺	750,00 ₺	480,00 ₺	75,00 ₺	35,00 ₺
2,45 m	2,00 m	4,900 m ²	24,61 m	492,20 ₺	1.230,50 ₺	787,52 ₺	122,50 ₺	70,00 ₺
2,55 m	2,00 m	5,100 m ²	25,05 m	501,00 ₺	1.252,50 ₺	801,60 ₺	127,50 ₺	70,00 ₺
0,90 m	2,10 m	1,890 m ²	12,00 m	240,00 ₺	600,00 ₺	384,00 ₺	45,00 ₺	35,00 ₺
4,15 m	2,00 m	8,300 m ²	12,30 m	246,00 ₺	615,00 ₺	393,60 ₺	207,50 ₺	0,00 ₺
4,15 m	2,00 m	8,300 m ²	12,30 m	246,00 ₺	615,00 ₺	393,60 ₺	207,50 ₺	0,00 ₺
4,15 m	2,00 m	8,300 m ²	12,30 m	246,00 ₺	615,00 ₺	393,60 ₺	207,50 ₺	0,00 ₺
4,15 m	2,00 m	8,300 m ²	12,30 m	246,00 ₺	615,00 ₺	393,60 ₺	207,50 ₺	0,00 ₺
3,27 m	2,00 m	6,540 m ²	10,54 m	210,80 ₺	527,00 ₺	337,28 ₺	163,50 ₺	0,00 ₺
3,27 m	2,00 m	6,540 m ²	10,54 m	210,80 ₺	527,00 ₺	337,28 ₺	163,50 ₺	0,00 ₺
2,80 m	2,00 m	5,600 m ²	9,60 m	192,00 ₺	480,00 ₺	307,20 ₺	140,00 ₺	0,00 ₺
2,80 m	2,00 m	5,600 m ²	9,60 m	192,00 ₺	480,00 ₺	307,20 ₺	140,00 ₺	0,00 ₺
		680,76 m ²	3020,96 m	60.419,20 ₺	151.048,00 ₺	96.670,72 ₺	16.974,00 ₺	7.700,00 ₺

Çizelge A.6. %50 oranında cam fiyatları listesi

En	Yükseklik	Tek Cam	4-12-4 Ç	4-16-4 Ç	4-12-4 ÇL	4-16-4 ÇL
1,70 m	2,00 m	48,59 ₺	200,60 ₺	211,82 ₺	272,00 ₺	283,63 ₺
2,50 m	2,00 m	71,45 ₺	295,00 ₺	311,50 ₺	400,00 ₺	417,10 ₺
2,50 m	2,00 m	71,45 ₺	295,00 ₺	311,50 ₺	400,00 ₺	417,10 ₺
1,50 m	2,00 m	42,87 ₺	177,00 ₺	186,90 ₺	240,00 ₺	250,26 ₺
2,45 m	2,00 m	70,02 ₺	289,10 ₺	305,27 ₺	392,00 ₺	408,76 ₺
2,55 m	2,00 m	72,88 ₺	300,90 ₺	317,73 ₺	408,00 ₺	425,44 ₺
0,90 m	2,10 m	27,01 ₺	111,51 ₺	117,75 ₺	151,20 ₺	157,66 ₺
4,15 m	2,00 m	118,61 ₺	489,70 ₺	517,09 ₺	664,00 ₺	692,39 ₺
4,15 m	2,00 m	118,61 ₺	489,70 ₺	517,09 ₺	664,00 ₺	692,39 ₺
4,15 m	2,00 m	118,61 ₺	489,70 ₺	517,09 ₺	664,00 ₺	692,39 ₺
4,15 m	2,00 m	118,61 ₺	489,70 ₺	517,09 ₺	664,00 ₺	692,39 ₺
3,27 m	2,00 m	93,46 ₺	385,86 ₺	407,44 ₺	523,20 ₺	545,57 ₺
3,27 m	2,00 m	93,46 ₺	385,86 ₺	407,44 ₺	523,20 ₺	545,57 ₺
2,80 m	2,00 m	80,02 ₺	330,40 ₺	348,88 ₺	448,00 ₺	467,15 ₺
2,80 m	2,00 m	80,02 ₺	330,40 ₺	348,88 ₺	448,00 ₺	467,15 ₺
		9.728,06 ₺	40.164,84 ₺	42.411,35 ₺	54.460,80 ₺	56.789,00 ₺

Çizelge A.7. %60 oranında aksesuar ve çerçeve fiyatları listesi

En	Yükseklik	Alan	Doğr. Uz.	Pvc Doğr.	Ahşap Doğr.	Alü. Doğr.	Mermer	Aksesuar
2,00 m	2,00 m	4,000 m ²	17,00 m	340,00 ₺	850,00 ₺	544,00 ₺	100,00 ₺	35,00 ₺
3,00 m	2,00 m	6,000 m ²	27,00 m	540,00 ₺	1.350,00 ₺	864,00 ₺	150,00 ₺	70,00 ₺
3,00 m	2,00 m	6,000 m ²	27,00 m	540,00 ₺	1.350,00 ₺	864,00 ₺	150,00 ₺	70,00 ₺
1,80 m	2,00 m	3,600 m ²	16,20 m	324,00 ₺	810,00 ₺	518,40 ₺	90,00 ₺	35,00 ₺
2,90 m	2,00 m	5,800 m ²	26,56 m	531,20 ₺	1.328,00 ₺	849,92 ₺	145,00 ₺	70,00 ₺
3,10 m	2,00 m	6,200 m ²	27,42 m	548,40 ₺	1.371,00 ₺	877,44 ₺	155,00 ₺	70,00 ₺
0,90 m	2,10 m	1,890 m ²	12,00 m	240,00 ₺	600,00 ₺	384,00 ₺	45,00 ₺	35,00 ₺
4,00 m	2,50 m	10,000 m ²	13,00 m	260,00 ₺	650,00 ₺	416,00 ₺	200,00 ₺	0,00 ₺
4,00 m	2,50 m	10,000 m ²	13,00 m	260,00 ₺	650,00 ₺	416,00 ₺	200,00 ₺	0,00 ₺
4,00 m	2,50 m	10,000 m ²	13,00 m	260,00 ₺	650,00 ₺	416,00 ₺	200,00 ₺	0,00 ₺
4,00 m	2,50 m	10,000 m ²	13,00 m	260,00 ₺	650,00 ₺	416,00 ₺	200,00 ₺	0,00 ₺
3,14 m	2,50 m	7,850 m ²	11,28 m	225,60 ₺	564,00 ₺	360,96 ₺	157,00 ₺	0,00 ₺
3,14 m	2,50 m	7,850 m ²	11,28 m	225,60 ₺	564,00 ₺	360,96 ₺	157,00 ₺	0,00 ₺
2,68 m	2,50 m	6,700 m ²	10,36 m	207,20 ₺	518,00 ₺	331,52 ₺	134,00 ₺	0,00 ₺
2,68 m	2,50 m	6,700 m ²	10,36 m	207,20 ₺	518,00 ₺	331,52 ₺	134,00 ₺	0,00 ₺
		808,00 m ²	3254,16 m	65.083,20 ₺	162.708,00 ₺	104.133,12 ₺	19.464,00 ₺	7.700,00 ₺

Çizelge A.8. %60 oranında cam fiyatları listesi

En	Yükseklik	Tek Cam	4-12-4 Ç	4-16-4 Ç	4-12-4 ÇL	4-16-4 ÇL
2,00 m	2,00 m	57,16 ₺	236,00 ₺	249,20 ₺	320,00 ₺	333,68 ₺
3,00 m	2,00 m	85,74 ₺	354,00 ₺	373,80 ₺	480,00 ₺	500,52 ₺
3,00 m	2,00 m	85,74 ₺	354,00 ₺	373,80 ₺	480,00 ₺	500,52 ₺
1,80 m	2,00 m	51,44 ₺	212,40 ₺	224,28 ₺	288,00 ₺	300,31 ₺
2,90 m	2,00 m	82,88 ₺	342,20 ₺	361,34 ₺	464,00 ₺	483,84 ₺
3,10 m	2,00 m	88,60 ₺	365,80 ₺	386,26 ₺	496,00 ₺	517,20 ₺
0,90 m	2,10 m	27,01 ₺	111,51 ₺	117,75 ₺	151,20 ₺	157,66 ₺
4,00 m	2,50 m	142,90 ₺	590,00 ₺	623,00 ₺	800,00 ₺	834,20 ₺
4,00 m	2,50 m	142,90 ₺	590,00 ₺	623,00 ₺	800,00 ₺	834,20 ₺
4,00 m	2,50 m	142,90 ₺	590,00 ₺	623,00 ₺	800,00 ₺	834,20 ₺
4,00 m	2,50 m	142,90 ₺	590,00 ₺	623,00 ₺	800,00 ₺	834,20 ₺
3,14 m	2,50 m	112,18 ₺	463,15 ₺	489,06 ₺	628,00 ₺	654,85 ₺
3,14 m	2,50 m	112,18 ₺	463,15 ₺	489,06 ₺	628,00 ₺	654,85 ₺
2,68 m	2,50 m	95,74 ₺	395,30 ₺	417,41 ₺	536,00 ₺	558,91 ₺
2,68 m	2,50 m	95,74 ₺	395,30 ₺	417,41 ₺	536,00 ₺	558,91 ₺
		11.546,32 ₺	47.672,00 ₺	50.338,40 ₺	64.640,00 ₺	67.403,36 ₺

EK B. Hesaplanan pencere/dış duvar alanı oranlarında tüm bina maliyetleri**Çizelge B.1. İzotuğla duvar ile tüm bina maliyeti listesi**

Çerçeve Tipi	Bileşen Tipleri	%30	%40	%50	%60
Ahşap	İzotuğla duvar + Tek Cam	195.896,33 ₺	228.531,42 ₺	244.528,26 ₺	252.493,12 ₺
	İzotuğla duvar + 4-12-4 Ç	214.792,56 ₺	253.183,62 ₺	274.965,04 ₺	288.618,80 ₺
	İzotuğla duvar + 4-16-4 Ç	216.187,27 ₺	255.003,17 ₺	277.211,55 ₺	291.285,20 ₺
	İzotuğla duvar + 4-12-4 ÇL	223.668,00 ₺	264.762,60 ₺	289.261,00 ₺	305.586,80 ₺
	İzotuğla duvar + 4-16-4 ÇL	225.113,43 ₺	266.648,32 ₺	291.589,20 ₺	308.350,16 ₺
Alüminyum	İzotuğla duvar + Tek Cam	159.789,75 ₺	182.277,18 ₺	190.150,98 ₺	193.918,24 ₺
	İzotuğla duvar + 4-12-4 Ç	178.685,98 ₺	206.929,38 ₺	220.587,76 ₺	230.043,92 ₺
	İzotuğla duvar + 4-16-4 Ç	180.080,69 ₺	208.748,93 ₺	222.834,27 ₺	232.710,32 ₺
	İzotuğla duvar + 4-12-4 ÇL	187.561,42 ₺	218.508,36 ₺	234.883,72 ₺	247.011,92 ₺
	İzotuğla duvar + 4-16-4 ÇL	189.006,85 ₺	220.394,08 ₺	237.211,92 ₺	249.775,28 ₺
PVC	İzotuğla duvar + Tek Cam	137.145,27 ₺	151.441,02 ₺	153.899,46 ₺	154.868,32 ₺
	İzotuğla duvar + 4-12-4 Ç	156.041,50 ₺	176.093,22 ₺	184.336,24 ₺	190.994,00 ₺
	İzotuğla duvar + 4-16-4 Ç	157.436,21 ₺	177.912,77 ₺	186.582,75 ₺	193.660,40 ₺
	İzotuğla duvar + 4-12-4 ÇL	164.916,94 ₺	187.672,20 ₺	198.632,20 ₺	207.962,00 ₺
	İzotuğla duvar + 4-16-4 ÇL	166.362,37 ₺	189.557,92 ₺	200.960,40 ₺	210.725,36 ₺

Çizelge B.2. BIMS duvar ile tüm bina maliyeti listesi

Çerçeve Tipi	Bileşen Tipleri	%30	%40	%50	%60
Ahşap	BIMS duvar + Tek Cam	180.142,49 ₺	216.381,21 ₺	233.849,10 ₺	243.260,68 ₺
	BIMS duvar + 4-12-4 Ç	199.038,72 ₺	241.033,41 ₺	264.285,88 ₺	279.386,36 ₺
	BIMS duvar + 4-16-4 Ç	200.433,43 ₺	242.852,96 ₺	266.532,39 ₺	282.052,76 ₺
	BIMS duvar + 4-12-4 ÇL	207.914,16 ₺	252.612,39 ₺	278.581,84 ₺	296.354,36 ₺
	BIMS duvar + 4-16-4 ÇL	209.359,59 ₺	254.498,11 ₺	280.910,04 ₺	299.117,72 ₺
Alüminyum	BIMS duvar + Tek Cam	146.175,77 ₺	170.126,97 ₺	179.471,82 ₺	184.685,80 ₺
	BIMS duvar + 4-12-4 Ç	165.072,00 ₺	194.779,17 ₺	209.908,60 ₺	220.811,48 ₺
	BIMS duvar + 4-16-4 Ç	166.466,71 ₺	196.598,72 ₺	212.155,11 ₺	223.477,88 ₺
	BIMS duvar + 4-12-4 ÇL	173.947,44 ₺	206.358,15 ₺	224.204,56 ₺	237.779,48 ₺
	BIMS duvar + 4-16-4 ÇL	175.392,87 ₺	208.243,87 ₺	226.532,76 ₺	240.542,84 ₺
PVC	BIMS duvar + Tek Cam	123.531,29 ₺	139.290,81 ₺	143.220,30 ₺	145.635,88 ₺
	BIMS duvar + 4-12-4 Ç	142.427,52 ₺	163.943,01 ₺	173.657,08 ₺	181.761,56 ₺
	BIMS duvar + 4-16-4 Ç	143.822,23 ₺	165.762,56 ₺	175.903,59 ₺	184.427,96 ₺
	BIMS duvar + 4-12-4 ÇL	151.302,96 ₺	175.521,99 ₺	187.953,04 ₺	198.729,56 ₺
	BIMS duvar + 4-16-4 ÇL	152.748,39 ₺	177.407,71 ₺	190.281,24 ₺	201.492,92 ₺

Çizelge B.3. Sandviç duvar ile tüm bina maliyeti listesi

Çerçeve Tipi	Bileşen Tipleri	%30	%40	%50	%60
Ahşap	Sandviç duvar + Tek Cam	197.611,97 ₺	231.972,37 ₺	247.552,61 ₺	255.107,76 ₺
	Sandviç duvar + 4-12-4 Ç	216.508,20 ₺	256.624,57 ₺	277.989,39 ₺	291.233,44 ₺
	Sandviç duvar + 4-16-4 Ç	217.902,91 ₺	258.444,12 ₺	280.235,90 ₺	293.899,84 ₺
	Sandviç duvar + 4-12-4 ÇL	225.383,64 ₺	268.203,55 ₺	292.285,35 ₺	308.201,44 ₺
	Sandviç duvar + 4-16-4 ÇL	226.829,07 ₺	270.089,27 ₺	294.613,55 ₺	310.964,80 ₺
Alüminyum	Sandviç duvar + Tek Cam	163.645,25 ₺	185.718,13 ₺	193.175,33 ₺	196.532,88 ₺
	Sandviç duvar + 4-12-4 Ç	182.541,48 ₺	210.370,33 ₺	223.612,11 ₺	232.658,56 ₺
	Sandviç duvar + 4-16-4 Ç	183.936,19 ₺	212.189,88 ₺	225.858,62 ₺	235.324,96 ₺
	Sandviç duvar + 4-12-4 ÇL	191.416,92 ₺	221.949,31 ₺	237.908,07 ₺	249.626,56 ₺
	Sandviç duvar + 4-16-4 ÇL	192.862,35 ₺	223.835,03 ₺	240.236,27 ₺	252.389,92 ₺
PVC	Sandviç duvar + Tek Cam	141.000,77 ₺	154.881,97 ₺	156.923,81 ₺	157.482,96 ₺
	Sandviç duvar + 4-12-4 Ç	159.897,00 ₺	179.534,17 ₺	187.360,59 ₺	193.608,64 ₺
	Sandviç duvar + 4-16-4 Ç	161.291,71 ₺	181.353,72 ₺	189.607,10 ₺	196.275,04 ₺
	Sandviç duvar + 4-12-4 ÇL	168.772,44 ₺	191.113,15 ₺	201.656,55 ₺	210.576,64 ₺
	Sandviç duvar + 4-16-4 ÇL	170.217,87 ₺	192.998,87 ₺	203.984,75 ₺	213.340,00 ₺

Çizelge B.4. Gazbeton duvar ile tüm bina maliyeti listesi

Çerçeve Tipi	Bileşen Tipleri	%30	%40	%50	%60
Ahşap	Gazbeton duvar + Tek Cam	187.865,46 ₺	223.273,81 ₺	239.907,20 ₺	248.498,08 ₺
	Gazbeton duvar + 4-12-4 Ç	206.761,69 ₺	247.926,01 ₺	270.343,98 ₺	284.623,76 ₺
	Gazbeton duvar + 4-16-4 Ç	208.156,40 ₺	249.745,56 ₺	272.590,49 ₺	287.290,16 ₺
	Gazbeton duvar + 4-12-4 ÇL	215.637,13 ₺	259.504,99 ₺	284.639,94 ₺	301.591,76 ₺
	Gazbeton duvar + 4-16-4 ÇL	217.082,56 ₺	261.390,71 ₺	286.968,14 ₺	304.355,12 ₺
Alüminyum	Gazbeton duvar + Tek Cam	153.898,74 ₺	177.019,57 ₺	185.529,92 ₺	189.923,20 ₺
	Gazbeton duvar + 4-12-4 Ç	172.794,97 ₺	201.671,77 ₺	215.966,70 ₺	226.048,88 ₺
	Gazbeton duvar + 4-16-4 Ç	174.189,68 ₺	203.491,32 ₺	218.213,21 ₺	228.715,28 ₺
	Gazbeton duvar + 4-12-4 ÇL	181.670,41 ₺	213.250,75 ₺	230.262,66 ₺	243.016,88 ₺
	Gazbeton duvar + 4-16-4 ÇL	183.115,84 ₺	215.136,47 ₺	232.590,86 ₺	245.780,24 ₺
PVC	Gazbeton duvar + Tek Cam	131.254,26 ₺	146.183,41 ₺	149.278,40 ₺	150.873,28 ₺
	Gazbeton duvar + 4-12-4 Ç	150.150,49 ₺	170.835,61 ₺	179.715,18 ₺	186.998,96 ₺
	Gazbeton duvar + 4-16-4 Ç	151.545,20 ₺	172.655,16 ₺	181.961,69 ₺	189.665,36 ₺
	Gazbeton duvar + 4-12-4 ÇL	159.025,93 ₺	182.414,59 ₺	194.011,14 ₺	203.966,96 ₺
	Gazbeton duvar + 4-16-4 ÇL	160.471,36 ₺	184.300,31 ₺	196.339,34 ₺	206.730,32 ₺

Çizelge B.5. Mantolama duvar ile tüm bina maliyeti listesi

Çerçeve Tipi	Bileşen Tipleri	%30	%40	%50	%60
Ahşap	Mantolama duvar + Tek Cam	199.707,35 ₺	233.842,46 ₺	249.196,28 ₺	256.528,76 ₺
	Mantolama duvar + 4-12-4 Ç	218.603,58 ₺	258.494,66 ₺	279.633,06 ₺	292.654,44 ₺
	Mantolama duvar + 4-16-4 Ç	219.998,29 ₺	260.314,21 ₺	281.879,57 ₺	295.320,84 ₺
	Mantolama duvar + 4-12-4 ÇL	227.479,02 ₺	270.073,64 ₺	293.929,02 ₺	309.622,44 ₺
	Mantolama duvar + 4-16-4 ÇL	228.924,45 ₺	271.959,36 ₺	296.257,22 ₺	312.385,80 ₺
Alüminyum	Mantolama duvar + Tek Cam	165.740,63 ₺	187.588,22 ₺	194.819,00 ₺	197.953,88 ₺
	Mantolama duvar + 4-12-4 Ç	184.636,86 ₺	212.240,42 ₺	225.255,78 ₺	234.079,56 ₺
	Mantolama duvar + 4-16-4 Ç	186.031,57 ₺	214.059,97 ₺	227.502,29 ₺	236.745,96 ₺
	Mantolama duvar + 4-12-4 ÇL	193.512,30 ₺	223.819,40 ₺	239.551,74 ₺	251.047,56 ₺
	Mantolama duvar + 4-16-4 ÇL	194.957,73 ₺	225.705,12 ₺	241.879,94 ₺	253.810,92 ₺
PVC	Mantolama duvar + Tek Cam	143.096,15 ₺	156.752,06 ₺	158.567,48 ₺	158.903,96 ₺
	Mantolama duvar + 4-12-4 Ç	161.992,38 ₺	181.404,26 ₺	189.004,26 ₺	195.029,64 ₺
	Mantolama duvar + 4-16-4 Ç	163.387,09 ₺	183.223,81 ₺	191.250,77 ₺	197.696,04 ₺
	Mantolama duvar + 4-12-4 ÇL	170.867,82 ₺	192.983,24 ₺	203.300,22 ₺	211.997,64 ₺
	Mantolama duvar + 4-16-4 ÇL	172.313,25 ₺	194.868,96 ₺	205.628,42 ₺	214.761,00 ₺

EK C. Hesaplanan pencere/dış duvar alanı oranlarında toplam ısı kaybı değerleri

Çizelge C.1. İzotuğla duvar ile tüm bina toplam ısı kaybı değerleri

Çerçeve Tipi	Bileşen Tipleri	%30	%40	%50	%60
Ahşap	İzotuğla duvar + Tek Cam	109923 W	132272 W	143892 W	157947 W
	İzotuğla duvar + 4-12-4 Ç	94601 W	111916 W	118466 W	127585 W
	İzotuğla duvar + 4-16-4 Ç	93120 W	109978 W	116065 W	124659 W
	İzotuğla duvar + 4-12-4 ÇL	88717 W	104145 W	108798 W	116038 W
	İzotuğla duvar + 4-16-4 ÇL	87264 W	102219 W	106390 W	113120 W
Alüminyum	İzotuğla duvar + Tek Cam	115819 W	140027 W	153572 W	169521 W
	İzotuğla duvar + 4-12-4 Ç	99649 W	118663 W	126925 W	137673 W
	İzotuğla duvar + 4-16-4 Ç	98920 W	117712 W	125738 W	136223 W
	İzotuğla duvar + 4-12-4 ÇL	94601 W	111916 W	118466 W	127585 W
	İzotuğla duvar + 4-16-4 ÇL	93120 W	109978 W	116065 W	124659 W
PVC	İzotuğla duvar + Tek Cam	110636 W	133219 W	145093 W	159376 W
	İzotuğla duvar + 4-12-4 Ç	94601 W	111916 W	118466 W	127585 W
	İzotuğla duvar + 4-16-4 Ç	93845 W	110887 W	117268 W	126109 W
	İzotuğla duvar + 4-12-4 ÇL	89442 W	105087 W	110004 W	117434 W
	İzotuğla duvar + 4-16-4 ÇL	87964 W	103145 W	107569 W	114542 W

Çizelge C.2. BIMS duvar ile tüm bina toplam ısı kaybı değerleri

Çerçeve Tipi	Bileşen Tipleri	%30	%40	%50	%60
Ahşap	BIMS duvar + Tek Cam	109495 W	131845 W	143474 W	157513 W
	BIMS duvar + 4-12-4 Ç	94186 W	109702 W	115999 W	125383 W
	BIMS duvar + 4-16-4 Ç	92691 W	109537 W	115644 W	124219 W
	BIMS duvar + 4-12-4 ÇL	88298 W	103724 W	108375 W	115615 W
	BIMS duvar + 4-16-4 ÇL	86840 W	101784 W	105967 W	112691 W
Alüminyum	BIMS duvar + Tek Cam	115399 W	139607 W	153143 W	169086 W
	BIMS duvar + 4-12-4 Ç	99213 W	118248 W	126497 W	137259 W
	BIMS duvar + 4-16-4 Ç	98500 W	117279 W	125314 W	135791 W
	BIMS duvar + 4-12-4 ÇL	94186 W	111475 W	118049 W	127169 W
	BIMS duvar + 4-16-4 ÇL	92691 W	109537 W	115644 W	124219 W
PVC	BIMS duvar + Tek Cam	110210 W	132791 W	144660 W	158953 W
	BIMS duvar + 4-12-4 Ç	94186 W	109702 W	115999 W	125383 W
	BIMS duvar + 4-16-4 Ç	93400 W	110458 W	116837 W	125685 W
	BIMS duvar + 4-12-4 ÇL	89007 W	104671 W	109579 W	117014 W
	BIMS duvar + 4-16-4 ÇL	87543 W	102713 W	107154 W	114117 W

Çizelge C.3. Sandviç duvar ile tüm bina toplam ısı kaybı değerleri

Çerçeve Tipi	Bileşen Tipleri	%30	%40	%50	%60
Ahşap	Sandviç duvar + Tek Cam	106437 W	128781 W	140401 W	154463 W
	Sandviç duvar + 4-12-4 Ç	91108 W	108415 W	115000 W	124110 W
	Sandviç duvar + 4-16-4 Ç	89642 W	106491 W	112574 W	121174 W
	Sandviç duvar + 4-12-4 ÇL	85242 W	100662 W	105323 W	112563 W
	Sandviç duvar + 4-16-4 ÇL	83792 W	98720 W	102915 W	109627 W
Alüminyum	Sandviç duvar + Tek Cam	112337 W	136550 W	150081 W	166035 W
	Sandviç duvar + 4-12-4 Ç	96171 W	115178 W	123455 W	134196 W
	Sandviç duvar + 4-16-4 Ç	95442 W	114236 W	122250 W	132736 W
	Sandviç duvar + 4-12-4 ÇL	91108 W	108415 W	115000 W	124110 W
	Sandviç duvar + 4-16-4 ÇL	89642 W	106491 W	112574 W	121174 W
PVC	Sandviç duvar + Tek Cam	107158 W	129739 W	141610 W	155903 W
	Sandviç duvar + 4-12-4 Ç	91108 W	108415 W	115000 W	124110 W
	Sandviç duvar + 4-16-4 Ç	90361 W	107407 W	113785 W	122632 W
	Sandviç duvar + 4-12-4 ÇL	85961 W	101625 W	106510 W	113948 W
	Sandviç duvar + 4-16-4 ÇL	84481 W	99663 W	104082 W	111067 W

Çizelge C.4. Gazbeton duvar ile tüm bina toplam ısı kaybı değerleri

Çerçeve Tipi	Bileşen Tipleri	%30	%40	%50	%60
Ahşap	Gazbeton duvar + Tek Cam	106443 W	128788 W	140408 W	154469 W
	Gazbeton duvar + 4-12-4 Ç	91114 W	108421 W	115006 W	124116 W
	Gazbeton duvar + 4-16-4 Ç	89648 W	106498 W	112581 W	121180 W
	Gazbeton duvar + 4-12-4 ÇL	85249 W	100668 W	105329 W	112570 W
	Gazbeton duvar + 4-16-4 ÇL	83798 W	98726 W	102922 W	109633 W
Alüminyum	Gazbeton duvar + Tek Cam	112344 W	136556 W	150087 W	166041 W
	Gazbeton duvar + 4-12-4 Ç	96177 W	115185 W	123461 W	134202 W
	Gazbeton duvar + 4-16-4 Ç	95449 W	114242 W	122257 W	132744 W
	Gazbeton duvar + 4-12-4 ÇL	91114 W	108421 W	115006 W	124116 W
	Gazbeton duvar + 4-16-4 ÇL	89648 W	106498 W	112581 W	121180 W
PVC	Gazbeton duvar + Tek Cam	107164 W	129745 W	141616 W	155909 W
	Gazbeton duvar + 4-12-4 Ç	91114 W	108421 W	115006 W	124116 W
	Gazbeton duvar + 4-16-4 Ç	90367 W	107413 W	113791 W	122638 W
	Gazbeton duvar + 4-12-4 ÇL	85968 W	101632 W	106516 W	113954 W
	Gazbeton duvar + 4-16-4 ÇL	84488 W	99670 W	104089 W	111073 W

Çizelge C.5. Mantolama duvar ile tüm bina toplam ısı kaybı değerleri

Çerçeve Tipi	Bileşen Tipleri	%30	%40	%50	%60
Ahşap	Mantolama duvar + Tek Cam	107009 W	129354 W	140991 W	155037 W
	Mantolama duvar + 4-12-4 Ç	91692 W	108997 W	115570 W	124692 W
	Mantolama duvar + 4-16-4 Ç	90216 W	107055 W	113171 W	121742 W
	Mantolama duvar + 4-12-4 ÇL	85819 W	101226 W	105895 W	113141 W
	Mantolama duvar + 4-16-4 ÇL	84362 W	99296 W	103496 W	110193 W
Alüminyum	Mantolama duvar + Tek Cam	112906 W	137120 W	150661 W	166603 W
	Mantolama duvar + 4-12-4 Ç	96735 W	115762 W	124021 W	134770 W
	Mantolama duvar + 4-16-4 Ç	96022 W	114804 W	122826 W	133310 W
	Mantolama duvar + 4-12-4 ÇL	91692 W	108997 W	115570 W	124692 W
	Mantolama duvar + 4-16-4 ÇL	90216 W	107055 W	113171 W	121742 W
PVC	Mantolama duvar + Tek Cam	107728 W	130315 W	142178 W	156479 W
	Mantolama duvar + 4-12-4 Ç	91692 W	108997 W	115570 W	124692 W
	Mantolama duvar + 4-16-4 Ç	90927 W	107981 W	114353 W	123210 W
	Mantolama duvar + 4-12-4 ÇL	86528 W	102198 W	107098 W	114534 W
	Mantolama duvar + 4-16-4 ÇL	85055 W	100242 W	104663 W	111637 W

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ersin KOÇ
Doğum Yeri ve Yılı : Antalya, 1981
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : ersin13@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Antalya Gazi Lisesi, 1998
Lisans : SDÜ, Müh. Mim. Fakültesi, Makine Mühendisliği, 2003

Mesleki Deneyim

ERMAK Mekanik Tes. Tsr. Pro. Ve Uyg. Ltd. Şti. 2007-

Yayınları

KOYUN, T. ve Koç, E., 2017, "Bir Binanın Değişken Cam ve Dış Duvar Tiplerine Göre Pencere/Duvar Alanı Oranlarının Bina Isı Kayıplarına Etkisi", Mühendis ve Makina, Cilt/Vol 58, Sayı/No 688, Temmuz-Eylül/July-September.