

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MODERN MİMARLIK DÖNEMİ KONUT BİNALARININ ENERJİ ETKİN  
İYİLEŞTİRİLMESİ: İSTANBUL BAĞDAT CADDESİ ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Yaprak Begüm TUNCEL**

**Mimarlık Anabilim Dalı**

**Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı**

**EKİM 2019**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MODERN MİMARLIK DÖNEMİ KONUT BİNALARININ ENERJİ ETKİN  
İYİLEŞTİRİLMESİ: İSTANBUL BAĞDAT CADDESİ ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Yaprak Begüm TUNCEL  
(502091536)**

**Mimarlık Anabilim Dalı**

**Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ecem EDİS**

**EKİM 2019**



İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502091536 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Yaprak Begüm Tuncel, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerinegetirdikten sonra hazırladığı “MODERN MİMARLIK DÖNEMİ KONUT BİNALARININ ENERJİ ETKİN İYİLEŞTİRİLMESİ: İSTANBUL BAĞDAT CADDESİ ÖRNEĞİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur..

**Tez Danışmanı :** **Doç. Dr. Ecem Edis** .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** **Prof. Dr. Aslıhan Ünlü Tavil** .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Dr. Öğr. Üye. Ece Kalaycıoğlu** .....  
Özyeğin Üniversitesi

**Teslim Tarihi** : 19 Eylül 2019  
**Savunma Tarihi** : 17 Ekim 2019





*Anneme,*





## ÖNSÖZ

Bu tezin kurgusunda ve geliştirilmesinde benden desteklerini esirgemeyen tez danışmanım Doç. Dr. Ecem Edis'e teşekkürü borç bilirim.

Ekim 2019

Yaprak Begüm Tuncel  
(Mimar)



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ .....	vii
İÇİNDEKİLER .....	ix
KISALTMALAR .....	xi
SEMBOLLER .....	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ .....	xv
ŞEKİL LİSTESİ .....	xviii
ÖZET .....	xviii
SUMMARY .....	xviii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Çalışmanın Amacı .....	2
1.2 Çalışmanın Kapsam ve Yöntemi .....	3
<b>2. MODERN MİMARLIK .....</b>	<b>7</b>
2.1 Modernizm ve Modern Mimarlık .....	7
2.2 Modern Mimarlık Mirası ve Koruma İlişkisi .....	10
2.2.1 Avrupa’da konut binalarının tarihsel gelişimi ve karakteristik özellikleri .....	13
2.3 Bağdat Caddesinin Tarihsel Gelişimi ve Modern Mimarlık Dönemi Konut Binalarının Özellikleri .....	15
<b>3. BİNALARIN ENERJİ ETKİN YENİLENMESİ .....</b>	<b>21</b>
3.1 Enerji Kavramı .....	21
3.2 Binaların İyileştirmesi Kavramı .....	24
3.3 Enerji Etkin Tasarım ve İyileştirme Çalışmalarını Etkileyen Parametreler .....	27
3.3.1 Kullanıcıya ilişkin parametreler .....	28
3.3.2 İklimle ilişkin parametreler .....	29
3.3.3 Binaya ilişkin değişkenler .....	30
3.4 Mevcut Bir Yapının Enerji Etkin İyileştirme Stratejileri .....	32
3.4.1 Binalarda yalıtım .....	34
3.4.1.1 Duvarlarda yalıtım .....	35
3.4.1.2 Çatılarda yalıtım .....	38
3.4.1.3 Döşemelerde yalıtım .....	39
3.4.2 Pencerelerin ısı performansının iyileştirilmesi .....	39
3.4.1 Gölgeleme bileşenleri ve güneş kontrolü .....	43
3.5 Tarihi Miras Değeri Olan Yapının Enerji Etkin İyileştirme Stratejileri .....	45
3.5.1 Tarihi İskoçya evleri iyileştirme vaka çalışması: Sword Caddesi Glasgow, 4 katlı bir apartman .....	46
3.5.2 Tarihi İskoçya evleri iyileştirme vaka çalışması: Newtongrange’deki kır evi .....	47
<b>4. MODERN MİMARLIK ÖRNEĞİ KONUT BİNALARINDA ENERJİ ETKİN İYİLEŞTİRME SEÇENEKLERİNİN ANALİZİ .....</b>	<b>51</b>
4.1 Çalışmanın Aşamaları .....	51

4.1.1 Alan çalışması ve kapsamı .....	51
4.1.2 Karşılaştırma Yapılacak Binalar ve Seçim Kriterleri .....	52
4.1.3. Enerji Etkin Yenileme Seçeneklerinin Belirlenmesi .....	54
4.1.3.1 Konum ve iklim bilgileri .....	55
4.1.3.2 Isıtma ve soğutma sistemlerine ilişkin kabuller .....	56
4.1.3.3 İç kazaçlara ve aydınlarma sistemlerine ilişkin kabuller .....	57
4.1.3.4 Saydam ve opak kabuk bileşenlerine ilişkin veri ve kabuller .....	58
4.1.3.5 Gölgeleme bileşenine ilişkin kabuller .....	62
4.2. Benzetim Bulguları ve Tartışma .....	63
4.2.1 A1 binası bulguları .....	63
4.2.1.1 Dış duvarları iyileştirme seçeneklerinin etkinliği .....	64
4.2.1.2 Pencere iyileştirme seçeneklerinin etkinliği .....	65
4.2.1.3 Gölgeleme bileşeni kullanım seçeneklerinin etkinliği .....	67
4.2.1.4 Duvar, pencere ve gölgeleme iyileştirmelerinin birlikte kullanılmasının verimliliği .....	68
4.2.2 A2 binası bulguları .....	69
4.2.2.1 Dış duvarları iyileştirme seçeneklerinin etkinliği .....	70
4.2.2.2 Pencere iyileştirme seçeneklerinin etkinliği .....	71
4.2.2.3 Gölgeleme bileşeni kullanım seçeneklerinin etkinliği .....	72
4.2.2.4 Duvar ve pencere iyileştirmelerinin birlikte kullanılmasının verimliliği .....	74
4.2.3 A3 binası bulguları .....	75
4.2.3.1 Dış duvarları iyileştirme seçeneklerinin etkinliği .....	77
4.2.3.2 Pencere iyileştirme seçeneklerinin etkinliği .....	77
4.2.3.3 Gölgeleme bileşeni kullanım seçeneklerinin etkinliği .....	78
4.2.3.4 Duvar ve pencere iyileştirmelerinin birlikte kullanılmasının verimliliği .....	79
4.2.4 B1 binası bulguları .....	80
4.2.4.1 Dış Duvarları İyileştirme Seçeneklerinin Etkinliği .....	81
4.2.4.2 Pencere İyileştirme Seçeneklerinin Etkinliği .....	82
4.2.4.3 Gölgeleme Bileşeni Kullanım Seçeneklerinin Etkinliği .....	83
4.2.2.4 Duvar, pencere ve gölgeleme iyileştirmelerinin birlikte kullanılmasının verimliliği .....	85
4.2.5 B2 binası bulguları .....	86
4.2.5.1 Dış Duvarları İyileştirme Seçeneklerinin Etkinliği .....	87
4.2.5.2 Pencere İyileştirme Seçeneklerinin Etkinliği .....	88
4.2.5.3 Gölgeleme Bileşeni Kullanım Seçeneklerinin Etkinliği .....	89
4.4.2.4 Duvar ve pencere iyileştirmelerinin birlikte kullanılmasının verimliliği .....	91
4.2.6 Tüm binaların iyileştirme sonuçlarının karşılaştırılması ve değerlendirilmesi .....	92
4.2.7 İyileştirme önerilerinin hacim ve daire ölçeğinde etkinliğinin değerlendirilmesi .....	96
4.2.7.1 A1 binası- hacim ölçeğinde karşılaştırma .....	97
4.2.7.2 A1 binası -daire ölçeğinde karşılaştırma .....	101
4.2.7.3 A3 binası -hacim ölçeğinde karşılaştırma .....	106
4.2.7.4 A3 binası -daire ölçeğinde karşılaştırma .....	111
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>117</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>121</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>125</b>

## KISALTMALAR

<b>BEP-TR</b>	: Bina Enerji Performansı Türkiye Ulusal Hesap Modeli
<b>BREEAM</b>	: Building Research Establishment Environmental Assessment Method
<b>CIAM</b>	: Uluslararası Modern Mimari Kongresi
<b>EPC</b>	: Energy Performance Certificate
<b>EPS</b>	: Genleştirilmiş Polistren Köpük
<b>GHG</b>	: Greenhouse Gas (Seragazı)
<b>LEED</b>	: Leadership in Energy and Environmental Design
<b>PVC</b>	: Polivinil Klorür
<b>SHGC</b>	: Solar Heat Gain Coefficient (Güneş Isı Kazanç Katsayısı)
<b>TÜİK</b>	: Türkiye İstatistik Kurumu
<b>TS825</b>	: 825 Numaralı Türk Standardı
<b>U</b>	: Toplam Isı Geçirme Katsayısı (W/m <sup>2</sup> K)
<b>U<sub>D</sub></b>	: Duvarın Toplam Isı Geçirme Katsayısı (W/m <sup>2</sup> K)
<b>U<sub>do</sub></b>	: Doğramanın Toplam Isı Geçirme Katsayısı (W/m <sup>2</sup> K)
<b>U<sub>D</sub></b>	: Toplam Isı Geçirme Katsayısı (W/m <sup>2</sup> K)
<b>U<sub>p</sub></b>	: Pencerenin Toplam Isı Geçirme Katsayısı (W/m <sup>2</sup> K)
<b>U<sub>T</sub></b>	: Tavanın Toplam Isı Geçirme Katsayısı (W/m <sup>2</sup> K)
<b>U<sub>t</sub></b>	: Tabanın Toplam Isı Geçirme Katsayısı (W/m <sup>2</sup> K)
<b>VT</b>	: Görünür ışık geçirgenliği
<b>XPS</b>	: Haddelenmiş Polistren Köpük



## **SEMBOLLER**

<b>°C</b>	: Santigrat derece
<b>CO<sub>2</sub></b>	: Karbondioksit
<b>kWh</b>	: Kilowatt saat
<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	: Birim m <sup>2</sup> 'ye düşen Kilowatt saat
<b>W</b>	: Watt







## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 1.1: Simülasyon programları karşılaştırma .....	5
Çizelge 2.1: Avrupa’da konut binalarının tarihsel gelişimi .....	14
Çizelge 3.1: Enerji etkin iyileştirmede başlıca problemler .....	32
Çizelge 3.2: Bölgelere göre en fazla değer kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri .....	36
Çizelge 3.3: Duvarlarda içten ve dıştan yalıtımın karşılaştırılması.....	37
Çizelge 4.1: Seçilen binalar ve genel özellikleri .....	53
Çizelge 4.2: Seçilen binaların kat sayısı ve boyutlarına göre incelenmesi .....	54
Çizelge 4.3: Binaların ısıtma, soğutma, havalandırma ve sıcak su sistemi özellikleri .....	56
Çizelge 4.4: İstanbul ortalama hane halkı sayısı .....	57
Çizelge 4.5: İç kazançlar için kabuller .....	57
Çizelge 4.6: Mekan konfor koşullarına göre aydınlatma güçleri .....	58
Çizelge 4.7: TS825’te belirtilen duvar malzemeleri ve ısı iletkenlik değerleri .....	58
Çizelge 4.8: Duvarlara yapılan müdahaleler ve ısı geçirgenlik katsayıları.....	59
Çizelge 4.9: Saydam bileşenlere yapılan müdahaleler ve özellikleri.....	59
Çizelge 4.10: Cam seçiminde kullanılmak üzere hazırlanmış pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı .....	60
Çizelge 4.11: Çerçeve ve cam özelliklerine bağlı saydam bileşen ısı geçirgenlik katsayısı .....	61
Çizelge 4.12: Pencere tiplerine göre ısı geçirgenlik katsayıları .....	61
Çizelge 4.13: A1 Binası duvar iyileştirme müdahaleleri .....	64
Çizelge 4.14: A1 Binası pencere iyileştirme müdahaleleri .....	66
Çizelge 4.15: A1 Binası gölgeleme bileşeni kullanım müdahaleleri .....	67
Çizelge 4.16: A1 Binası iyileştirme müdahaleleri ve iyileştirme oranları .....	69
Çizelge 4.17: A2 Binası duvar iyileştirme müdahaleleri .....	70
Çizelge 4.18: A1 Binası pencere iyileştirme müdahaleleri .....	71
Çizelge 4.19: A2 Binası gölgeleme bileşeni kullanım müdahaleleri .....	73
Çizelge 4.20: A2 Binası verimli iyileştirme müdahaleleri ve iyileştirme oranları.....	75
Çizelge 4.21: A3 Binası duvar iyileştirme müdahaleleri .....	76
Çizelge 4.22: A3 Binası pencere iyileştirme müdahaleleri .....	77
Çizelge 4.23: A3 Binası gölgeleme bileşeni kullanım müdahaleleri .....	78
Çizelge 4.24: A3 binası verimli iyileştirme müdahaleleri ve iyileştirme oranları .....	80

<b>Çizelge 4.25:</b> B1 Binası duvar iyileştirme müdahaleleri.....	81
<b>Çizelge 4.26:</b> B1 Binası pencere iyileştirme müdahaleleri .....	82
<b>Çizelge 4.27:</b> B1 Binası gölgeleme bileşeni kullanım müdahaleleri.....	84
<b>Çizelge 4.28:</b> B1 Binası iyileştirme müdahaleleri ve iyileştirme oranları.....	86
<b>Çizelge 4.29:</b> B2 Binası duvar iyileştirme müdahaleleri.....	87
<b>Çizelge 4.30:</b> B2 Binası pencere iyileştirme müdahaleleri .....	88
<b>Çizelge 4.31:</b> B2 Binası gölgeleme bileşeni kullanım müdahaleleri.....	90
<b>Çizelge 4.32:</b> B2 Binası verimli iyileştirme müdahaleleri ve iyileştirme oranları .....	92
<b>Çizelge 4.33:</b> Binalarda uygulanan duvar müdahaleleri ve ısıtma yükü iyileşme oranları.....	93
<b>Çizelge 4.34:</b> Binalarda uygulanan duvar müdahaleleri ve soğutma yükü iyileşme oranları.....	94
<b>Çizelge 4.35:</b> Binalarda uygulanan pencere müdahaleleri ve ısıtma yükü İyileşme oranları .....	95
<b>Çizelge 4.36:</b> Binalarda uygulanan pencere müdahaleleri ve soğutma yükü iyileşme oranları.....	95
<b>Çizelge 4.37:</b> Binalarda uygulanan gölgeleme müdahaleleri ve ısıtma yükü iyileşme oranları.....	95
<b>Çizelge 4.38:</b> Binalarda uygulanan gölgeleme müdahaleleri ve soğutma yükü iyileşme oranları.....	96
<b>Çizelge 4.39:</b> Binalarda uygulanan bütünsel müdahaleler ve iyileşme oranları.....	96
<b>Çizelge 4.40:</b> A1 Binası salon hacimlerine uygulanan duvar müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü .....	98
<b>Çizelge 4.41:</b> A1 Binası salon hacimlerine uygulanan duvar müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü.....	99
<b>Çizelge 4.42:</b> A1 Binası salon hacimlerine uygulanan pencere müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü .....	100
<b>Çizelge 4.43:</b> A1 Binası salon hacimlerine uygulanan pencere müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü.....	100
<b>Çizelge 4.44:</b> A1 Binası salon hacimlerine uygulanan gölgeleme müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü .....	101
<b>Çizelge 4.45:</b> A1 Binası salon hacimlerine uygulanan gölgeleme müdahaleleri dizayn soğutma yükü .....	101
<b>Çizelge 4.46:</b> A1 Binası daire hacimlerine uygulanan duvar müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü .....	103
<b>Çizelge 4.47:</b> A1 Binası daire hacimlerine uygulanan duvar müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü.....	103
<b>Çizelge 4.48:</b> A1 Binası daire hacimlerine uygulanan pencere müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü .....	104
<b>Çizelge 4.49:</b> A1 Binası daire hacimlerine uygulanan pencere müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü.....	104
<b>Çizelge 4.50:</b> A1 Binası daire hacimlerine uygulanan gölgeleme müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü .....	105
<b>Çizelge 4.51:</b> A1 Binası daire hacimlerine uygulanan gölgeleme müdahaleleri dizayn soğutma yükü .....	105
<b>Çizelge 4.52:</b> A1 Binası verimli müdahalelerde bina-daire-oda ölçüğünde m <sup>2</sup> başına elde edilen dizayn ısıtma ve soğutma iyileşmesi .....	106
<b>Çizelge 4.53:</b> A3 Binası salon hacimlerine uygulanan duvar müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü .....	108
<b>Çizelge 4.54:</b> A3 Binası salon hacimlerine uygulanan duvar müdahaleleri	

ve dizayn soğutma yükü .....	108
<b>Çizelge 4.55:</b> A3 Binası salon hacimlerine uygulanan pencere müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü .....	109
<b>Çizelge 4.56:</b> A3 Binası salon hacimlerine uygulanan pencere müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü .....	110
<b>Çizelge 4.57:</b> A3 Binası salon hacimlerine uygulanan gölgeleme müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü .....	111
<b>Çizelge 4.58:</b> A3 Binası salon hacimlerine uygulanan gölgeleme müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü .....	112
<b>Çizelge 4.59:</b> A3 Binası daire hacimlerine uygulanan duvar müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü .....	113
<b>Çizelge 4.60:</b> A3 Binası daire hacimlerine uygulanan duvar müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü .....	113
<b>Çizelge 4.61:</b> A3 Binası daire hacimlerine uygulanan pencere müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü .....	114
<b>Çizelge 4.62:</b> A3 Binası daire hacimlerine uygulanan pencere müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü .....	114
<b>Çizelge 4.63:</b> A3 Binası daire hacimlerine uygulanan gölgeleme müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü .....	115
<b>Çizelge 4.64:</b> A3 Binası daire hacimlerine uygulanan gölgeleme müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü .....	115
<b>Çizelge 4.65:</b> A3 Binası tüm bina-daire-oda ölçeğinde ısıtılan m <sup>2</sup> başına düşen dizayn ısıtma ve soğutma yükü iyileşmesi .....	116
<b>Çizelge 5.1:</b> A1 ve A3 Binası, tüm bina-daire-oda ölçeğinde ısıtılan m <sup>2</sup> düşen dizayn ısıtma ve soğutma yükü iyileşmesi.....	118



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1 : Alan Çalışması sınırları .....	4
Şekil 2.1 : Bauhaus, Walter Gropius .....	8
Şekil 2.2 : Villa Savoye .....	9
Şekil 2.3 : Docomomo Misyonu .....	12
Şekil 2.4 : Bağdat Caddesi Suadiye’de bulunan bir köşk.....	15
Şekil 2.5 : Bağdat Caddesi Suadiye’de bulunan bir apartman.....	16
Şekil 2.6 : Bağdat Caddesi Suadiye’de bulunan bir apartman, geniş cam yüzeyler..	17
Şekil 2.7 : Bağdat Caddesi Suadiye’de bulunan bir apartman, cephedeki çiçeklikler .....	18
Şekil 2.8 : Bağdat Caddesi Suadiye’de bulunan bir apartman, cadde cephesindeki balkonlar .....	18
Şekil 2.9 : Bağdat Caddesi Suadiye’de bulunan bir apartman, cadde cephesindeki traverten kaplamalar .....	19
Şekil 3.1 : Yıllara göre artan enerji ihtiyaçları .....	22
Şekil 3.2 : Kullanma amacına göre tamamen veya kısmen biten yeni ve ilave yapılar (yeni sınıflama) .....	23
Şekil 3.3 : Avrupa’da konut bina stoğunun yaşları.....	24
Şekil 3.4 : Binalara müdahale seviyeleri .....	Error! Bookmark not defined.
Şekil 3.5 : Koppen-Geiger iklim değişimleri, Avrupa haritası.....	29
Şekil 3.6 : Türkiye’de 5 farklı iklimsel karakterin hakim olduğunu gösteren harita	30
Şekil 3.7 : İyileştirme stratejileri şematik gösterimi .....	33
Şekil 3.8 : Ekleme-Dış (Add-On) Stratejisi.....	34
Şekil 3.9 : Enerji etkin iyileştirmede binalarda ısı kaybı .....	Error! Bookmark not defined.
Şekil 3.10 : Çatılarda Yalıtım .....	39
Şekil 3.11 : Koningvrouwen Binası, Amsterdam .....	42
Şekil 3.12 : Bina dışı (sabit) gölgeleme araçları.....	43
Şekil 3.13 : Bina içi (hareketli) gölgeleme araçları a (stor perde) b (jaluzi) .....	43
Şekil 3.14 : Orta Avrupa kış ve yaz mevsimlerindeki güneş açısı ile bina- gölgelemele aracı ilişkisi .....	44
Şekil 3.15 : İskoçya’da büyük ve eski bir apartman.....	46
Şekil 3.16 : İskoçya Newtongrange’deki kır evi .....	48
Şekil 3.17 : İskoçya Newtongrange’deki Kır Evinde Pencere İyileştirmesi .....	49
Şekil 3.18 : İskoçya Newtongrange’deki Kır Evinde Çatı İyileştirmesi.....	49
Şekil 4.1 : Alan genelinde belgeleme çalışması .....	52
Şekil 4.2 : Konum bilgisi için veri girişi .....	55
Şekil 4.3 : Isıtma ve soğutma sıcaklıkları veri girişi .....	56
Şekil 4.4 : İyileştirme önerisi için seçilen camlar ve özellikleri.....	62
Şekil 4.5 : A1 Binası 3 boyutlu modeli.....	64
Şekil 4.6 : A1 Binası farklı duvar iyileştirmelerine bağlı m <sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri.....	65
Şekil 4.7 : A1 Binası farklı pencere iyileştirmelerine bağlı m <sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri.....	66

Şekil 4.8 : A1 Binası farklı gölgeleme bileşeni kullanımlarına bağlı m <sup>2</sup> başına gereken toplam iklimlendirme enerjisi değerleri .....	68
Şekil 4.9 : A1 Binası bütünsel iyileştirmesine bağlı m <sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri.....	69
Şekil 4.10 : A2 Binası 3 boyutlu modeli.....	70
Şekil 4.11 : A2 Binası farklı duvar iyileştirmelerine bağlı m <sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri .....	71
Şekil 4.12 : A2 Binası farklı pencere iyileştirmelerine bağlı m <sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri .....	72
Şekil 4.13 : A2 Binası farklı gölgeleme bileşeni kullanımlarına bağlı m <sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri .....	73
Şekil 4.14 : A2 Binası bütünsel iyileştirme sonucu m <sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri.....	74
Şekil 4.15 : A3 Binası 3 boyutlu modeli.....	75
Şekil 4.16 : A3 Binası farklı duvar iyileştirmelerine bağlı m <sup>2</sup> başına gereken toplam enerji değeri .....	76
Şekil 4.17 : A3 Binası farklı pencere iyileştirmelerine bağlı m <sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri .....	78
Şekil 4.18 : A3 Binası farklı gölgeleme bileşeni kullanımlarına bağlı m <sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri .....	79
Şekil 4.19 : A3 Binası bütünsel iyileştirme sonucu m <sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri.....	80
Şekil 4.20 : B1 Binası 3 boyutlu modeli.....	81
Şekil 4.21 : B1 Binası farklı duvar iyileştirmelerine bağlı m <sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri .....	82
Şekil 4.22 : B1 Binası farklı pencere iyileştirmelerine bağlı m <sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri .....	83
Şekil 4.23 : B1 Binası farklı gölgeleme bileşeni kullanımlarına bağlı m <sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri .....	84
Şekil 4.24 :B1 Binası bütünsel iyileştirme sonucu m <sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri.....	85
Şekil 4.25 : B2 Binası 3 boyutlu modeli.....	87
Şekil 4.26 : B2 Binası farklı duvar iyileştirmelerine bağlı m <sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri .....	88
Şekil 4.27 : B2 Binası farklı pencere iyileştirmelerine bağlı m <sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri .....	89
Şekil 4.28 : B2 Binası farklı gölgeleme bileşeni kullanımlarına bağlı m <sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri .....	90
Şekil 4.29 : B2 Binası bütünsel iyileştirme sonucu m <sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri.....	91
Şekil 4.30 : A1 Binası 2. Kat (ara kat), zonlara bölünmüş plan .....	97
Şekil 4.31 : A1 Binası 3. Kat (ara kat), zonlara bölünmüş plan .....	102
Şekil 4.32 : A3 Binası 2.Kat (ara kat) Planı.....	107
Şekil 4.33 : A3 Binası 3. Kat (ara kat) Planı ve karşılaştırılan daireler.....	112
Şekil 5.1 : A grubu binalarının formları .....	117

## MODERN MİMARLIK DÖNEMİ KONUT BİNALARININ ENERJİ ETKİN İYİLEŞTİRMESİ: İSTANBUL BAĞDAT CADDESİ ÖRNEĞİ

### ÖZET

Modern Mimarlık Mirası yapıları tasarlandıkları ve inşa edildikleri döneme ait teknik, estetik, kültürel, ekonomik ve sosyal yansımaları barındığı için korunmaları gerekmektedir.

Bağdat Caddesi üzerinde yer alan, yapım yılı 1960-1980 olan Modern Mimarlık Dönemi'ne ait çok katlı konut örnekleri tadilat gereksinimleri, yeni doğan ihtiyaçlar, rant ve kentsel dönüşüm yasası teşviğiyle birlikte yıkılmaktadırlar. Yıkılan binalar yerine yapılan binalara büyüklük, yükseklik ve araziye yerleşim açısından farklılıklar taşımaktadırlar. Bu dönüşümle birlikte işlevleri, malzeme kullanımları, cephe bütünlükleri açısından Bağdat Caddesi'nin mimari kimliği değişime uğramaktadır.

Bağdat Caddesi İstanbul'un önemli ticaret alanlarından biridir. Aynı zamanda yoğun konut yerleşiminin bulunduğu bölgelerden bir tanesidir. Modern Mimarlık Konut örneklerinin yer almasıyla birlikte cadde üzeri ve çevresinde benzer bir dil oluşmuş; kentin, özellikle bağlı olduğu ilçe Kadıköy'ün önemli değerlerinden biri haline gelmiştir.

Enerji , endüstrileşme ve teknolojinin gelişimiyle birlikte “bina üretimi”nde de çok önemli bir rol kazanmıştır. Binalar hem yapımları sırasında hem de varlıkları süresince enerji tüketiminde ilk sıralarda yer almaktadırlar. Enerji tasarrufunun etkili olduğu alanlardan bir tanesi “Binalar ve Bina Üretimi”dir. Yeni yapılan binalarda yapının enerji kimliği tasarım kriterlerinden biri haline gelmiştir. Mevcut binanın enerji etkinliğine katkı ise çeşitli iyileştirmeler ile sağlanmaktadır. İyileştirme, yapı elemanı bazında ele alınabileceği gibi bütünsel bir yaklaşımla tüm binayı dikkate alarak da sağlanabilir.

Bu çalışmada; İstanbul Bağdat Caddesi'nde bulunan Modern Mimarlık Konut örneklerine yönelik olarak enerji etkin iyileştirme stratejileri değerlendirilmiştir. “Tehdit Altındaki Modern Mimarlık Mirası: Bağdat Caddesi Örneği” (Salman, Bilgili, & Pulat, 2015) başlıklı çalışma incelenebilecek binaların belirlenmesinde tezin ana kaynağını oluşturmaktadır.

İyileştirme stratejilerinin belirlenmesinde binaların mimari özelliklerini kaybetmemeleri dikkate alınmış; iyileştirme alternatifleri simülasyon programları aracılığıyla analiz edilmiştir. Analiz edilen binaları karşılaştırma yöntemiyle “Enerji Etkin İyileştirme” ve “Modern Mimarlık” alanları beraber ele alınarak, olumlu/olumsuz sonuçları incelenerek yorumlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Modern Mimarlık, Bağdat Caddesi, Konut, Enerji Etkin, İyileştirme





# **ENERGY EFFICIENT REFURBISHMENT OF MODERN PERIOD ARCHITECTURE RESIDENTIAL BUILDINGS: EXAMPLE OF BAGDAT STREET**

## **SUMMARY**

Modern Architecture Heritage buildings must be protected; because they have technical, aesthetic, cultural, economic and social reflections of the period they were designed and built.

The residential buildings of Modern Architecture Period, which were built on Bağdat Street between 1960-1980, are being demolished with the necessity of renovation requirements, new born needs, rent and urban transformation law. The buildings, which were built in place of the demolished buildings, differ in terms of size, height and land placement. With this transformation, the architectural identity of Bağdat Street is being changed in terms of its functions, material usage and façade integrity.

Bagdat Street is one of the important trade areas of Istanbul. It is also one of the regions where residential buildings are located intensively. Modern Architecture with the presence of modern architecture period housing examples, a similar language was formed on and around the street; and the street has become one of the important values of the city and Kadıköy.

Energy, with the developments in industrialization and technology has gained a very important role in “Building Production” as well. Buildings are one of the top levels in energy consumption both during construction and during their existence. One of the areas where energy saving is effective is building and its production. In the new buildings, the energy efficiency of the building has become one of the design criteria. The positive contribution to the energy efficiency of the existing building is provided by refurbishment. Refurbishment can be handled on the basis of the building elements or can be provided considering all building systems with a holistic approach.

In this study; energy efficient refurbishment strategies were proposed and evaluated for the Modern Architecture Period Residential examples which are located in Istanbul Bagdat Street. The study titled “Modern Architecture Heritage under Threat: The Case of Bağdat Street” (Salman, Bilgili, & Pulat, 2015) is the main source of the thesis in determining the buildings that will be examined. In the development of refurbishment proposals, protection of the architectural features had been taken into account, and the energy efficiency of refurbishment alternatives were analyzed by simulation programs. The fields of “Energy Efficient Improvement ”and“ Modern Architecture” were analyzed together to put forward positive/ negative results.

The thesis consists of 3 main chapters. Firstly, Modern Architecture which constitutes the main fiction of the thesis is discussed. In this section, the architectural features of the buildings of the period and the pioneers of this movement are mentioned. The necessity to conserve the Heritage of Modern Architecture is explained with reasons.

In addition, the characteristic features and needs of buildings in Europe, which has a dense stock of modern buildings, were examined and the need for protection was underlined. In this context, the building characteristic structures of Bağdat Street residential buildings proposed for protection were examined and the characteristics of the buildings to be conserved were specified.

Another important main part of the thesis is “Enerji Energy Efficient Refurbishment of Buildings ”. In this section, the concept of energy efficiency in buildings is discussed and its importance is emphasized. The parameters that affect the energy efficient design and refurbishment of buildings are specified. Since the study content covers the existing buildings, the options for the improvement of the existing buildings have been proposed as insulation in walls, floors and roofs, increasing the thermal performance of windows and adding shading components. In addition, historical Scotland Houses case studies were examined in order to show how the buildings with historical heritage value were handled in different studies.

In the fourth section, in order to illustrate the efficiencies of energy efficient improvement solutions that can be applied in residential buildings such as Modern Architecture, improvement solutions proposed for multi-storey residential buildings proposed for registration on Bagdat Street are explained and discussed. The contribution to the energy efficiency of buildings through interventions to the building envelope is expressed in percentages. In addition to the individual evaluation of the buildings selected for the review, all buildings were compared in-house. The zone-based improvements for cost control were also examined and a contribution to building energy efficiency was discussed.

The buildings are classified according to the façade direction, façade length, ground floor area, façade stone cladding and transparency ratio. There are 5 proposed units for protection on Bagdat Street. Building session area and façade lengths selected similar buildings; A and B. Different interventions on the walls and windows of the modeled buildings were tested separately and the most effective refurbishment options were investigated. Within the scope of the improvement, the present state of the building, the individual upgraded version of each element and the improved version of all elements are simulated. Improvement options have been proposed in 3 different elements: wall, window and shading component. Primarily the whole building is analyzed. In order to show that partial refurbishment interventions will also benefit in energy efficient refurbishment studies, zone and apartment scale applications have been proposed. A1 and A3 buildings were selected for zone and apartment analysis; refurbishment options were applied to the halls of the 2nd floor facing the front, then to the 3rd floor apartments.

As a result of the analysis, it has been seen that wall insulation reduces heating loads significantly. Increasing the thermal performance of the windows has been effective in reducing both heating and cooling loads. It has been concluded that the use of shading component should be handled with different control methods in summer and winter conditions.

If there are cost constraints in energy efficient improvement; ease of application; improvement of window thermal performance may be given priority over wall insulation due to the ability to act independently from other apartment owners and the height of the benefit provided. However, for a maximum benefit, a holistic approach and the improvement of walls and windows together should be considered as a priority.

As a result of this study, a limited number of energy efficient renovation scenarios developed on buildings on Bagdat Street, which has the value of Modern Architecture Heritage, have been shown to protect the buildings with heritage value and save energy. The study also emphasizes the importance of energy efficiency studies for buildings with heritage value in need of such renewal, indicating that significant energy savings can be achieved through energy efficiency studies, especially when renovating buildings that are still demolished by urban transformation law.

**Keywords:** Modern Architecture, Bağdat Street, Residential Building, Energy Efficient, Refurbishment





## 1.GİRİŞ

*“Mimarlık çağın mekana aktarılmış istencidir. Bu yalın hakikat açıkça tanınana kadar yeni mimari kesin ve kararlı olamayacaktır. O zamana dek yönsüz kuvvetlerin oluşturduğu bir kaos olmaya devam edecektir. Mimarlığın doğasına dair bu soru belirleyici önem taşımaktadır. Şu iyice anlaşılmalıdır ki her mimari kendi zamanına bağlıdır ve ancak çağının yaşayan ödevleri ve araçları içinde dışavurur. Bu hiçbir çağda başka türlü olamaz”*

Ludwig Mies van der Rohe . (Bozdoğan, 2002)

Sanayi devrimi ve Avrupa’da artan nüfus ile birlikte mimarlık alanında yeni ihtiyaçlar oluşmuştur. Fabrika yapılarının veya yeni yapı ölçeğinde yenilenmesi ya da yeni yapılması gereken kamu binalarının yapımında tarihsel yöntemler yetersiz kalmıştır. Mimari ihtiyaçların farklılaştığı bu dönemde Modern Mimarlık kavramı ortaya çıkmıştır. Büyük bir hızla tüm Dünya ülkeleri ile Türkiye’yi de etkisi altına almıştır. 20. Yüzyıl başlarında Türkiye’de birçok Modern Mimarlık örnekleri inşa edilmiştir. (Bozdoğan, 2002)

Türkiye’de yer alan ve tarihsel olarak “Erken Cumhuriyet” dönemine rastlayan Modern Mimarlık örneklerinin bazıları korunmaya değer bulunmuş ve tescillenmiştir. Ancak Modern Mimarlık 20.yy başlarından başlayarak yüzyılın ikinci yarısında da örnekleri inşa edilen bir akımdır. Modern Mimarlığın başlangıcından bugüne kadar varlığıyla kenti ve çevresini etkilemiş diğer örneklerinin de yapısal özelliklerinin incelenerek korumaya değer bulunup bulunmadıkları irdelenmelidir. Çünkü dönem mimarisini yansıtan binalar “tescilli” olmadığı için denetimsiz şekilde değişikliğe uğramaktadır ya da yıkılmaktadırlar. Bu durumun yaşandığı en güncel örneklerden biri Kadıköy, Bağdat Caddesi’dir.

Bağdat Caddesi üzerinde yer alan, yapımı 1960-1980 yılları arasında olan Modern Mimarlık dönemine ait konut örnekleri tadilat gereksinimleri, yeni doğan ihtiyaçlar, rant ve kentsel dönüşüm yasası teşviğiyle birlikte yıkılmaktadırlar. Yıkılan binaların

yerine yapılan yapılar büyüklük, yükseklik ve araziye yerleşim açısından farklılıklar taşımaktadırlar. Bu dönüşümle birlikte işlevleri, malzeme kullanımları, cephe bütünlükleri açısından Bağdat Caddesi'nin mimari kimliği değişime uğramaktadır. Modern Mimarlık ölçütlerine göre alan çalışması ve değerlendirme içeren “Tehdit Altındaki Modern Mimarlık Mirası: Bağdat Caddesi Örneği” (Salman, Bilgili, & Pulat, 2015) başlıklı çalışma bu tez çalışmasına hem ilham hem de altlık olmuştur.

## 1.1 Çalışmanın Amacı

Enerji, artan dünya nüfusu, şehirleşme ve endüstrileşme ile birlikte 21. yüzyılda hayatın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Gelişen teknolojilerle birlikte artan enerji ihtiyacı enerji kaynakları arayışlarını da beraberinde getirmiştir. Kullanılan yakıtlar çevre kirliliğine neden olmaktadır. Dolayısıyla enerji ihtiyacını azaltmak, çevre kirliliğini önlemek için de önemli adımlardan biridir. Bu durum mimarlara önemli sorumluluklar yüklemiştir. Üretilen yapıların enerji etkin tasarlanması ve mevcut yapıların enerji etkin iyileştirilmesi mimarların sorumluluk alanındadır.

Bağdat Caddesi'nin tarihsel gelişimi göz önünde bulundurulduğunda günümüze ulaşan 1960-1980 yılı arasında inşa edilen yapılarının bir kısmının “Modern Mimarlık Mirası” kapsamında olduğu görülmektedir. Ancak gerek yapım yöntem ve malzemesi, gerekse tadilat ihtiyaçlarının zamanında karşılanmaması sebebiyle günümüz konutlarından beklenen yaşam konforu açısından yetersiz kalmaktadırlar. Ayrıca bölge, kent içindeki önemli konut yerleşimi alanlarından biri olduğu için çoğu bölge sakini tarafından tadilat ihtiyaçları ertelenmekte ve binaların “Kentsel Dönüşüm” kapsamında yıkılıp yeniden yapılması istenmektedir. “Kentsel Dönüşüm Yasası” ile birlikte devlet tarafından bir teşvik programı oluşturulmuş ve İstanbul'un çeşitli bölgelerinde olduğu gibi Bağdat Caddesi'nde de aynı dönemde yapılmış birçok yapı için yıkım kararı alınmıştır. Bu yıkımlarla birlikte aralarında bulunan nitelikli Modern Mimari dönemi örnekleri de yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadır.

Tez, Bağdat Caddesi'nde yer alan modern mimarlık mirası konut örnekleri üzerinden, modern mimarlık dönemi konut binalarının enerji etkin iyileştirilerek günümüz performans gereksinimlerini yerine getirebileceğini göstermeyi amaçlamaktadır. Buna ek olarak “korumaya değer” görülen bu yapılara hangi kapsamda ve nasıl müdahale edilmeli sorularına da yanıtlar aranmıştır. İlave olarak bu çalışmada; yenilemenin kapsamı, binanın enerji etkin hale getirilme yöntemi ve aynı zamanda onu “modern

mimarlık mirası” kılan yapısal özelliklerini “koruma” başlıkları birarada nasıl ele alınmalı sorusuna yanıt aranmaktadır.

## **1.2 Çalışmanın Kapsamı ve Yöntemi**

Tez çalışmasının iki önemli ana odağı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi "Modern Mimarlık mirası", ikincisi ise "enerji etkin iyileştirme"dir. Son dönemlerde, enerji performansının ve iç mekanların konfor koşullarının geliştirilmesine artan bir ilgi mevcuttur. Mimari miras olarak nitelendirilen binaların konfor koşullarını iyileştirilmek, enerji verimliliğini ve çevresel sürdürülebilirliğini geliştirmek ana amaç olmakla birlikte; bu müdahaleyi tarihi dokuya zarar vermeden yapmak esastır.

Binaların iyileştirilmesi; statik anlamda güçlendirmeden başlayarak iç mekan konfor koşullarının artırılmasına yönelik iyileştirmeye kadar giden kapsamlı bir konudur. Bu çalışmada enerji etkin iyileştirme kavramı ele alınmıştır. Enerji etkin yenileme de, ısıtma-havalandırma sistemlerinin iyileştirilmesi, aydınlatma sistemlerinin iyileştirilmesi, bina kabuğunun iyileştirilmesi gibi pek çok alanda yenilemeyi bünyesinde barındırmaktadır. Çalışmada bina kabuğunda yapılabilecek iyileştirmeler üzerine yoğunlaşmış olup; dış duvar ve kapı-pencere iyileştirmeleri ele alınmıştır.

Modern Mimarlık dönemi çok katlı konut binalarını temsilen; enerji etkin iyileştirme konusunun İstanbul, Bağdat Caddesi'ndeki örnekler arasından seçilecek binalar üzerinde incelenmesi tercih edilmiştir. Bu kapsamda, Salman, Bilgili ve Pulat'ın (2010) çalışmasında tescil için önerilen yapılar incelenmiş; mevcudiyetleri, fonksiyonları, konumları, büyüklükleri ve yapısal özellikleri belirlenmiş ve sınıflandırılmıştır. Bahsi geçen çalışmada tescil için önerilen Modern Mimarlık dönemi örneği çok katlı konut binaları ile birlikte müstakil evler ve diğer dönemlere ait binalar da yer almaktadır (Şekil 1.1). Müstakil evler ve diğer dönemlere ait binalar inceleme kapsamı dışında tutulmuştur.



**Şekil 1.1:** Alan Çalışması sınırları

Bina oturma alanları açısından benzeşen binalar gruplanmış ve bunlar arasından oturma alanları 780-660 m<sup>2</sup> ile 350-310 m<sup>2</sup> arasında olan iki grup üzerinde çalışmalara devam edilmiştir. İlk grup altında iki bina, ikinci grup altında üç bina belirlenerek, mevcut ve iyileştirilmiş durumdaki enerji harcamaları simülasyon programı kullanılarak incelenmiştir ve değerlendirilmiştir.

Simülasyon programını seçerken; 3 boyutlu mimari model yapmaya izin vermesi, iklim ve konum bilgi girişlerine olanak sağlaması, yapı elemanı bazında müdahale edilebiliyor olması, ısıtma-soğutma sistem tasarımını mümkün kılması, zone'lar ile çalışmayı ve zone bazında müdahale edilmesine olanak sağlaması gibi kriterler göz önünde bulundurulmuştur.

Seçim yapmadan önce Çizelge 1.1'de yer alan Autodesk Revit, TRNYS, Energy Plus, E-Quest, Design Builder ve ESP-R programları ve özellikleri araştırılmıştır. Ancak hem kullanım hem de erişim kolaylığı bakımından Autodesk Revit ve Design Builder programları uygulamalı olarak denenmiştir. Energy Plus programı mimari proje modelleme zorluğu sebebiyle tercih edilmemiştir. Autodesk Revit 2018 programı ile uzun süre çalışılmış ancak zon bazında yapı elemanına müdahale edilemediği; ayrıca ısıtma ve soğutma sistemi bütünlük olarak seçildiğinden farklı sistemleri farklı



kombinasyonlar ile uygulamak mümkün olamamıştır. Bu sebeple Design Builder programı seçilmiştir. Design Builder programı yapılacak çalışma içeriğine uygun müdahalelere imkan tanımıştır. Tüm raporlar Design Builder programının 6.1.2.009 versiyonu ile alınmıştır.

**Çizelge 1.1** Simülasyon programları karşılaştırma (HARPUTLUGİL, 2014).

Simülasyon Programları/ Özellikleri	Autodesk Revit	TRNYS	Energy Plus	Energy Plus	E- Quest	Design Builder	Esp- R
İklim ve Konum Bilgileri Girişi İmkani	+	+	+	+	+	+	+
Güneş Gölge Analizi	+	+	+	+	+	+	+
Gün ışığı faktörü ve aydınlık düzeylerine ilişkinmodelleme	+	+	+	+	-	+	+
Hava akış simülasyonu ile doğal havalandırma analizi	+	+	+	+	-	+	+
Alternatif malzemelerin performans analizi	+	+	+	+	+	+	+
Isıtma ve soğutma sistem tasarımı olanağı	+	+	+	+	+	+	+

Tez çalışmasında ilk olarak Modern Mimarlık ve Modern Mimarlık Mirasının korunması, bir sonraki bölümde Enerji ve Binalarda Enerji Etkinliği konuları ele alınmış olup; dördüncü bölümde tescile önerilen Bağdat Caddesi üzerindeki çok katlı konut binalarının iyileştirme çalışmaları ve analiz sonuçları irdelenmiştir.



## 2. MODERN MİMARLIK

Bu bölümde Modernizm, Modern Mimarlık, Modern Mimarlık Dönemi Yapıları'nın ve tescile önerilen Bağdat Caddesi üzerindeki yapıların karakteristik özellikleri; Modern Mimarlık Mirası ve koruma ilişkisi ele alınmıştır.

### 2.1 Modernizm ve Modern Mimarlık

Mimarlıktaki modernizm, genellikle yirminci yüzyılın ilk yarısının çalışmalarının bir kısmını ifade eder. Bununla birlikte, tüm önemli kültürel, bilimsel ve teknolojik hareketler gibi, iyi bir başlangıç yapar ve etkileri hala güçlü bir şekilde hissedilir. Kristal Saray veya Eyfel Kulesi gibi Modern öncüler endüstrileşmenin sonuçlarındandır (Stein, 2010).

Modern Hareket'in mimarlığa yansımaları betonarme, çelik ve cam kullanımı, kübik formların, geometrik şekillerin ve Kartezyen ızgaraların öne çıkması ve hepsinden önce de bezemenin, stilistik motiflerin, geleneksel çatıların ve tezyini detayların bulunmayışı bilinci olduğu belirtilmektedir. Avrupa'da ortaya çıkan bu akım geleneksel yapım yöntemlerini ve mimari yaklaşımlarını tümüyle reddetmiş ve yeni bir anlayış ortaya koymuştur. Böylelikle kendi coğrafi sınırlarını aşarak tüm dünyayı etkilemiştir. Bu fikirleri yaymak için Uluslararası Modern Mimari Kongresi (CIAM) 1928 yılında faaliyete başlamıştır. (Bozdoğan, 2002)

Modern mimarlık, başta petrol olmak üzere enerji kaynaklarına bağımlıdır. Mimari ve sürdürülebilirlik ironilerden bir tanesi olarak görülmektedir. Modern düşüncenin altında yatan teknolojiler hali hazırda mevcut enerji kaynaklarına - elektrik, petrol, gaz – bağımlı olması anlamına gelmektedir. Modern kent, tüm küresel çevresel etkileriyle, Modernizmin bir ürünüdür. (Stein, 2010)

Modern mimarlık için gerekli olan engin enerji kaynaklarına kolay erişim, modern zihni de mümkün kılmıştır ve bunu yaparken, mimarların istedikleri her şeyi yapabilecekleri, enerjinin fazla tüketimi ile iç ortamların tüm konfor sorularına yanıt

vereceğine dair yanlış bir inanç yaratmıştır. Bu yaklaşım bir zamanlar geçerli görünse de, sürdürülebilir olmadığı giderek daha belirgin hale gelmiştir. (Stein, 2010)

Modernizm ile anılan başlıca mimarlar Le Corbusier, Ludwig Mies van der Rohe, Walter Gropius (Şekil 2.1) ve Peter Behrens'tir. Akımın öncü mimarları mimarlık ve mühendislik arasındaki bağı yeniden kurmuşlardır. Salt işlevsel kullanım ve kullanımın desteklenmesi için gerekli strüktürel araçlar tarafından belirlenen yeni bir üslup yaratmaya çalışmışlardır. Modern Mimarlık sınıf ayrımı olmaksızın tüm topluma hitap etmektedir. Hatta Le Corbusier'in "bütün uluslar ve iklimler için tek yapı" tasarısı modernizmin yayılmasındaki unsurlardan biridir. (Roth, 2006)



**Şekil 2.1:** Bauhaus, Walter Gropius, 1925 (UnescoWorldHeritage, 2017)

Modern mimarlık öğretilerini sürdürülebilir tasarıma uygun bir şekilde uygulamak için, Modernizm ile modern tarz arasında ayırım yapmak esastır. Modern eserler arasında kesinlikle ortak özellikler varken, görünümünde, tarzlarında çok çeşitlidirler. Örneğin, Villa Savoye, Fallingwater ve Farnsworth House gibi ikonik evler düşünüldüğünde, her biri tanınmış bir Modern usta olan Le Corbusier, Frank Lloyd Wright ve Ludwig Mies van der Roche'un eseridir, ancak her birinin kendine özgü bir tarzı vardır. Her biri diğerlerinden çok farklı görünmektedirler. (Stein, 2010)

Modern binada tasarımın niteliği, her benzersiz duruma ve uygulamaya yanıt olarak tek bir görünüm ile sınırlı değildir. Görsel; tasarımı şekillendiren bileşenler hakkında bilgi iletir ve bu yaklaşım çevresiyle sinerji oluşturan binayı sağlar. (Stein, 2010)

Le Corbusier “Büyük bir çağ başlamakta, yeni bir anlayış doğmakta. Yeni anlayışın özellikle sanayi üretimi alanında birçok yapıtı vardır. Mimarlık ise gelenek ve görenekler içinde boğulmaktadır. Biçemler koskaca birer yalandır. Biçem, belli bir çağın tüm yapıtlarına canlılık getiren ve belirgin bir anlayışın sonucu olan ilkeler bütünüdür. Çağımız her gün kendi biçemini saptamaktadır. Ne yazık ki gözlerimiz henüz bunu ayırt etmeyi bilememektedir.” sözüyle modern mimarlığı bir devrim olarak gördüğünü ve her yenilik gibi toplumun tüm kesimlerine ulaşmadığını belirtmektedir. Bununla beraber özellikle geleneksel yöntem dışında modern tarzla inşa edilen ilk binalar imgesel özelliklerinden, örneğin çatı teras gibi, vazgeçilmediğinden bir takım izolasyon sorunlarıyla karşı karşıya kalmış; modernizm karşıtlarının geleneksel yöntemi savunurken hipotezi haline gelmiştir. Ayrıca uygulanan ilk modern binalar örneğin Villa Savoye gibi (Şekil 2.2) teras çatı sebebiyle tadilat gereksinimleri erken oluşmuştur (Roth, 2006).



**Şekil 2.2:** Villa Savoye (Wikipedia, 2016)

Türkiye’de Modern Mimarlık’ın etkileri Cumhuriyet’i ilk yılları olan 1930’lara rastlamaktadır. Cumhuriyet yeni bir ideolijinin doğuşuydu ve modernizmi Avrupa’da olduğu gibi ithal etmek yerine ulusal kimlikle birleştirmeye çalışıyordu (Bozdoğan, 2002).

## 2.2 Modern Mimarlık Mirası ve Koruma İlişkisi

Korumanın temel sorunlarından biri neyin korunacağıdır. Çok eski tarihlerden günümüze ulaşan seçkin dini yapılar (Parthenon, Pantheon), mezar anıtları (Piramitler, Selçuklu türbeleri), ya da işlevsel binalar (Colosseum, Roma hamamları) bugün dünya mimarlık mirasının değerleri olarak korunmaya layık bulunmaktadır.

Bazen de anıtsallıktan uzak, gündelik hayata dair toplumsal tarihe değer katan bileşenler de korunacak değerler arasında yer alabilmektedir. 1976'da UNESCO tarafından daha farklı terminoloji içinde yoğurularak kültürel geleneklerle ilgili bütün maddi varlıkları kapsamak üzere "kültürel varlık" deyimini ortaya atılmıştır. 1983 yılında çıkarılan 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu'na alınan bu kavram, değişik uygarlıkların sanat anlayışı, bilim ve teknik düzeyi, sosyal yaşamı hakkında somut veriler sağlayan ve korunmalarında kamu yararı görünen eşya ve yapıtları kapsamaktadır.

Korunacak değerler "taşınır" ve "taşınmaz" kültür varlıkları olarak iki bölümde incelenmektedirler. Taşınır kültür varlıkları resim, heykel, seramik, dokumalar, mücevher, eşya, kitap vb. olabileceği gibi yıkılmış binadan kalan kapı, pencere, tavan, vitray gibi değerler de olabilir. Taşınmaz kültür varlıkları ise anıtlar, külliyeler, camiler vb. gayrimenkuller olabilir. Aynı zamanda "Sitler" de taşınmaz kültür varlıklarıdır. Korunacak özellikleri bulunan doğal, ya da insan yapısı, ya da ikisinin ortak ürünü olan alanlara "sit" denilmektedir. Sitler; Doğal Sit, Tarihi Sit, Arkeolojik Sit, Kentsel Sit, Kırsal Sit ve Karmaşık Sit başlıklarında incelenmektedir. (Ahunbay, 2007)

Geçmişten kalan izlerin gelecek nesillere aktarılabilmesi için korunmaya değer olup olmadığı irdelenmelidir. Koruma kararı bir yapının ya da yapıların;

- Tarihi belge niteliği,
- Eskilik özelliği,
- Estetik değer

yönlerinden sahip olduğu öneme göre verilir. Türkiye'de bu kararı "Taşınmaz Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu" vermektedir. Bu bağlamda yapılar; 1.Grup ve 2. Grup olarak sınıflandırılmaktadırlar. 1. Grup yapılar evrensel, ulusal ya da yöresel mimari değere sahip; "tarihi, anı ve estetik nitelikleriyle korunması zorunlu" yapılardır. 2. Grup yapılar; kentsel çevreye katkı sağlayan, bölgeye karakter veren ve geleneksel yapıım yöntemi kullanılan binalardır. Bu yapılar için sanat tarihi değeri,

şehircilik yönü değeri, tarihi değeri ve teknik değeri açılarından değerlendirilme sistemine tabi tutulmaktadır. (Ahunbay, 2007) Modern Mimarlık ürünleri de, 2. Grup yapılar altında değerlendirmeye tabi tutulabilirler. Ancak son 50 yıldır Modern Mimarlık ve Koruma sınırları tam net olamamakla birlikte bir tartışma konusudur.

Çoğu zaman binanın korunmasında yetersiz kaldığı düşünülen Modernizm, mevcut birçok binanın etkin bir şekilde yeniden kullanılmasının yanı sıra, birçok tarihi ve dönüm noktası niteliğindeki yapıların korunmasının da bir parçasıdır. Modernizm ve koruma arasındaki ilişki iki yönlüdür. Modernist bir platform, hangi onarım ve restorasyon tekniklerinin tarihsel temele dayandığının derecesine dair bilgi verecek; ancak tarihi restorasyon gerekmediği durumlarda, Modern disiplin, tasarım araçlarından malzeme ve imalata kadar teknolojik ilerlemeleri kullanarak yeniden inşa edilmesini desteklemek için analitik araçlar sağlayacaktır (Stein, 2010).

Modern mimarlık ürünlerinin belgelenmesi, değerlerinin ve potansiyelinin ortaya konarak korunmaya değer olduğunun anlatılması son yılların koruma problemlerindedir. Batılı ülkeler 1980'lerde modern mimarlık ürünlerinin yok olduğunu ve bunun nasıl önlenebileceğini tartışmaya başlamıştır. 1990'lardan itibaren UNESCO, DOCOMOMO, ICOMOS gibi uluslararası kuruluşlar modern mirasın korunması ve belgelenmesi konusunda çalışmalarını sürdürmektedir. Docomomo modern mirasın korunması için misyonunu açıkça belirtmiş olup kendisini "bekçi" olarak tanımlamaktadır (Şekil 2.3).

Türkiye'de toplum nezdinde yakın geçmişe ait mimarlık ürünlerinin, korunması gerekli mimarlık mirasının bir parçası olduğu kabulü henüz yerleşmemiştir. Birçok modern mimarlık dönemi yapısı yıkım tehdidi altında olmasına rağmen modern mimari mirasımızın tarihi, günümüzdeki değeri ve koruma sorunları çok kısıtlı bir kesim tarafından tartışılmaktadır. Bu bağlamda 6306 sayılı afet riski altındaki alanların dönüştürülmesi hakkındaki kanun kapsamında dönem örnekleri yapım teknolojisi yetersizlikleri sebebiyle yıkılma tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Ancak yapısal özellikleri ve bölgeye verdikleri karakteristik değer ile, Modern Mimarlık örnekleri de korunması gerekli kültürel mirastır (Salman, Bilgili, & Pulat, 2015).

### **DOCOMOMO'nun Misyonu**

Son on yılda, Modern Hareket'in mimari mirası, diğer tüm dönemlerden daha fazla risk altında görünüyordu. Bu yerleşik miras, Makine Çağının dinamik ruhunu yüceltmektedir. 1980'lerin sonunda, birçok modern şaheser zaten yıkılmıştı ya da tanınmayacak kadar değişmişti. Bunun temel nedeni, birçoğunun mirasın unsurları olmadığı, orijinal işlevlerinin büyük ölçüde değiştiği ve teknolojik yeniliklerinin her zaman uzun vadeli strese dayanmadığıdır.

Docomomo'nun misyonu:

- Herhangi bir yerdeki önemli Modern miras değeri olan binalarının tehdit altında olduğu durumlarda bekçi olarak hareket etmek,
- Koruma teknolojisi, tarihçesi ve eğitimi ile ilgili fikir alışverişinde bulunmak,
- Modern Hareket'in fikirlerine ve mirasına ilgiyi arttırmak,
- Bu son mimari mirasa karşı sorumluluk alma

### **Şekil 2.3: Docomomo Misyonu (DOCOMOMO, 2019)**

Mimari koruma ve miras niteliğindeki yapılar için yapı fiziği de giderek artan bir öneme sahiptir. Bu kısmen, birçok ülkede yakın zamanda mimari koruma alanlarına giren Modern Hareket'e ait binalardan kaynaklanmaktadır. Koruma kurulları ve restorasyon mimarları, yapı fiziğinin bu alanda bir enstrüman gibi kullanılması anlayışında hemfikir görünmektedirler. Öte yandan yapı fiziğinde bilginin tarihi gelişimi ve standartları hakkında çok az araştırma yapılmıştır. Yapı fiziğinin iyi bilinmesi, ekonomik ve çevresel ve kültürel önemi artırarak araştırma ve uygulama alanı olarak koruma ve binanın yeniden kullanımının gelişiminde kilit rol oynayabilir (Jonge, 2006).

Bununla birlikte son dönemlerdeki mimari mirasın korunması birçok farklı ülke ekonomilerine göre nispeten sınırlı gibi görünebilir, ancak yakında, çoğu Batı ülkesindeki yapı endüstrisinin büyük ölçüde yenileri yerine eski binalarla meşgul olacağı açıktır. Yoğun nüfuslu bölgelerde kentsel yayılımı engellemek için çeşitli kısıtlamalar getirilmiştir. Planlamacılar, gayrimenkul uzmanları, yatırımcılar, konut şirketleri ve diğer karar vericiler bu nedenle, boş kalan binaların, eski sanayi komplekslerinin ve eski yapısal yapıların yeniden geliştirilmesi ile daha fazla



ilgilenmektedirler. Bunu, sadece finansal bir zorunluluktan ortaya çıkan bir durum olarak görmekten ziyade, ekonomik, çevresel, sosyal ve kültürel olarak sürdürülebilir kalkınma için bir fırsat olarak görmek gereklidir (Jonge, 2006).

Özellikle Avrupa’da savaş sonrası Modernizm binaları ile birlikte sınırlı sayıda savaş öncesi Modern Hareket’e ait yapılar Avrupa’da yapı stoğunun ana bölümünü oluşturmaktadır. 20. yüzyılın mimari mirasının kendine özgü sosyal ve kültürel anlamı ve bu yapıların çoğunun minimalist karakteri göz önüne alındığında, uzmanlara bir dizi zorluk getirmektedir (Jonge, 2006). Bu zorlukların başlıcaları; değişen teknoloji ile bina gereksinimlerinin değişmesi, yapım teknolojisi farklılıkları ve yeni malzemeler ile entegrasyonu, kentsel gelişimin binaları farklı fonksiyonlara evirmesi (konut-ofis-ticaret alanlarının değişimi) olarak belirtilebilir.

### **2.2.1 Avrupa’da Konut Binalarının Tarihsel Gelişimi ve Karakteristik Özellikleri**

Binaların inşa edildikleri dönem ve döneme ait karakteristik özellikleri de korumaya değer olup olmadığına ya da neyin korunması gerektiğine dair fikir vermektedir. Yapının yapım yöntemi, kullanılan malzemeler, mekansal organizasyonu, mekansal büyüklükleri gibi birçok unsur binanın karakteristik özelliklerine katkı sağlamaktadır. Modern Hareket’in Avrupa’da başlamasından hareketle, Çizelge 2.1 Avrupa’daki konut binalarında karşılaşılan yapım yöntemlerine ve binaya ilişkin özelliklere genel bir bakış sunmaktadır. Yapı tarihi, teknolojinin gelişimi ve kültürel tarih ile ilişkilidir. Yeni malzeme ve yeni yapım tekniklerinin tanıtılması; doğal kaynakların ve işçilik maliyetlerinin düşürülmesi; mimari gelişmelere veya yeniliklere bağlı olarak, estetik gelenek ve varlık değişikliklerinin yapılması; yapısal hasarlara tepki ve enerji tasarrufu, zaman içinde bina stoğunun tekrar değerlendirilmesi için şans oluşturmuştur. İtici güçler genellikle ekonomik yönlerin (maliyetlerin en aza indirilmesi, rekabetçilik) yanı sıra idari veya hukuki sebepler de (binaya ait gereksinimler vb) olmuştur. Bu nedenle, Çizelge 2.1’de açıklanan dönemlerin zaman aralığı kesin olmasa da, inşaat ve inşaat sektöründeki teknolojik değişikliklere, yeni düzenlemelere veya tarihi kesintilere atıfta bulunarak gösterilmektedir. Bina türlerinin daha da sınıflandırılması için önemli olan ilgili kriterler ve genel özelliklerle birlikte zaman periyodu sınıflandırmasına genel bir bakış sunmaktadır. (Konstantinou, 2014)

**Çizelge 2.1:** Avrupa’da konut binalarının tarihsel gelişimi (Konstantinou, 2014).

Tarih aralığı	Belirleyici Unsurlar	Karakteristik Özellikler
Sanayi devriminden önce (1870 öncesi).	Tarihi binalar (1600). Yöresel Mimari.	Deneyimler üzerine kurulu Hemen hemen hiçbir yasal gereklilik yok. Yerel malzemelerin kullanımı Taşıyıcı iç ve dış duvarlar Yüksek tavanlı, büyük odaları olan binalar.
Modernizm Öncesi (1870-1920).	Sanayi Devrimi ve Modern Hareket (1870).	Şehirlerin hızlı büyümesi Büyüyen sanayileşme Yapının standardizasyonu Teknolojik başarılar (çelik konstrüksiyon, betonarme)
I. Dünya Savaşı Öncesi (1950-1975).	I. Dünya Savaşı'nın sonu, teknolojik gelişme ile birlikte siyasi yenileme. Sosyal ve sanatsal reformlar. Modern Hareketin hakimiyeti.	Büyük, homojen konut gelişmeleri. Toplumsal kent planlama, halka açık alanlar, parklar. Tamamen işlevsel, iyi gün ışığı alan ve havalandırması olan daireler.
Savaş sonrası (1950-1990).	II. Dünya Savaşı'ndan sonra yeniden Yapılanma. Modernizm fikirlerine dayalı kentsel planlama.	Geleneksel olmayan bina sistemleri. Çok katlı konut üretimi. Ucuz ve hızlı inşaat. İşlevsel, güneşli havadar evler. Orta kat yüksekliğinde (4 kata kadar) ve birbirinden mesafeleri yüksek katlı konut binaları.
1970-1990 yılları	Ekonomik büyüme ve 1973 Enerji Krizi	Daha yüksek inşaat kalitesi. Daha “enerji verimli” binaların ilk farkındalığı. Eski, tarihi binalarda ilk bina tadilatları.
Günümüz Binaları (1991-Bugün).	Ekolojiklik ve enerji bilinci (Kyoto Protokolü) ardından ulusal ve uluslararası mevzuat. Malzemelerde teknolojik gelişmeler. Yenilenebilir enerji kaynakları.	Düzenlemeler tarafından dayatılan asgari ısı performans, Bina performansı sertifikaları. Rüzgar enerjisinden yararlanma sistemlerinin binalarda kullanılmaya başlanması. Pasif ev ve sıfır enerji binaları.

### 2.3 Bağdat Caddesinin Tarihsel Gelişimi ve Modern Mimarlık Dönemi Konut Binalarının Özellikleri

İstanbul Anadolu Yakası'nın en önemli ve en eski akslarından bir tanesi Bağdat Caddesi'dir. Bağdat Caddesi'nin geçmişine bakıldığında Bizans dönemindeki tam izi bilinmemekle birlikte biri Şaşkınbakkal biri Çatalçeşme'de bulunan iki manastır kalıntısından tarihinin Bizans dönemine kadar uzandığı anlaşılmaktadır (Yazıcıoğlu, 2001).

Osmanlı döneminde de kervanların geçtiği önemli bir ticaret aksı olduğu bilinmektedir. 20. Yüzyılın başında batılılaşma hareketi ile birlikte Haydarpaşa banliyö hattının kurulmasıyla Bağdat Caddesi ve çevresinde ahşap köşkler yapılmıştır. Bu köşkler büyük bahçeler içinde, müstemelatlı ve çoğunlukla yazlık amaçlı kullanılmıştır. Günümüzde hala korunan örnekleri mevcuttur (Şekil 2.4) (Yazıcıoğlu, 2001).



**Şekil 2.4:** Bağdat Caddesi Suadiye'de bulunan bir köşk (Yazarın kişisel arşivinden)

Bağdat Caddesi ve çevresinin canlanmasıyla birlikte 1930'lu yıllarda modern tarzda yazlıklar yapılmaya başlanmıştır. O dönemde İstanbul'un plajlarının bulunduğu sayfiye alanıdır.

1950'lerde artan konut ihtiyacı ve modern mimarlığın etkisiyle tek katlı binalar yıkılarak yerine ısmarlama-nitelikli apartmanlar yapılmaya başlanmıştır. 1950-1970 yılları arasında bu yenilenme devam etmiştir. 1972-1982 yılları arasındaki imar planı değişiklikleri ile bu dönüşüm artarak devam etmiştir (Yazıcıoğlu, 2001).

Bağdat Caddesi'nin apartmanlaşması ile birlikte cadde üzerindeki yapılar hem konut hem ticaret fonksiyonlarına dönüşmüştür. Bağdat Caddesi üzerindeki apartmanlar genel olarak zemin kat ve üzerinde dört kat olmak üzere toplam beş katlıdır. Zemin katlarında dükkanlar yer almaktadır. Zaman içerisinde, konut olarak tasarlanan üst katların bazıları işlev değiştirilerek ticaret için kullanılmaya başlamıştır.

Salman, Bilgili ve Pulat'ın (2010) çalışmasında tescillenmesi önerilen Modern Mimarlık dönemi örneği binaların çoğu aynı dönem yapıları olup; yapım yılları 1950-1970 yılları arasındadır. Yapım teknolojileri de benzer olup; betonarme taşıyıcı sistem kullanılmıştır (Kadıköy Belediyesi Arşivi, 2018).

Tescile önerilen binaların çoğu aynı dönem yapıları olup; yapım yılları 1950-1970 tarihlerine denk gelmektedir. Yapım teknolojileri benzer olup, binalar Betonarme'dir (Kadıköy Belediyesi'nden ruhsat projeleri edinilmiştir).



**Şekil 2.5:** Bağdat Caddesi Suadiye'de bulunan bir apartman (Yazarın kişisel arşivinden)

Tescile önerilen yapıların analizi doğrultusunda, Bağdat caddesi üzerinde yer alan modern mimarlık dönemi apartman örneklerinin karakteristik özelliklerinden başlıcaları aşağıda listelenmektedir:

- Zemin katlarında dükkanların yer alması.
- Üst konut katlarının (4 kat) planlarının tüm katlarda aynı şekilde olması-tekrar etmesi.
- Kaplamalı cephelerin Bağdat Caddesi cephesinde yer alması.
- Ön cephelerinde geniş cam yüzeyler bulunması (Şekil 2.5).
- Ön cephede simetri.
- Cadde cephelerinde yer alan odaların genellikle salon ve balkon olarak planlanmış olması (Şekil 2.7).
- Ön cephede çoğunlukla doğaltaş kaplama bulunması (Şekil 2.8).
- Ön cephede çiçekliğin yer alması (Şekil 2.6).

Bu özellikler dönem mimarisinin ve etkileşiminin sonucudur. Bu özelliklere ek olarak cephedeki yatay ya da dikey hareketler; pencere yüksekliklerindeki oynamalar, cephe girinti çıkıntıları Modernizm etkisinde olduklarının birer kanıtı niteliğindedir.



**Şekil 2.6:** Bağdat Caddesi Suadiye’de bulunan bir apartman, geniş cam yüzeyler (Yazarın kişisel arşivinden)



**Şekil 2.7:** Bağdat Caddesi Suadiye’de bulunan bir apartman, cephedeki çiçeklikler (Yazarın kişisel arşivinden)



**Şekil 2.8:** Bağdat Caddesi Suadiye’de bulunan bir apartman, cadde cephesindeki balkonlar (Yazarın kişisel arşivinden)



**Şekil 2.9:** Bağdat Caddesi Suadiye’de bulunan bir apartman, cadde cephesindeki traverten kaplamalar (Yazarın kişisel arşivinden)

Bağdat Caddesi’nde yer alan bu apartmanlar belirtilen karakteristik özellikleriyle hem kendi mevcudiyetleri hem de yarattıkları çevresel etki ile korunmaya değer yapılardır. Ancak çoğunun hem statik hem de mimari olarak iyileştirmeye ihtiyaçları vardır. Bu çalışmada Modern Mimarlık Mirası örneklerini enerji etkin iyileştirme kapsamında ele alırken bu karakteristik özelliklerini korumak hedeflenmiştir.





### 3.BİNALARIN ENERJİ ETKİN YENİLENMESİ

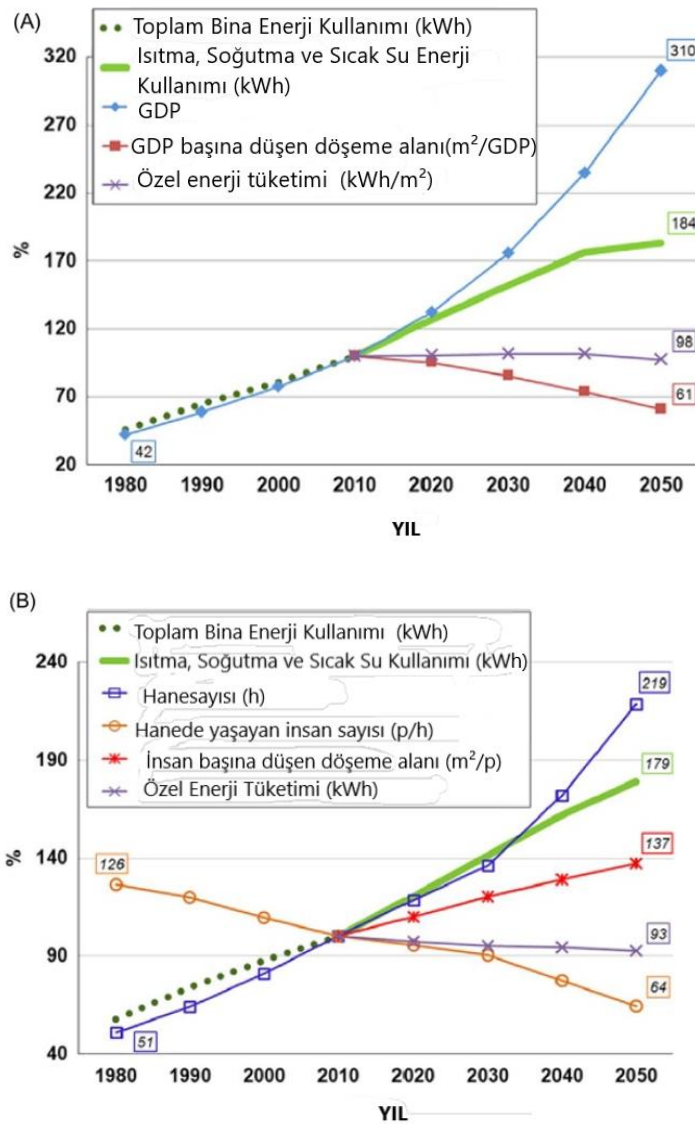
#### 3.1 Enerji Kavramı

Artan dünya nüfusu, şehirleşme, endüstrileşme ile birlikte 21. yüzyılda enerji hayatın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Gelişen teknolojilerle birlikte artan enerji ihtiyacı beraberinde enerji kaynak arayışlarını da beraberinde getirmiştir. Bugün kullanılan enerjinin çoğu fosil yakıtlardan sağlanmaktadır. Bu yakıtların kaynaklarının azalması ve yarattığı çevre kirliliği en büyük sorunlardan biridir. Enerji üretimi, küresel sera gazı emisyonlarının (GHG) ana sorumlusu olarak görülmektedir. Petrol % 32,8, kömür %27,2 ve doğalgaz %20.9 oranında sera gazı oluşumuna neden olmaktadır. Küresel sera gazı emisyonlarının üçte ikisinin kaynağı olan enerji sektörü, iklim değişikliği hedeflerine ulaşıp ulaşılmadığının belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır. İklim değişikliği insanlığın karşılaştığı en önemli sorundur ve buna bağlı deniz seviyesinde yükselme, okyanusta asitleşme, şiddetli yağış, sıcak hava dalgaları ve aşırı atmosferik olaylar, çevresel bozulma ve vahşi hayatın yok olması, sağlık sorunları ve altyapı hasarları oluşur (Pacheco-Torgal).

Sürdürülebilir ve enerji etkin bina üretimi, mimarlara önemli sorumluluklar yüklemiştir. Küresel ısınma ve enerji kaynak yetersizliği mimarların tasarım anlayışlarını değiştirerek enerji tüketimini en aza indirgeyecek önlemleri benimseme ve uygulama zorunluluğu doğurmuştur. Ayrıca dünya genelinde yapı sektöründeki enerji tüketimini azaltmak için yasalar ve bina değerlendirme sistemleri oluşturulmuştur. BREEAM (BRE Environmental Assessment Method), LEED (The Leadership in Energy and Environmental Design), Green Star, CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency), DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) ve SBTool (Sustainable Building Tool) gibi yasa ve değerlendirme sistemleri bunlardan bazılarıdır.

İnşaat sektörü yüksek bir enerji tüketiminden sorumludur ve küresel talebin önümüzdeki birkaç on yıl içinde artması beklenmektedir. 2010 ile 2050 yılları

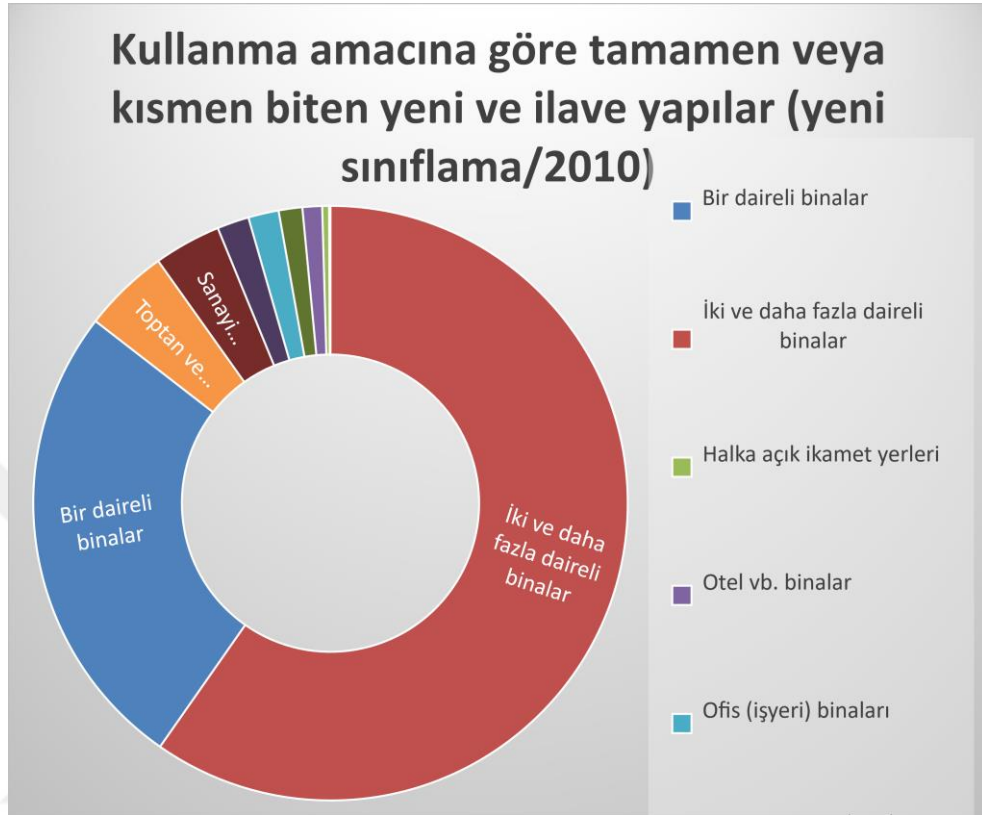
arasında, konutlarda (Şekil 3.1A) küresel ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarının % 79, ticari binalarda %84 oranında artması beklenmektedir.(Şekil 3.1B). Bu projeksiyonlar, hane halkı sayısındaki %115'lik bir artışa ve %94'lük bir taban alan artışına dayanmaktadır. Bu nedenle, enerji verimliliği önlemleri, inşaat sektörünün sera gazı emisyonlarının azaltılması için çok önemlidir. Yakın tarihli tahminlerde, bina ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarına yönelik enerji verimliliğinin 2020'de GTCO<sub>2e</sub>'in yılda 2 ila 3.2 arasında bir azalmaya izin verebileceği belirtilmektedir. Diğer tahminlerde, 2030 yılında GTCO<sub>2e</sub>'in 5.4-6.7 civarında bir potansiyel azalması söz konusudur (Pacheco-Torgal).



Şekil 3.1: Yıllara göre artan enerji ihtiyaçları (Pacheco-Torgal)

Türkiye’de TÜİK 2010 yılı bina sayımlarına göre Türkiye yapı stoğununun çoğunluğunu bir daireli binalar ile iki veya daha fazla daireli konut binaları

oluşturmaktadır. Bu sebeple, konutların enerji etkin üretilmesi ya da enerji etkin iyileştirilmesi enerji tüketim değerlerini düşürmenin en etkili yollarından biridir (Şekil 3.2).



**Şekil 3.2:** Kullanma amacına göre tamamen veya kısmen biten yeni ve ilave yapılar (TUIK, 2002-2010)

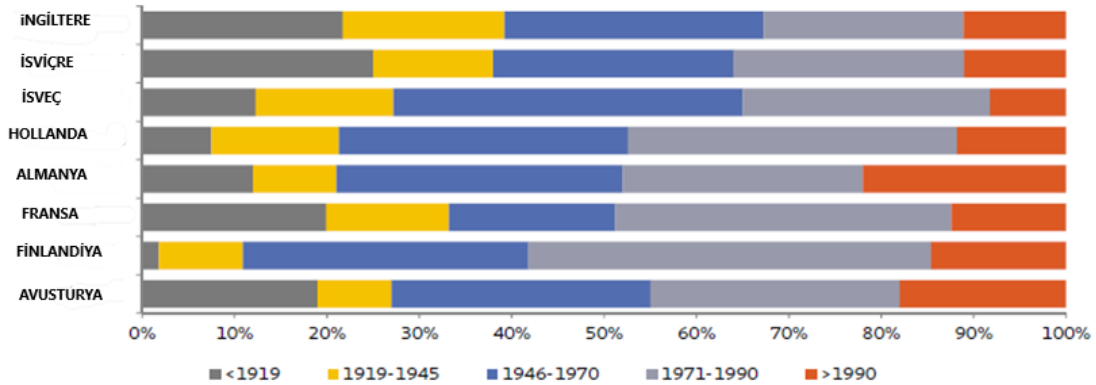
Ülkemizde enerji verimliliği çalışmaları 2000’li yıllarda ağırlık kazanmasına rağmen; kullanıcıların enerji korunumu bilincinin gelişmemiş olması, ilgili standart ve yönetmeliklerin uygulama ve içerik bakımından yetersizliği gibi nedenlerden dolayı enerji harcamaları azaltılamamıştır. Enerji kaynaklarının giderek azalmasına karşın nüfusun giderek artması ve teknolojik gelişmelere paralel olarak konfor gereksinmelerinin de artması enerji ihtiyacının da artmasına sebep olmaktadır. Birincil enerji kaynakları bakımından yeterli kaynağı olmayan Türkiye’de, tükettiğimiz enerjinin büyük bir bölümü ithal edilmekte ve enerji bakımından diğer ülkelere bağımlı hale gelinmektedir. Aynı zamanda Türkiye’de enerjinin önemli bir bölümü konfor gereksinimini sağlamak amacıyla binalarda harcandığından, binalarda enerji etkinliği önemli bir sorundur. Bu nedenle, öncelikle binalarda ısıl konfor şartlarını sağlamak için kullanılan ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının azaltılması gerekmektedir.

Binalarda tasarım ve kullanım süreçlerinde ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarını azaltabilmek;

- Tasarım aşamasında; iklimsel konforu minimum enerji harcayarak sağlayabilen tasarım kriterlerinin değerlerine ait doğru kararlar alınması,
- Kullanım aşamasında; binaların iklimsel konfor açısından istenen performansı gösterip göstermediğinin değerlendirilip, müdahale edilebilen tasarım kriterlerine ilişkin kararların yenilenmesi ile mümkündür (Manioğlu, 2011).

### 3.2 Binaların İyileştirmesi Kavramı

Binaların iyileştirilme ihtiyacının önemli nedenlerden bir tanesi kent merkezlerinde bulunan yapı stoğunun birçok döneme ait bina türü içermesi ve tadilat gereksinimleridir. Özellikle Avrupa’da 2. Dünya Savaşı öncesi konut yapı stoğu, toplam konutun % 20 ila% 39'unu oluşturmaktadır (Konstantinou, 2014).

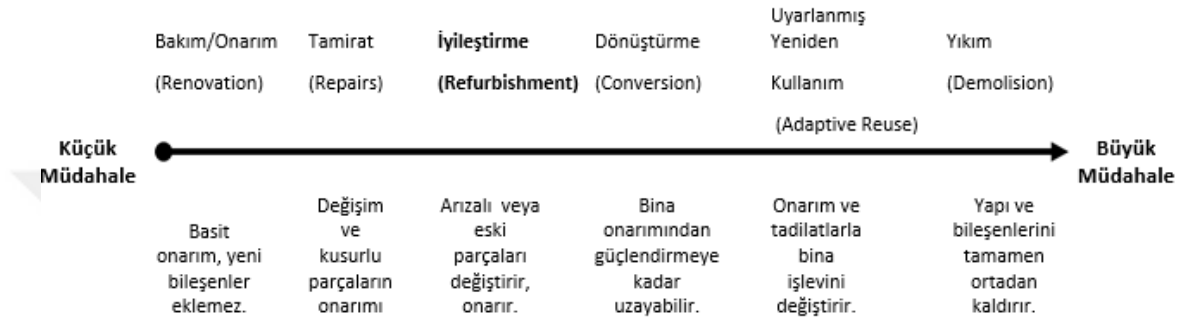


Şekil 3.3: Avrupa’da konut bina stoğunun yaşları (Konstantinou, 2014)

Yeni binalar inşa etmek yerine, mevcut eski binaların iyileştirilmesi/yenilenmesi (Refurbishment/Retrofit) son yıllarda önemli ölçüde artmıştır ve bunun birçok nedeni vardır. Sebeplerin çoğu, yeni yapılanma yerine tadilat yapmayı seçerek kazanılabilecek spesifik avantajlar olabilirken; bazı durumlarda yatırımcılara başka seçenek bırakmayan binaları ilgilendiren yasal düzenlemeler olabilmektedir. Bazen de yatırımcının modern bir yerleşim sağlamak için uygun binaları doğru yerde bulması durumunda, binanın yenilenmesi ve yeniden kullanılması daha avantajlı olabilir. Sanayi ve ticaretteki gelişmeler, toplumun hem iş hem de eğlence için iyileştirilmiş iç ortamlara olan sürekli talebi ile birlikte, çok sayıda binanın tadilat gereksinimine; ve

bu durum da yenileme ve yeni kullanımlara dönüşüm için uygun binaların artmasını sağlamıştır (Gorse & Highfield, 2000).

Uygulamada, yenileme terimi çok çeşitli önlemleri kapsar. Bu tezin amacı doğrultusunda, tadilatın ne olduğunu ve derecesini tanımlamak gerekir. Mevcut bir binada alınacak önlem ve müdahaleler için farklı terimler vardır. Basit tamir ve bakımdan yıkım ve yeniden yapılanmaya kadar çeşitlilik gösterir. Şekil 3.4'te küçükten büyüğe yapılan müdahale ve tanımları özetlenmiştir (Konstantinou, 2014).



**Şekil 3.4:** Binalara müdahale seviyeleri (Konstantinou, 2014)

Bazı örneklerde rastlanabileceği üzere; kendi kullanım fonksiyonunu tamamlamış binalar değişen taleplerle birlikte bu yenilenmenin içine dahil olabilir. Örneğin Karaköy İstanbul'un ticaretinin en önemli ve en eski merkezlerinden biri; yüksek talep gören eğlence semtlerinden birine dönüşmektedir. Bu arz ile birlikte eski ticaret yapılan dükkanlar zaman içinde kafe, restoran ya da konaklama fonksiyonlarında hizmet vermeye başlayacaktır. Bölgesel bir dönüşüm gerçekleştiği için bu da iyileştirme başlığı altında incelenebilir (Adaptive reuse).

Şehircilik anlamında bakıldığında da kent merkezlerinin dışına sürekli yeni yerleşimler yapılarak kentlerin kontrolsüz büyümesi de mevcut değerlerin en efektif şekilde değerlendirilmesi gerektiğini gösteriyor. Yeni gelişme için açık alanların olmaması durumunda, özellikle şehirlerin en önemli ticari ve konut bölgelerinde, modern yerleşim sağlamak isteyen yatırımcıların mevcut binalara odaklanmaktan başka seçenekleri yoktur.

İyileştirme yapılacak binaların "iyileştirme yapılabilecek sağlamlıkta" olması da yenileme kararını verirken önemlidir. Çünkü konstrüksiyonun sağlam olması/güçlendirme ihtiyacının olmaması maliyeti düşüren önemli unsurlardandır.

Şayet güçlendirme gerekiyor ise bu “iyileştirme” alanından çıkarak “Dönüştürme (Conversion)” alanına girer.

İyileştirme'nin avantajlarından biri zaman tasarrufu sağlamasıdır. İyileştirmede yeniden inşa programında yer alan planlama ve izin süreçleri olmadığı ya da çok daha kısa sürdüğü için neredeyse yarı yarıya bir zaman avantajı verir. Bu durum da aşağıdaki faydaları sağlar (Gorse & Highfield, 2000):

- Daha kısa sözleşme süresi, enflasyonun bina maliyetleri üzerindeki etkilerini azaltır.
- Daha kısa olan gelişme ve tamamlanma süresi, projenin finansman maliyetini azaltır.
- Müşteri binayı daha erken alır ve bu nedenle daha erken bir tarihte ondan (örneğin; kira, perakende satış, üretim karı satışları) gelir elde etmeye başlar.

Mevcut bir binanın yenilenmesi ve tekrar kullanılmasının maliyeti; yapı elemanlarının birçoğu zaten var olduğundan genellikle yıkım ve yeni yapım maliyetinden daha düşük olmaktadır. Ancak binanın durumunun maliyetler üzerinde etkisi de bulunmaktadır. Yapı elemanlarının tekrar kullanımı maliyetleri azaltacaktır.

Yenilemenin uygulanabilir olup olmadığını belirleyen en önemli faktörler şunlardır (Gorse & Highfield, 2000):

- Beklenen kira geliri,
- Tamamlandıktan sonra satış değeri,
- Tahmini iyileştirme maliyeti,
- Arsa maliyeti,
- Plan/düzen finansman maliyeti.

Bir yenileme planı için geliştirme maliyeti çeşitli faktörlere bağlı olacaktır. En önemlileri aşağıdaki gibidir (Gorse & Highfield, 2000):

- Önerilen yeni kullanım
- Yenileme standardı
- Bina yaşı
- Bina konstrüksiyonu.

Binayı iyileştirmenin bir de enerji etkin iyileştirme ayağı olup; yenilemenin tüm beklentilerine ek olarak binanın ısıtma ve soğutma yüklerinin azaltılarak enerji etkinliğini sağlamak birincil görevdir.

Enerji etkin yenilemede amaç (Karaca, 2011),

- Isıtma, soğutma hava akımı, yapay aydınlatma gibi etkenlere olan gereksinimin azaltılması.
- Talebin mümkün olduğu kadar pasif solar ısıtma, gece havalandırması ile soğutma, doğal havalandırma, gün ışığı kullanımı gibi pasif yöntemler ile gidermek.
- Kalan ihtiyacı verimli ve iyi kontrol edilen elektronik ve mekanik sistemlerle gidermektir.

### **3.3 Enerji Etkin Tasarım ve İyileştirme Çalışmalarını Etkileyen Parametreler**

Binaların ısıtılması ve soğutulmasında kullanılan enerji miktarları toplam tüketilen enerjinin oldukça büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Gerek tasarım aşaması gerekse kullanım aşamasında binalara ait ısıtma ve soğutma enerji maliyetlerini minimuma indirmek, iç iklim elemanlarının dış iklim elemanlarının değerlerine bağlı olarak alacağı değerleri etkileyen, yapma çevre değişkenleri olarak nitelenen tasarım parametrelerinin performanslarına bağlıdır (Manioğlu, 2011).

Binalarda ısıtma ve soğutma enerji harcamaları binaların en önemli tüketimi olduğundan, binaların enerji etkin tasarlanması enerji harcamalarını azaltmakta en etkili yoldur. Enerji tüketiminden kaynaklanan kirlilik insan sağlığını tehdit etmektedir. Bu nedenle binalarda enerji etkinliğin artması için çaba gösterilmesi gerekmektedir. Binaların enerji etkin tasarlanabilmesinde en etkili yol, başlangıç aşamasında binaların enerji etkin pasif sistemler olarak tasarlanmasıdır. Tasarım aşamasında alınan doğru kararlarla kullanıcılara sağlıklı, sürdürülebilir ve konfor koşullarını minimum enerji harcamaları ile gerçekleştiren mekanlar sağlamak mümkündür. Ancak geçmişte inşa edilen ve bugünkü enerji korunumuna ilişkin standart ve yönetmeliklerin sınır değerlerini sağlayamayan birçok bina mevcuttur (Manioğlu, 2011).

Enerji etkin tasarım kriterlerine ait doğru kararların alınmadığı ve bu nedenle önemli ölçüde ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları olan ve dolayısıyla çevre kirliliğini

artıran bu binalarda ısıtma ve soğutma enerji harcamalarının azaltılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu tür binaların mevcut performansının değerlendirilerek gerekli düzenlemelerle enerji etkin hale dönüştürülmesi mümkündür. Binalarda yapılacak enerji etkin yenileme, binanın pasif sistem olarak performansının artmasını ve aktif sistemlerinin yükünün azaltılmasını olanaklı kılar. Böylece çok sayıda eski bina enerji etkin tasarım kriterleri esas alınarak yenilenmiş ve ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları azaltılmış olacaktır (Manioğlu, 2011).

Binaların görevi, kullanıcıların mekansal ihtiyaçlarının tümünü en uygun düzeyde sağlayan bir yapma çevre oluşturmaktır. Kullanıcıların konfor koşulları da biyolojik ihtiyaçlar arasında olup; bu bağlamda binalar kullanıcı konfor koşullarını yerine getirmekle yükümlüdürler.

Bina konfor koşullarını sağlamak enerji tüketimini de beraberinde getirmektedir. Isıtma, havalandırma ve aydınlatmanın optimum değerlerini sağlamak konfor koşulları şartlarındandır.

Binaların ısıtılması ve soğutulmasında kullanılan enerji miktarları toplam tüketilen enerjinin oldukça büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Gerek tasarım aşamasındaki gerekse inşa edilmiş binalarda ısıtma ve soğutma enerji maliyetlerini minimuma indirmek için kullanıcı, iklim ve binaya ait parametrelerin doğru tespit edilmesi önemlidir. Bu kriterleri; kullanıcıya ilişkin, iklime ilişkin ve binaya ilişkin parametreler olmak üzere izleyen 3 alt başlıkta irdelenmiştir.

### **3.3.1 Kullanıcıya ilişkin parametreler**

Kullanıcıya ait değişkenlerin ilki fizyolojiktir. Kişiden kişiye değişmektedir. Kişinin ırkı, cinsiyeti, yaşı gibi kriterlere bağlıdır. Mekandaki aktivite türü de kullanıcı konfor koşullarını değiştirmektedir. İnsan vücudu yaptığı aktiviteye göre dışarıya sıcaklık vermektedir. Oturan, uyuyan, yürüyen ya da koşan insanların birbirine göre etrafa verdikleri ısı oranları farklıdır. Bu fark 8 kata kadar çıkabilmektedir (Gazioğlu, 2012).

Giysi türü ve giysinin malzemesi de diğer değişkenlerden biridir. Mekanda bulunan kişi sayısı, yaptığı aktivite ve giysi türü iç ortam sıcaklığını etkilemektedir. Bu sebeple simülasyon programlarında da bu bilgi girişi sağlanmalıdır. Ayrıca kullanıcının mekandaki duruş şekli ve pozisyonu da ışınım yolu ile alışveriş yaptığı için önemlidir (Gazioğlu, 2012).

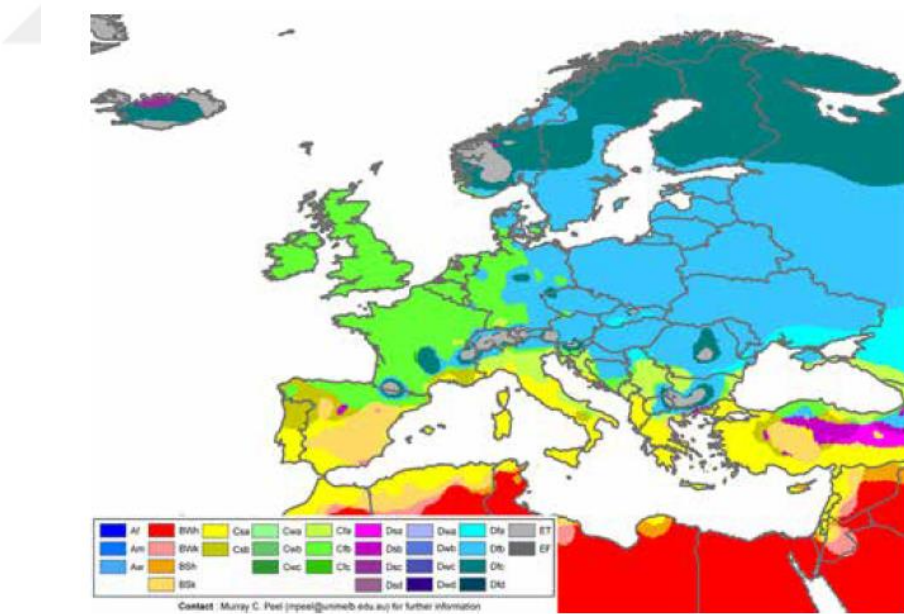


Fizyolojik değişkenler, ortalama vücut sıcaklığı, terleme miktarı, kalp atış sayısı gibi değerleri objektif ve görölür terleme ya da duyu geçişlerini subjektif olarak değerlendirmektedir (Akşit, Manioğlu, & Gazioğlu, 2013).

### 3.3.2 İklima ilişkin parametreler

İklima ilişkin parametreler iç iklimsel değişkenler ve dış iklimsel değişkenler olmak üzere 2 ayrı başlıkta incelenebilir.

Kullanıcı için iç iklimsel konfor koşullarını sağlarken, dış iklimsel koşullarla ilgili veriler toplanarak bina ve yerleşme ölçeğinde çeşitli önlemler alınmaktadır. İç iklimsel konfor koşullarını sağlarken dış iklim şartlarından bağımsız çalışılması mümkün değildir. Farklı bölgelerde farklı iklimsel zone'lar bulunmaktadır (Şekil 3.4) ve hem tasarım hem de iyileştirme aşamasında iklim verileri en önemli faktörlerden bir tanesidir. Güneş ışınımı, dış hava sıcaklığı, dış hava nemliliği ve rüzgâr dış iklimsel değişkenlerdir. İç iklimsel değişkenler ise iç hava sıcaklığı, iç yüzey sıcaklıkları, iç hava hareketi ve iç hava nemidir (Akşit, Manioğlu, & Gazioğlu, 2013).

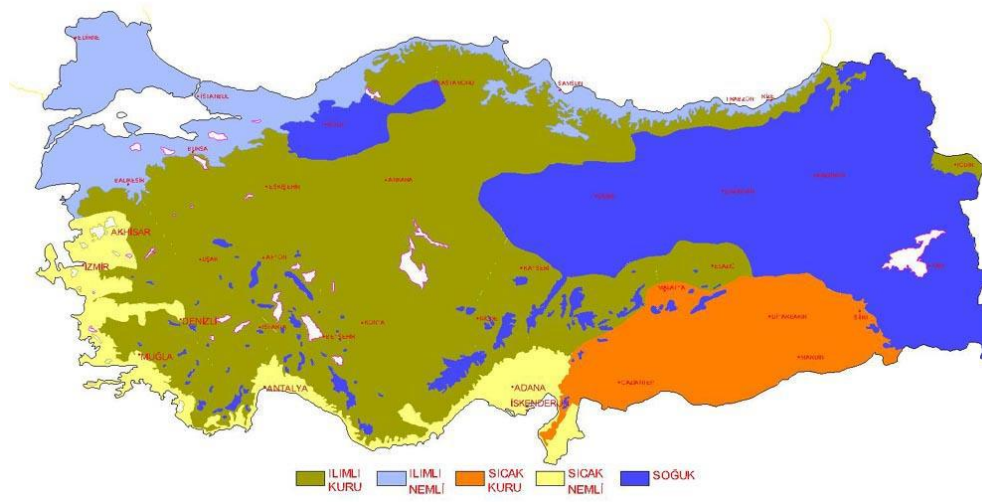


Şekil 3.5: Koppen-Geiger iklim değişimleri, Avrupa haritası (Konstantinou, 2014).

İç hava sıcaklığı, iç ortamın kuru termometre sıcaklığıdır ve kullanıcının çevresiyle ışınım yoluyla yaptığı ısı alışveriş miktarını etkileyen önemli bir parametredir. İç yüzey sıcaklığı, ışınım yoluyla kullanıcının etrafı ile ısı alışveriş miktarını etkilemektedir. İç hava hareketi, vücuttan buharlaşma ve taşınım ile ısı kaybında

etkilidir. Hava hareketinin hızı da ısı taşınımı katsayısını değiştirdiğinden, ısı geçişi miktarı etkilenmektedir. İç hava nemi, kullanıcının cildinden su buharı difüzyonu ile, cildin yüzeyinden terin buharlaşması ile ve solunum ile vücuttan kaybedilen ısı miktarında etkili olmaktadır (Gazioğlu, 2012).

TS825'te soğuk iklim bölgesi, hafif-kuru bölge, hafif nemli bölge, sıcak-kuru bölge ve sıcak-nemli bölge olmak üzere Türkiye 5 farklı iklim olarak sınıflandırılmıştır.(Şekil 3.5)



Şekil 3.6:Türkiye’de 5 farklı iklimsel karakterin hakim olduğunu gösteren harita (Zeren, 1987).

Bölge iklim verileri tasarım aşamasında bütünsel olarak ele alınacağı gibi iyileştirme çalışmasında da göz önünde bulundurulması gereklidir.

### 3.3.3 Binaya ilişkin parametreler

Ekolojik tasarım özellikle “Mimarlık” alanında önemli bir yere sahiptir. Çünkü hızlıca tükenen enerjinin en aza indirilmesi ve tükenmeyen, çevre dostu, yenilenebilir aynı zamanda da sürdürülebilir enerjinin kullanımıyla maksimum kazanç sağlamak oldukça önemlidir. Ekolojik tasarımla yapılarda harcanan enerjiden en üst düzeyde yararlanmak amaçlanmaktadır. Bunun için yapı tasarlanırken bazı parametreler göz önünde bulundurulmalıdır. Başlıcalarını aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- **Binanın bulunduğu yer;** iklim kontrolünde ve hava kirliliğini önlemede etkili olan bir değişkendir. Bu değişkene göre binanın bulunduğu iklim koşulları ve konfor koşulları düşünülerek iklimlendirme öngörülmesi ve enerji harcamalarının azaltılması hedeflenmelidir. Bu başlık arazinin baktığı yön,

arazinin eğimi, konumu gibi bir takım alt başlıkları da içermektedir. Binanın arazi seçimi iklimsel etkilerin en uygun değerlerini hedefleyerek yapılırsa binalar için pasif iklimlendirme alternatifleri uygulanabilir, bu da enerji harcamalarını düşürerek hava kirliliğini önlemede yardımcıdır (Efe, 2009).

- **Binanın yönleniş durumu;** enerji etkinliği açısından güneş enerjisi kazancı, gün ışığından, rüzgarın serinletici ve havalandırma etkisinden yararlanma veya korunma konusunda tasarımı ya da iyileştirme çalışmalarının önemli unsurlarındandır. Güneş ışımının yönlere bağlı olarak bina kabuğuna etkisi farklılık göstermektedir. Dolayısıyla yapının yönlenişiyle beraber güneş ışınımı ve rüzgar optimize edilebilir. Binanın yönleniş durumu ayrıca manzara, arazinin topografik özellikleri, biyoklimatik veriler, yakın çevredeki ulaşım aksları, gürültü ve kirli hava kaynaklarının yeri gibi diğer faktörleri de içermektedir (Efe, 2009).
- **Binanın diğer binalara göre konumu** ve aralarındaki mesafe, güneş radyasyonu ile rüzgârın yönünü ve hızını enerji açısından doğrudan etkilemektedir. Bir binanın diğer binalara olan gölge etkisi dikkate alındığında, binaların uzaklığı ve yüksekliği önemlidir. Benzer şekilde, binalar arasında kalan alan, güneş ışığının tüm binalara ulaşması açısından önemli olduğu için binalar arası mesafenin iyi ayarlanması gerekmektedir (Mert, 2014).
- **Binanın formu;** uzunluğun binanın genişliğine oranı, yükseklik, çatı eğimi ve tipi, cephelerdeki eğimler vb. kriterlerden oluşur. Aynı zamanda binanın formu, enerji etkinliğin bir başka önemli parametresidir (Mert, 2014). Binanın formu cephe yüzey alanını etkilediği için ısıtma ve soğutma yüklerinin önemli parametrelerinden biridir. Enerji etkin bina tasarımı sürecinde, iklim koşullarına en uygun ve enerji harcamalarını düşürecek bina formunun seçilmesi önemlidir.
- **Binanın kabuğu,** dış çevre ile iç ortamı birbirinden ayıran ve farklı yapı bileşenleri tarafından oluşturulan tasarım ögesidir. Yapı kabuğu, hem ısısal konfor düzeyine erişmede hem de çevresel sorunları önlemede en önemli faktörlerden biridir. Böylelikle enerjinin en az düzeyde kullanılması sağlanmış olacaktır. Bu sebepten yapı kabuğunda kullanılacak kesitler, gereçler, saydamlık alanların uygunluğu ve tüm bunların detaylandırılması oldukça önemlidir (Dullinja, 2012).

Binanın kabuğunun enerji etkin yenilemede dikkate alınan optik ve termofiziksel özellikleri;

-Opak ve saydam bileşenlerin toplam ısı geçirme katsayısı,

-Opak bileşenlerin zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü,

-Opak ve saydam bileşenlerin güneş ışınımına karşı yutuculuk geçirgenlik ve yansıtıcılık katsayıları,

-Saydamlık oranı 'dır (Akşit, Manioğlu, & Gazioğlu, 2013).

### 3.4 Mevcut Bir Yapıyı Enerji Etkin İyileştirme Stratejileri

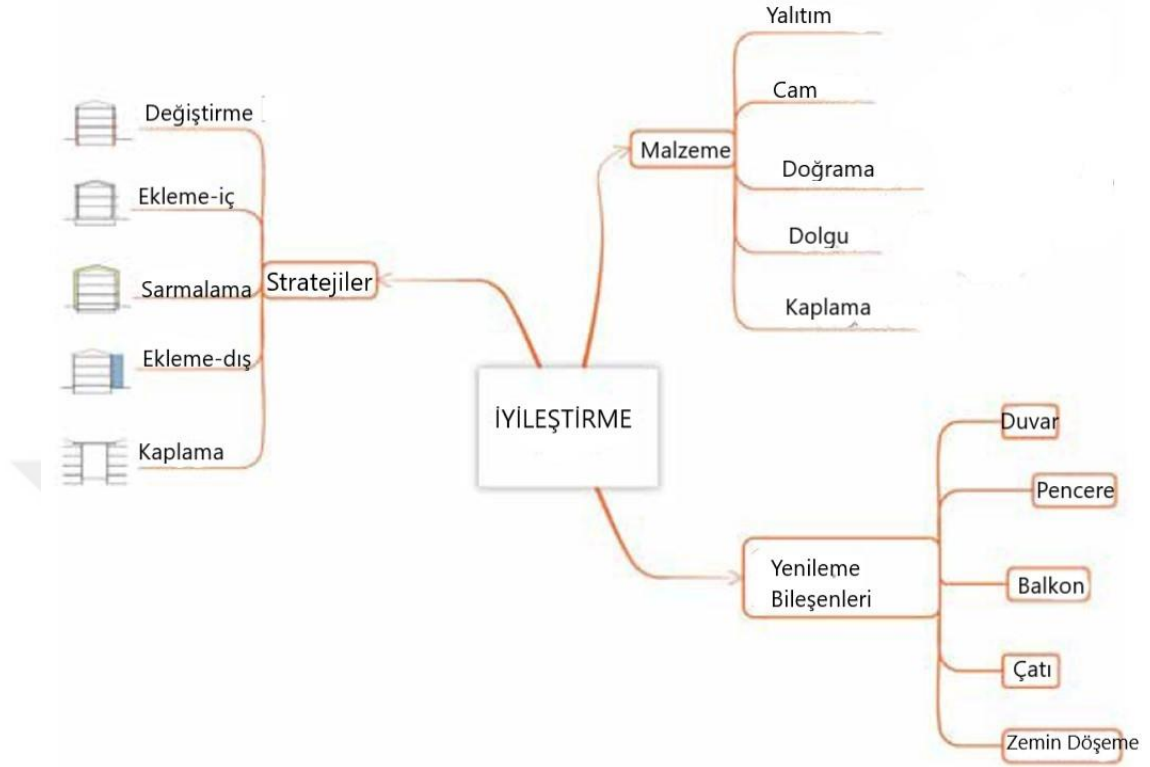
Mevcut bir yapının enerji etkin yenilenmeden önce binanın yapı teknolojisi, kullanılan malzemeleri, ısıtma ve soğutma sistemleri vb gibi kriterlerin analizinin doğru yapılması önemlidir. Ancak çoğu binada enerji harcamalarını arttıran etkenler ve etkisi ortaktır. Çizelge 3.1 'de enerji etkin yenilemede bina kabuğu ve yapı bileşenlerinin problemleri, sebebi ve etkisi gösterilmektedir.

Enerji etkin iyileştirmede temel amaçlardan biri ısıtma ve soğutma yüklerinin azaltılmasıdır. Mevcut binaların enerji etkin iyileştirilmesinde ısıtma ve soğutma yüklerinin azalmasını sağlamada aşağıda yer alan yöntemler izlenebilir:

- Sızıntıları gidermek (ısı geçirimsizliği artırmak),
- Mümkün olduğu kadar yüksek bir standartta yalıtım yapmak,
- Camları çift ya da üçlü yapmak,
- Isı köprülerini ortadan kaldırmak (Thorpe, 2010).

**Çizelge 3.1:** Enerji etkin iyileştirmede başlıca problemler (Konstantinou, 2014)

Problemler	Sebebi	Etkisi
Dış kabuğun düşük termal performansı.	Farklı malzeme / inşaat standartları, yalıtım yokluğu, yetersiz tasarım teknolojisi.	Enerji kaybı, yüksek enerji talebi.
Kapı ve pencerelerin zayıf hava sızdırmazlığı.	Yetersiz tasarım / teknoloji.	Enerji kaybı, yüksek enerji talebi, kullanıcı konfor koşullarının sağlanamaması.
Hava kaçağı-Yüksek ısı sızıntı oranları.	Yetersiz tasarım, bileşenlerin bozulması (çatlama, büzülme).	Enerji kaybı, yüksek enerji talebi, kullanıcı konfor koşullarının sağlanamaması.
Termal ısı köprüleri.	Maruz kalan bileşenler, yalıtımın olmaması, yetersiz tasarım.	Enerji kaybı, yüksek enerji talebi, iç yoğuşma.
Eskimiş tesisat.	Yapım tarihindeki teknoloji farklılığı.	Yüksek enerji talebi, teknik problemler, kullanıcı konfor koşullarının sağlanamaması.



Şekil 3.7: İyileştirme stratejileri şematik gösterimi (Konstantinou, 2014).

Çizelge 3.6’da İyileştirme Stratejileri malzeme, yapı yenileme bileşenleri ve strateji olarak 3 ana başlıkta incelenmiştir. Bu stratejilerden;

- **Değişirme (Replace);** dış cephe elemanlarının yenilenmesini,
- **Ekleme-İç (Add-in);** içten yalıtımı ve iyileştirme yöntemlerini,
- **Sarmalama (Wrap it);** dıştan yalıtımı, balonların kapatılmasını ve ikincil bir cephe ya da katman oluşturulmasını (gölgeleme elemanları kullanımını),
- **Ekleme-Dış (Add-On);** binaya küçük eklentiler yapmayı (yeni küçük balkon vb), binayı uzatmayı ya da kat eklemeyi,
- **Kaplama(Cover it);** yanyana olan 2 binayı ya da bina uzantısını birleştirmeyi, kapatmayı ifade eder.



**Şekil 3.8:** Ekleme-Dış (Add-On) Stratejisi (Konstantinou, 2014).

Yapı bileşenlerinin yenilenmesi ve malzemeler bina iyileştirme adımlarında beraber ele alınmalıdır. Bu maddeler ile özetlediğimiz müdahalelerin bu çalışmada önereceğimiz yapı elemanı bazındaki karşılıkları şu şekildedir:

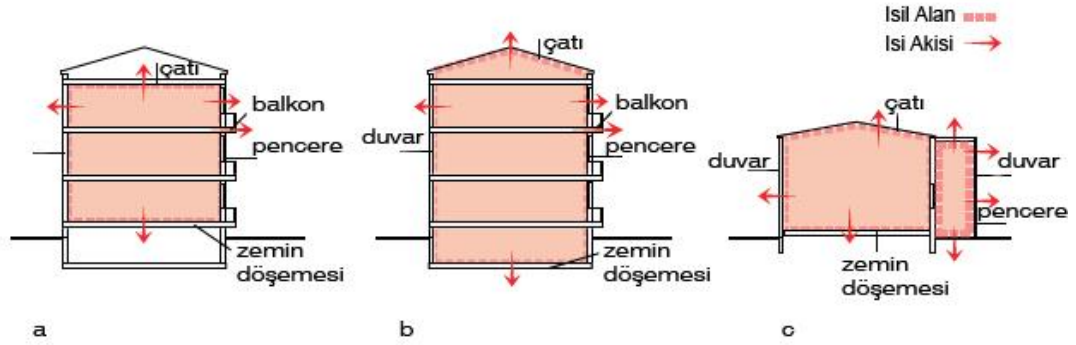
- Duvarlarda, döşemelerde ve çatılarda yalıtım yapmak veya mevcut yalıtım kalınlığını yükseltmek,
- Pencereleri hava-geçirimsizlik prensibini kullanarak iyileştirmek,
- Cephede gölgeleme elemanları kullanarak güneş kontrolü sağlamak.

### 3.4.1 Binalarda yalıtım

Hem yeni inşaat hem de yenileme işlerinde son derece önemli bir husus; ısı kaybını en aza indirmek, ısıtma maliyetlerini azaltmak, yakıt kaynaklarını korumak, çevre kirliliğini azaltmak ve ısı konforu en üst düzeye çıkarmak için bina kabuğuna iyi ısı yalıtımı sağlamaktır. 1970'lerden bu yana, yeterli ısı yalıtımı sağlamanın önemi, daha önce gerekenden çoktur (Gorse & Highfield, 2000). Yapı yönetmeliklerinde daha güçlü ısı yalıtımı standartları gerektiren değişiklikler yapılırsa yenileme çalışmaları ihtiyacı artabilir çünkü ısı yalıtımıyla ilgili mevcut yapı yönetmeliğine uymayacaktır.

Enerji verimliliğini artıran entegre bir yenilemeye ulaşmanın temel bileşenleri, enerji talebini artıran ısı kayıplarının meydana geldiği bileşenlerdir. Bu dış duvarlar, pencereler, balkon, çatı ve zemin kaplamasıdır ve bina kabuğunu oluşturur. Termal kabuk, kullanılan ve ısıtılmış alanların kapalı bileşenleridir. Termal kabuğun tanımlanması, ısı kayıplarının nerede meydana geldiğini anlamak için önemlidir, çünkü bileşenler sıcaklık farklılıklarının olduğu alanlara bitişiktir. Termal kabuk, alan tasarımına ve işlevine bağlı olduğundan her zaman bina kabuğu ile çakışmaz. Örneğin, Şekil 3.8'deki (a) ve (b) durumlarında, bina kabuğunun aynı olmasına rağmen termal

kabuk farklıdır. Bunun nedeni, (a) binasında, bodrum kat ve çatı boşluğunun ısıtılmamasıdır. Bu yüzden ısıtılan alandan gelen ısı zemin kat döşemesi ve en üst kat döşemesinden aktarılır ve bu ısı kaybını önleyici tedbirlerin uygulanması gerektiği yerdir.



**Şekil 3.9:** Enerji etkin iyileştirmede binalarda ısı kaybı (Konstantinou, 2014).

Birçok eski bina, iç alanlarında ısı tutulmasına elverişli değildir. Kalın dış duvarları olan binalarda ısı duvarlara hızlı bir şekilde emilir. Isıyı emen yoğun duvar konstrüksiyonu nedeniyle, tuğla veya taş binalar iç ortamı ısıtmak için daha fazla enerji alabilir. Binalar uygun şekilde yalıtılmazsa, ısı enerjisi basitçe yapıya girer ve geçer ve bu nedenle kaybolur. Ağır tuğla ve taş binalarda, özellikle aralıklı ısıtma çevrimlerinin çalıştırıldığı yerlerde tatmin edici bir ısıtma elde etmek zor olabilir. Bununla birlikte, yapı içindeki ağır iç duvarların avantajları vardır: Sıcak gün boyunca ısı enerjisini alan ve soğuk gece boyunca veren bir ısı deposu gibi davranabilirler. Ağır taş yapılara fayda sağlasa da, dış zarfın ısısına doğrudan binanın içinden akması için hala dikkat edilmesi gerekmektedir (Gorse & Highfield, 2000).

Dış duvarların yalıtılmasına ek olarak, çoğu zaman mevcut standartlara göre yalıtılmayacak ve bazı durumlarda hiç yalıtılmayacak olan mevcut çatının da iyileştirilmesi önemlidir. Temelde mevcut çatı yapısının yapısına bağlı olarak mevcut çatılara geniş bir yelpazede ısı yükseltme teknikleri uygulanabilir.

### 3.4.1.1 Duvarlarda yalıtım

Türkiye’de yalıtım esaslarının belirlendiği “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (2010)” kullanılmaktadır. Bu yönetmelik, dış iklim şartları, iç mekan gereksinimleri, mahalli şartlar ve maliyet etkinliğini dikkate alarak, bir binanın tüm enerji kullanımlarının değerlendirilmesini sağlayacak hesaplama kurallarını belirlemektedir.

Yapılan hesaplamalarda TS825 (Aralık 2013) kullanılmaktadır. TS825'te yalıtımın nasıl yapılacağıın esasları ve hesaplamaları belirtilmiştir.

Yukarıda açıklandığı gibi, birçok yenileme çalışması ısı yalıtımı eklenmesini veya yükseltilmesini içerecektir. Bu genellikle iç yüze veya dış yüze bir yalıtım malzemesi katmanı eklenerek veya duvarda boşluk olma durumunda, boşluğa bir yalıtım dolgusu enjekte edilerek uygulanır. Avrupa'da bazı yapı yönetmelikleri dış duvarlar için U-değeri gerekleri, elemanın yeni mi, korunmuş mu yoksa yenilenmiş eleman mı olduğuna bağlı olarak değişir. Ülkemizde TS825'te iklim bölgelerine göre yapı elemanı bazında olabilecek en yüksek ısıl iletkenlik katsayısı değerleri verilmiştir (Çizelge 3.2).

**Çizelge 3.2:** Bölgelere göre en fazla değer kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri (TS825, Aralık 2013)

	<b>U<sub>D</sub></b> (W/m <sup>2</sup> K)	<b>U<sub>T</sub></b> (W/m <sup>2</sup> K)	<b>U<sub>t</sub></b> (W/m <sup>2</sup> K)	<b>U<sub>p</sub></b> (W/m <sup>2</sup> K)
<b>1.Bölge</b>	0,66	0,43	0,66	1,8
<b>2.Bölge</b>	0,57	0,38	0,57	1,8
<b>3.Bölge</b>	0,48	0,28	0,43	1,8
<b>4.Bölge</b>	0,38	0,23	0,38	1,8
<b>5.Bölge</b>	0,36	0,21	0,36	1,8

Hangi yalıtım yöntemi kullanılırsa kullanılsın amaç, enerji tasarruflu bir bina sağlayan, belirtilenlerden daha düşük U-değerleri elde etmek olmalıdır. Masif duvarlı binalarda, içten veya dıştan uygulanan izolasyon arasındaki seçim iki ana faktöre bağlı olacaktır: Birincisi binanın aralıklı veya sürekli ısıtılıp ısıtılmadığı; ikincisi ise duvarların ısıl kapasitesi. İçten uygulanan yalıtım, binanın aralıklı olarak ısıtıldığı yerlerde etkilidir, çünkü ısının duvarlar tarafından emilmesini ve kaybedilmesini önler, böylece daha hızlı bir ısınma süresi sağlar. (Gorse & Highfield, 2000)

Duvarlarda yapılacak yalıtımda uygun U değerini duvarı dıştan ya da içten yalıtılarak elde etmek mümkündür. Ancak yapılacak uygulamanın birbirine göre avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Bunlardan başlıcalarını Çizelge 3.3'te listelenmiştir (Gorse & Highfield, 2000).



**Çizelge 3.3:** Duvarlarda içten ve dıştan yalıtımın karşılaştırılması (Gorse & Highfield, 2000).

<b>Dıştan Yalıtım</b>	<b>İçten Yalıtım</b>
Bina neredeyse tamamen yalıtımla sarılabilir, böylece ısı köprüleri önemli ölçüde azalır.	Uygulama hava koşullarından etkilenmez.
Mevcut duvar sıcak ve kuru tutulur, böylece yalıtım değeri ve ısı depolama kapasitesi artar.	Yalıtım yapılacak yüzeylere erişim daha kolaydır; tavanlar yüksek olmadığı sürece iskele gerekmez.
Harici iskele sistemi gerekir.	Dıştan uygulanan yalıtımdan daha ucuzdur.
Dış cephede tadilat gerektiren alanlarda estetiği geliştirmek için kullanılabilir.	Mevcut duvar korunmaz.
Duvarın kalınlığı dahilinde çatlaklardaki yoğuşma riski azaltılmıştır.	Mevcut iç duvar malzemesini maskeler.
Mevcut duvar dış ortamdan (çevreden) korunmaktadır.	Ciddi iç bozulmaya,tahribata sebep olur.
Bina içinde çalışma gerektirmez.	İç alan kaybı yaratır.
Binada korunması istenen mevcut iç duvar varsa, yüzeylerinin bozulmasını veya maskelenmesini önler.	Kapı ve pencereler etrafında uygulamak zordur.
Bina sakinleri binayı kullanmaya devam ederse, iskele bina kullanıcıları için uygun koruma sağlamalıdır.	Yalıtım kalınlığı sınırlı uygulanabilir.
Bina sakinlerine az rahatsızlık verir.	Bazı yalıtım malzemeleri ile yoğuşma riski oluşabilir.
İç alan kaybı yaratmaz.	Bazı yalıtım malzemeleri ile yangın riski artabilir.
Kapı ve pencereler etrafında uygulama kolaylığı yaratır.	Dıştan yalıtımla benzer olarak ısı kayıpları ve enerji korunumunda %50'ye kadar fayda sağlar.

**Çizelge 3.3 (devam):** Duvarlarda içten ve dıştan yalıtımın karşılaştırılması (Gorse & Highfield, 2000).

Dıştan Yalıtım	İçten Yalıtım
Yalıtım kalınlığı sadece düzeltme araçları ve mevcut yapının strüktür gücü ile sınırlıdır.	İçten uygulanan yalıtımdan daha pahalıdır.
İçten yalıtımla benzer olarak ısı kayıpları ve enerji korunumunda %50'ye kadar fayda sağlar.	

Görüleceği üzere dıştan ve içten yalıtımın birbirine göre avantajları farklılık göstermektedir. Tarihi miras değeri olan binalarda uygulama prensipleri bir sonraki bölümde irdelenecektir.

#### 3.4.1.2 Çatılarda yalıtım

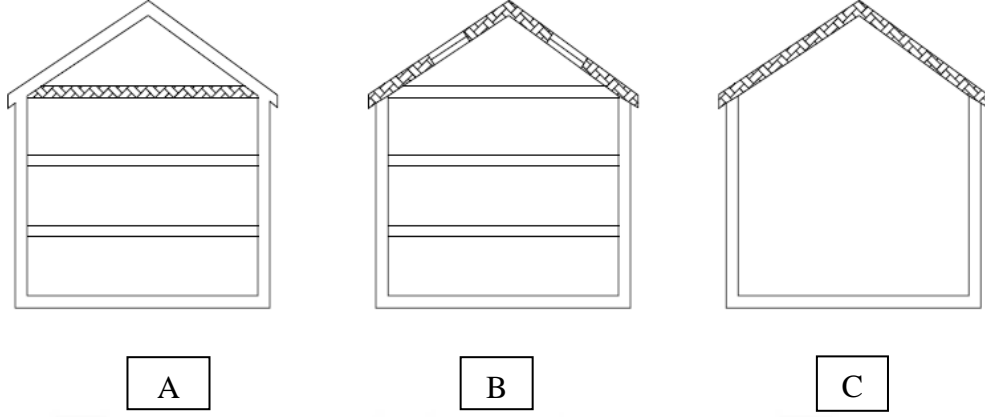
Çatıdaki ısı kaybı, bir binanın toplam ısı kaybının dörtte birini temsil edebilir ve bu nedenle gelecekteki ısıtma maliyetlerinin en aza indirilmesi için mevcut çatı yapısının termal olarak iyileştirilmesi gerekli olacaktır. Çatıları iyileştirmek için çeşitli teknikler mevcuttur ve bu işler genellikle bina ve bina sakinleri için minimum aksama ile gerçekleştirilebilir (Gorse & Highfield, 2000).

Çatılar, eğimli çatılar ve teras çatılar olmak üzere 2 başlıkta incelenebilir.

Eğimli çatılarda yalıtım 3 farklı şekilde ele alınabilir:

- Çatı arası/katı kullanımı amaçlanmadığında; eğimli çatı, tavan seviyesinde veya tavan kaplamasının hemen altına-çatı döşemesine- ilave bir yalıtım katmanı eklenebilir (Şekil 3.9a).
- Bununla birlikte, çatı arası/katı tadilat planında kullanım alanına dönüşecekse, yeni yalıtımı çatı kirişleri/mertekleri seviyesinde sağlamak gerekir (Şekil 3.9b).

- Tavan döşemesi bulunmayan ve mekanın çatı boşluğuna uzandığı binalarda yalıtımın çatı kirişi seviyesine yerleştirilmesi gerekebilir. Bunun tipik örnekleri, dini yapılar, fabrikalar, depolar vb. (Şekil 3.9c) (Gorse & Highfield, 2000).



**Şekil 3.10: Çatılarda Yalıtım**

Mevcut bir teras çatı yalıtımı için kullanılan yöntem teras çatının konstrüksiyonuna göre farklılık gösterebilir. Beton düz çatılar, döşemenin altına veya üstüne yalıtım katmanı yerleştirilerek yalıtılabilir. Ancak, mümkün olduğunca fazla yalıtımdan kaçınılmalıdır, çünkü bu durum nemi gidermek için ilave havalandırma ihtiyacı doğuracaktır (Gorse & Highfield, 2000).

#### **3.4.1.3 Döşemelerde yalıtım**

Döşemelerde ısı kaybı, dış duvarlar ve çatıdan önemli ölçüde daha azdır ve bu nedenle, binaları yenilerken döşemeler genellikle göz ardı edilir. Döşemelerdeki ısı kaybı çoğu zaman göz ardı edilse de; enerji verimliliği öncelikli yenileme/iyileştirme çalışmalarında, istenmeyen ısı akışının olabileceği tüm döşemelerde ısıl performansın yükseltilmesinin getireceği katkı değerlendirilmelidir (Gorse & Highfield, 2000).

Döşemenin ısıl performansının yükseltilmesinde, malzeme seçimi ve yalıtım yöntemi, mevcut döşemenin özelliklerine ve erişilebilirliğine bağlıdır. Ahşap zeminlerde yalıtım kirişler arasına yerleştirilebilir. Betonarme döşemede ise ısıtılan alanın üst yüzeyine, ilk döşemenin altına veya altında bulunan kirişlerin arasına yalıtım uygulanabilir. Diğer bir çözüm ise eğer var ise bodrum kat döşeme ve duvarlarının tamamının yalıtılmasıdır (Konstantinou, 2014).

#### **3.4.2 Pencerelerin ısıl performansının iyileştirilmesi**

Düşük karbonlu bir binada, pencereler yalıtım kabuğunda etkin boşluklardır. Işık ve ısı için güneş enerjisi kazanımı vardır, ancak ısıl performanslarının iyileştirilmediği

sürece ısı kaybı veya aşırı ısınma oluşabilir. Binanın içinde aşırı ısınmadan konfor sıcaklığını korumak için gereken güneş ısısının büyük bir kısmı pencereler ile sağlanabilir.

Bir binadaki güneş kazancı; güneşin gücüne, camının açısına ve güneş enerjisini iletme veya yansıtmak için etkinliğine göre değişir. Kışın binadaki güneş kazancını en üst düzeye çıkarmak (iç mekan ısıtma talebini azaltmak için), ve yaz aylarında kontrol etmek (soğutma gereksinimlerini ve güneş parlamasını en aza indirmek için), camların niteliği ve kaplaması sera etkisini optimize etmek için kullanılabilirken; pencerenin büyüklüğü, konumu ve gölgelemesi güneş kazancını optimize etmek için kullanılır (Utkutuğ & Ayçam, 1999).

Pencere bileşenlerinin ısı performanslarının değerlendirilebilmesi için, şeffaf (camlar) ve opak (çerçeve) bileşenlerin güneş ışınımına karşı davranışlarının, pencerelerden ısı transferine ait temel ilke ve kavramların bilinmesi gerekmektedir. Pencerenin ısı açıdan net enerji performansına ait değerler, şeffaf ve opak bileşenlerin güneşten ısı kazançlarının, iç-dış ortam arasındaki sıcaklık farkından kaynaklanan konduksiyon, konveksiyon ve ışıma (radyasyon) yolları sonucu gerçekleşen ısı transferinin birlikte hesaplanması ile elde edilmektedir (Utkutuğ & Ayçam, 1999).

Yeni pencereler monte etmek, çoğu yalıtım yönteminden daha yüksek maliyette değildir. Ancak eğer değiştirileceklerse, mevcut en iyi performansa sahip ünitelerle değiştirilmesi en doğru yöntemlerden bir tanesidir. Pencere seçerken dikkate alınabilecek değişkenler şunlardır (Thorpe, 2010):

- Camın kalınlığı
- Bölme sayısı (tek, çift, üçlü bölme camlar)
- Cam kaplaması (low-e vs)
- Hava boşluğu boyutu
- Doğrama kayıtının boşluk yapısı
- Kullanılan mastik/dolgu malzemesi
- Doğrama tipi
- Doğrama malzemeleri
- Sabitleme yöntemi

Cam, pencerenin ısı performansına etki eden en önemli bileşeni olduğu gibi; binaların mimari ifadesinde de önemli bir unsurdur. İç mekan çalışma ortamının kalitesini

arttırarak, dış mekan ve iç mekan ile görsel bağlantı sağlar. Günümüzde, cam alanındaki teknoloji, camın bir malzeme olarak sahip olduğu zayıf ısı performans ve kırılabilirliğin doğal sorunlarını çözmeye çalışmaktadır. Düşük ısı performans sorununu çözmek ve camın mukavemetini artırmak için kaplamaların, laminasyonların ve çeşitli özel cam türlerinin geliştirilmesine büyük çaba harcanmıştır. Bu teknolojiler hem yeni binalarda daha geniş olanaklar sunmaktadır, hem de yenilenmiş camlar mevcut bina kabuğunun ısı performansını yükseltebildiğinden, iyileştirme çalışmalarında da büyük öneme sahiptir (Konstantinou, 2014).

Güncel cam teknolojileri arasındaki hava boşluklu çok sayıda cam levha, yalıtım değerini tek cama nazaran önemli ölçüde artırır. Camın ısı performansı, hava boşluğunu daha az iletken, daha viskoz veya yavaş hareket eden bir gazla doldurarak daha da arttırılabilir. Burada hedef, katmanlar arasındaki hava boşluğunun iletkenliğini azaltmaktır. Üreticiler genellikle argon veya kripton gazı kullanmaktadırlar. Kısaca Low-E olarak adlandırılan düşük emisyonlu kaplamalar ise, camın yüzey emisyonunu azaltır. Bu tür kaplama malzemeleri esas olarak ışığın görünür dalga boyları üzerinde saydamdır, fakat cam panel tarafından emilen ve yayılan uzun dalga kızılötesi ısı radyasyon miktarını azaltır. Bu şekilde, soğuk hava koşullarında binanın iç kısmına doğru yeniden yayılan hemen hemen tüm emisyonlar ile, ısı kaybı büyük ölçüde azalır (Konstantinou, 2014).

Camın enerji performansının niceliğini ölçmede de temel olarak dört özelliği dikkate alınır. Bunlar ısı geçirgenlik katsayısı (U değeri), güneş ısı kazanç faktörü (SHGC), görünür ışık geçirgenliği (VT) ve genelde birleşim noktalarındaki boşluklar sebebiyle oluşan hava sızıntısıdır. Bir yapı bileşeni olarak cam; iletim, taşınım ve uzun dalga ışınımın birleşik etkisi ile ısı kaybeder. U değeri belirli bir kalınlıktaki malzemenin ne kadar ısı kaybı olduğunun ölçüsüdür. Bu değer ne kadar düşükse o kadar iyi yalıtıcıdır demektir (Erdemli, 2018). Güneşten ısı kazancı sağlamak için SHGC değeri yüksek olan pencere tipleri tercih edilmelidir. Güneş kontrolü açısından ise, SHGC değerinin düşük olması gereklidir. Ayrıca doğrama malzemesinin termofiziksel ve optik özellikleri pencerenin U değerlerini dolayısıyla, ısı kayıp ve kazanç miktarını etkilemektedir (Utkutuğ & Ayçam, 1999).

Enerji etkin iyileştirme çalışmalarında pencere doğramasının ve camının değiştirilerek pencere cam ısı performansının iyileştirilmesi en yaygın uygulamalardan biridir. Hem yeni inşaatlarda hem de tadilatlar, kullanılacak pencere doğramaları, piyasaya

sunulan farklı malzemelerden temin edilebilir. Genellikle pencere doğramaları için malzeme olarak ahşap, alüminyum, çelik veya PVC kullanılmaktadır. Doğrama tipinin seçimi, malzemenin özelliklerine ve maliyetine ve ayrıca istenen mimari ifadeye bağlıdır.

Camın ve duvarın ısı performansı arttıkça, pencere doğraması ısı köprüsü problemleri yaratmaktadır. Daha yüksek verim için gereksinimler, doğrama profilinde uygulanan bir yalıtım malzemesi olan ısı bariyerli pencere doğramalarının gelişmesine yol açmıştır. ABS (akrilonitril bütadien stiren), poliamid (naylon), polietilen HD, polipropilen, PVC-U (polivinilklorür) ve poliüretan bu amaçla kullanılan malzemelerden bazılarıdır (ISO10077-2, 2006). Doğrama bölümünün ısı geçirgenliğini tanımlamak için, doğrama malzemesinin kalınlığı, ısı bariyeri malzemesi, kullanılan sızdırmazlık maddesi dikkate alınmalıdır. Camlar daha verimli, çift veya üçlü cam panellerle değiştirildiğinde, panel ağırlığındaki artışla başa çıkmak için daha büyük çerçeve profilleri gerekebilir. Yenilemede özel pencere çerçeveleri tasarımı, orijinal binanın estetik izlenimini koruyacak hususları içerebilir. Bu duruma bir örnek, orijinal çelik çerçeveyi andıran özel bir alüminyum profilin uygulandığı Amsterdam'daki tescilli Koningvrouwen kompleksinin (Knaack, Konstantinou ve diğerleri, 2012) yenilenmesidir (Şekil 3.10).



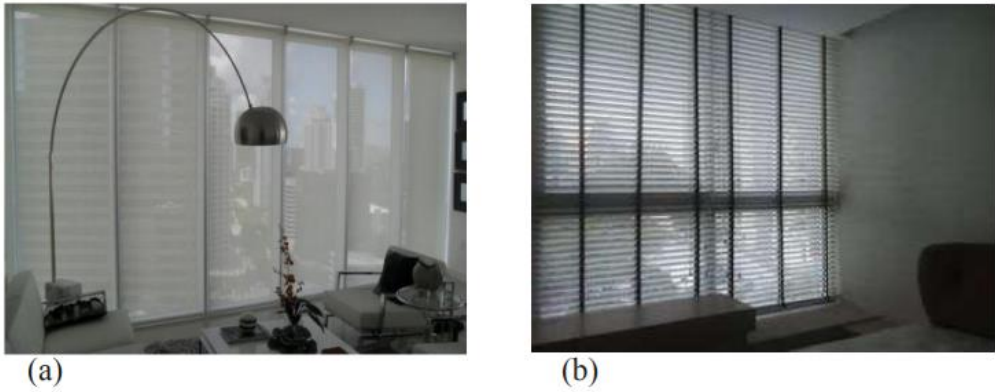
**Şekil 3.11:** Koningvrouwen Binası, Amsterdam (Koningsvrouwen Van Landlust, 2019).

### 3.4.3 Gölgeleme bileşenleri ve güneş kontrolü

Gölgeleme bileşenleri enerji etkin bina tasarımında güneşin istenmeyen ısıl etkilerini engellemek üzere kontrol amaçlı tasarlanan pasif soğutma sistemi bileşenleridir. Gölgeleme araçları; doğal ve yapay gölgeleme araçları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Doğal gölgeleme araçları ile bina çevresindeki gölge yapabilecek bitki örtüsü kastedilmektedir . Yapay gölgeleme araçları ise; bina formu, yönlendirilişi ve bina kabuğunda alınacak önlemlerle güneş kontrolünün yeterince sağlanamadığı durumlarda ek olarak; bina içi gölgeleme araçları (Şekil 3.12), bina dışı gölgeleme araçları (Şekil 3.11) olarak iki türlü tasarlanabilir. Mekan içinde pencere önüne yerleştirilen, perdeler, jaluziler gibi iç gölgeleme araçları, güneş ışınımı mekan içerisine girdikten sonra etkili olabildikleri için ışınımın neden olduğu parıltı sebebiyle kamaşma miktarını düşürmekte, ancak ısıl artışa engel olamamaktadırlar (Bayraktar, 2008).



Şekil 3.12: Bina dışı (sabit) gölgeleme araçları (Prowler, 2019).



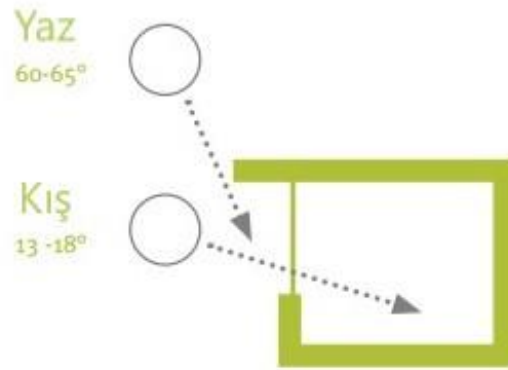
Şekil 3.13: Bina içi (hareketli) gölgeleme araçları a (stor perde); b (jaluzi)

(Othman & Khalid, 2013).

İç gölgeleme aracı olarak iki katlı iç izolasyonlu panjurları, manuel veya motorlu iç izolasyonlu perdeler ve panjurlar uygulanabilir. Dış cepheler için gölgeleme aracı olarak kepenkler, açılır gölgelik perdeler veya geri çekilebilir tenteler kullanılabilir. Bunlar günlük / saatlik değişimleri kontrol etmeye yardımcı olabilir. Sıcaklığı, güneş ışığını, günün saatini ve oda kullanım yoğunluğunu izleyen, motorlu pencere gölgeleme araçlarını kontrol eden otomatik sistemler de mevcuttur. Ancak üretim ve kurulum maliyetinin, soğutma talebini azaltarak tasarruf edilen enerji kazancından daha fazla olmamasına dikkat edilmesi gerekmektedir (Thorpe, 2010).

Cephe önüne monte edilen ve ayarlanabilir güneş kontrol bileşenleri, güneş enerjisinin azaltılması konusunda içeriye monte edilenden daha yüksek etki gösterir. Daha önce belirtildiği gibi, cam düzlemine ulaşmadan önce ısı girişini sınırlar. Dışta kullanılan bileşenler daha yüksek rüzgar ve hava koşullarına maruz kaldığından, iç kısımlara monte edilenden daha dayanıklı şekilde yapılmaları gerekir. Motorla çalışan güneş kontrol bileşenleri, kuvvetli rüzgar durumunda gölgeleme bileşenininin hasar görmesini önleyecek şekilde kontrol edilebilir (Hans, 2006).

Statik gölgeleme ise, gölgeleme bileşenlerinin bina cephesine entegre projelendirilmesiyle sağlanır. Bunlar dikey veya yatay olarak tasarlanabilir. Gölgeleme bileşenleri, güneşin seyri ve ortaya çıkan güneş açıları bakımından sabitlenir. Geometri ve biçimsel kompozisyonla bileşenler bir açı seçiciliği kazanır. Ögeler yaz güneşini engellemek ve kış güneşinin geçmesine izin vermek için şekillendirilebilir (Şekil 3.14) (Hans, 2006) .



**Şekil 3.14:** Orta Avrupa kış ve yaz mevsimlerindeki güneş açısı ile bina-gölgelemele aracı ilişkisi (Hans, 2006).



### **3.5 Tarihi Miras Değeri Olan Yapıların Enerji Etkin İyileştirmesindeki Kısıtlamalar**

1940'lardan itibaren, betonarme yapıların artmasıyla birlikte, yalıtıma ihtiyaç duyulmaya başlamıştır. Dolayısıyla Modernist Mimari, ısı yalıtımı söz konusu olduğunda bir ikileme karşı karşıya kalmıştır. Bir yandan, yakıt sıkıntısı nedeniyle ısı tasarrufu önlemlerine yönelik artan bir talep vardır. Öte yandan, malzeme tüketimini azaltmak ve daha büyük odaların yapımına izin vermek için bina strüktürünü en aza indirmek Modernizm'in ana amaçlarından biridir. Yalıtımın eklenmesi kaçınılmaz olarak inşaatın boyutlarını artıracığından, mimarlar ısıtma tasarrufu sağlamak ve ısı konforu arttırmak için duvar ve çatıların kalınlığını arttırmışlardır. Ancak 1940 öncesi ve sonrası olmak üzere Modern yapıların çoğunda enerji korunumu için önlemler alınmamıştır (Dahl & Wedeburn, 2006).

Enerji etkinliğin tarihi miras değeri olan yapılarda farklı ele alınması gerekmektedir. Temel prensipleri benzese de tarihi korumanın sınırlarını aşmamalıdır. Enerji verimliliğinin gereksinimleri binanın karakterini veya görünümünü kabul edilemez şekilde değiştirmemelidir. Binanın karakterine zarar verilmeyecek veya binanın kendine özgü yapı elemanlarının bozulmasına risk oluşturulmayacak durumlarda değişiklikler yapılmalıdır (Gorse & Highfield, 2000).

Enerji verimliliğini artırmanın dışında bazen tarihi bina dokusunun nemi azaltmak ve uzun süreli bozulma potansiyelini önlemek için nefes almasını sağlayacak önlemler de alınabilir (Gorse & Highfield, 2000).

Pencereler tarihi miras değeri olan bir binada enerji verimliliği sağlamak için değişimi gerekli ise ve herhangi bir sebepten dolayı değiştirilmeyeceklerse veya tarihi bir binada korunması gerekiyorsa, o zaman ısı performansını da artırabileceğinden ikincil camlama bir yöntem olarak kullanılabilir (Thorpe, 2010).

Modern yapı olarak nitelendirilmeyen ancak tarihi bina özelliklerini taşıyan ve korunan İskoçya Evleri'nde gerçekleştirilen enerji etkin iyileştirme çalışmaları, korunan tarihi binalarda enerji etkin iyileştirme yaklaşımlarının, kapsam ve yöntemini göstermek amacıyla izleyen alt bölümlerde ele alınmıştır.

### 3.5.1 Tarihi İskoçya evleri iyileştirme vaka çalışması: Sword Caddesi, Glasgow, 4 Katlı Apartman

Bu projenin amacı, geleneksel olarak inşa edilmiş binaların ısı performansını iyileştirmek için kullanılacak yöntem ve malzemeleri incelemektir. Mümkünse, duvarların performansını korumak için doğal ve buhar geçirgen malzemeler kullanmak istenilmiştir. Çalışmada, ısı performansındaki iyileştirmeleri karşılaştırmak için beş farklı yalıtım malzemesi kullanılmıştır.

Çalışmanın yapıldığı bina, dört katlıdır. Konukevi olan zemin kat ve her biri iki daire içeren üst üç kat bulunmaktadır. Taş duvar üzerine tuğla kaplamalı duvarlarla inşa edilmiştir ve yapım yılı yaklaşık 1890 yılına kadar uzanır (Şekil 3.16). Binanın 6 dairesinde uygulama yapılmıştır. Daha önceki kapsamlı bir tadilatla tüm iç duvar kaplamaları sökülüştür. Bu durum orijinal duvar sıvalarının veya dekoratif öğelerin korunması konusunda bir sınırlama olmadığı anlamına gelmektedir (Jenkins, 2018).



Şekil 3.15:İskoçya’da büyük ve eski bir apartman (Jenkins, 2018).

Altı dairenin dış duvarlarının ısı performansı iyileştirme çalışmalarından önce ölçülmüştür ve hepsinin U değeri  $1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$  bulunmuştur. Uygulanan yalıtım malzemelerinden ilki tane polistirendir. İkinci olarak denenen yalıtım malzemesi ise haddelenmiş polistren köpüğüdür. Üçüncü olarak, kenevir elyafından yapılan levha yalıtım malzemesi olarak uygulanmıştır. 100 mm kalınlık elde etmek için iki kat 50 mm levha kullanılmıştır. Uygulanan dördüncü malzeme olan ahşap lif levha, yine 80

mm kalınlıkta olmasına rağmen, ahşap çıta arasına uygulanmıştır. Üç ve dördüncü önlemler için, duvarlar 12.5 mm kalınlığında kartonlu alçı plaka ile yeniden düzeltilmiştir. Denenen son iki seçenek, 40 mm ve 50 mm kalınlığında aerojel levhasıdır (Jenkins, 2018).

Yalıtım malzemelerinin her biri ile elde edilen ısı iyileştirmenin sonuçları farklıdır. En büyük düzelme, U-değerinde % 81'lik bir iyileşme sağlayan 80 mm kalınlığındaki ahşap lif levha kullanılarak elde edilmiştir. Bu, hem kenevir elyafı levhası, hem de 50 mm aerojel levhası eklenen duvarların U-değeri  $0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$  'in altına çıkarmıştır. Yeni yapı standartını karşılamayan iki ürün, 0.02 (enjekte tane polistiren) ve 0.07 (40 mm aerojel)'dir. Bu nedenle, tüm ürünlerin geleneksel olarak inşa edilen yığma duvarın ısı performansında önemli bir gelişme sağladığı görülebilir.

Denenmiş yalıtım önlemlerinden hiçbiri nemi arttırmamıştır. Malzemenin bağıl nemi, üç durumda (aerojel levhası, kenevir levhası ve ahşap lif levha), odadakilerden daha yüksek olmasına rağmen, sadece ahşap lif levha durumunda önemli bir fark oluşmuştur. Haddelenmiş polistren köpük ve tane polistiren yalıtımı için nem hem arayüzde hem de duvarın dokusunda daha düşük olmuştur (Jenkins, 2018).

Bu vaka çalışmasında açıklanan yalıtım denemeleri, altı farklı iç yalıtım önleminin, duvarların ısı performansını önemli ölçüde artırabileceğini göstermektedir. Bu önlemlerden dördü ile,  $0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$  'in altında bir U-değeri elde etmiştir. Tüm tedbirler duvarın buhar geçirgenliğini korumuştur ve yalıtım ile duvar arasındaki arayüzde ve duvar içinde yalıtımdan dolayı bağıl nemde önemli bir artış olmadığını göstermiştir (Jenkins, 2018).

### **3.5.2 Tarihi İskoçya evleri iyileştirme vaka çalışması: Newtongrange'deki Kır Evi**

Bu proje, çatı katında yaşanabilir bir odadaki eğimli tavanlara odaklanmıştır. Bu alanların iç kaplamaları sökülmeden yalıtılması zor olduğu için; bu durum çoğu zaman tarihi uygulama yönteminin kaybına, kapsamlı inşaat işlerine ve yeni malzeme ile birlikte işçilik masraflarına yol açmaktadır. Bu proje, yüksek tavanlar için bina kabuğunun kapsamlı bir şekilde yenilenmesi gerekmeden veya hasar vermeden etkili ısı iyileştirmelerin mümkün olduğunu kanıtlamaya çalışmıştır.



**Şekil 3.16:**İskoçya Newtongrange'deki kır evi (Snow, 2018)

Ele alınan bina Newtongrange'deki 1,5 katlı teraslı bir kır evidir. Yakındaki Lady Victoria Colliery'deki madencileri ağırlamak için inşa edilen 1872 yılından kalma bir dizi konuttan biridir. Özelliği, kırmızı tuğla ile inşa edilmiş olması ve pencere sövelerinde krem rengi tuğla kullanılmasıdır. Pencere çerçevelerinde tek camlı ve ahşap doğramalıdır. Konut, zemin katta bir oturma odası ve mutfaktan, iki yatak odasına açılan bir merdiven ve üst katta bir banyodan oluşmaktadır. İyileştirmeler sadece üst kat ve çatı katında gerçekleştirilmiştir. Pencere çerçevelerine ikincil camların takılması, döşemeye tane polistiren ile yalıtım yapılması ve çatı yalıtımı yapılan uygulamalar arasındadır (Snow, 2018).

Mevcut cam düzenlemelerine uyacak şekilde özel üretim ahşap çift camlı ikincil bir cam ünitesi tasarlanmıştır. Marangoz atölyesinde standart doğrama ekipmanları ve olanakları kullanılarak yeni doğramalar imal edilmiştir. Mevcut ahşap çerçeveler, pencere kasalarının (kenarlar, baş ve çita) iç yüzeylerine tutturulmuştur, böylece yeni birimler, iç kaplamaları etkilemeden doğrudan pencere kasasına tutturulabilmektedir (Snow, 2018).



**Şekil 3.17:**İskoçya Newtongrange'deki kır evinde pencere iyileştirmesi (Snow, 2018)

Çatı arasına tane polistren yalıtımının yerleştirilmesinden sonra, ana çatı kirişleri arasına 140 mm koyun yünü yalıtımı, kişirlerin üzerine de 100 mm yalıtım yerleştirilmiştir. Binadaki mevcut bozulmuş mineral yünü izolasyonu koyun yünü ile değiştirmenin bir gelişme olduğu düşünülmektedir. Koyun yününün daha çok 'nefes alabilen' özelliği ile bir nem tutucu olarak görev alacağı kabul edilmiştir (Snow, 2018).



**Şekil 3.18:**İskoçya Newtongrange'deki Kır Evinde Çatı İyileştirmesi (Snow, 2018)

Çalışmanın ardından müdahalelerle yapılan ısı gelişmeleri değerlendirmek için ölçümler yapılmıştır. Tavan ve tavandaki iyileştirmeler başarılı bulunmuştur. Çatı münferit bir eleman olarak  $0.35 \text{ W} / \text{m}^2\text{K}$  olan İskoç Bina Standardı U değeriyle örtüşmektedir (Snow, 2018).

Bu vaka çalışması, müdahale yaklaşımına ilişkin doğru kararların alınması için yapılmış eski düzenlemelerin tam olarak anlaşılması gerektiğini göstermiştir. Tavan

boşluğu havalandırması ile ilgili sorunlara rağmen koyun yünleri ve ikincil cam müdahaleleri başarılı olmuş ve bu geleneksel tuğla binada hem ısı hem de akustik konforu iyileştirmiştir (Snow, 2018).



## **4.MODERN MİMARLIK ÖRNEĞİ KONUT BİNALARINDA ENERJİ ETKİN İYİLEŞTİRME SEÇENEKLERİNİN ANALİZİ**

Bu bölümde, Modern Mimarlık örneği konut binalarında uygulanabilecek enerji etkin iyileştirme çözümlerinin verimliliklerini örneklemek amacıyla, Bağdat Caddesi üzerinde tescile önerilen çok katlı konut binaları için önerilen iyileştirme çözümleri, yapılan benzetim çalışmaları ve sonuçları açıklanmış ve tartışılmıştır. Bina kabuğuna yapılan müdahalelerle binaların enerji etkinliğine sağlanan katkı yüzdelik oranlarla ifade edilmiştir. İnceleme için seçilen binaların tekil değerlendirilmesinin yanı sıra tüm binalar kendi içinde karşılaştırılmıştır. Maliyet kontrolü amaçlı hacim bazında da iyileştirmeler incelenerek bina enerji etkinliğine nasıl bir katkı sunulacağı tartışılmıştır.

### **4.1 Çalışmanın Aşamaları**

Modern mimarlık örneği konut binalarındaki enerji etkin iyileştirme önerilerinin verimliliğini değerlendirme çalışması;

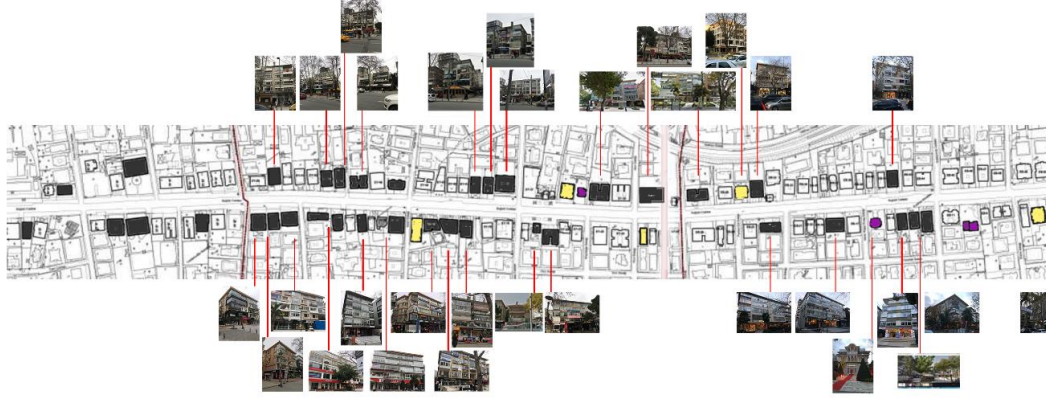
1. Alan çalışması ile incelenebilecek binaların özelliklerinin belirlenmesi
2. Bina özellikleri dikkate alınarak incelenecek binaların seçimi
3. Seçilen binalarda uygulanacak enerji etkin çözümlerin enerji harcamalarına etkisinin bilgisayarlı benzetim ile belirlenmesi
4. Sonuçların karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi

temel aşamalarından oluşmaktadır. İzleyen alt bölümlerde bu aşamalar ve alınan kararlar açıklanmıştır.

#### **4.1.1 Alan çalışması ve kapsamı**

İstanbul Kadıköy ilçesi'nde Bağdat Caddesi üzerinde, Caddebostan'dan başlayarak Erenköy ve Suadiye'yi de içeren alanda bulunan ve Salman, Bilgili ve Pulat'ın (2010) çalışmasında tescile önerilmiş 70 adet bina, harita çalışmasında konumları, boyutları

ve özellikleri bakımından incelenerek sınıflandırılmıştır. Bu binaların kullanım amaçları, cadde cephesi yönelişi, cephe kaplamaları, kat sayıları, oturma alanları, toplam cephe uzunlukları ve saydamlık oranları incelenmiş ve envanterleri tutulmuştur.



**Şekil 4.1:** Alan genelinde belgeleme çalışması

Bağdat Caddesi'nde yapılan alan çalışmasında incelenen çoğu bina çok katlı apartman niteliğinde olsa da birkaç adedi kimi zaman modern mimari özellikleri taşıyan, kimi zaman da daha önceki mimari üslupları yansıtan iki katlı villa ya da ahşap köşk yapısıdır. İncelenen 70 adet binanın bazıları çalışma üzerinden geçen süre içerisinde mevcudiyetlerini yitirmiş ve yıkılmışlardır. Alan/Harita çalışmasında yıkılıp/yıkılmadıkları belirtilmiş; fotoğrafları eklenmiştir. Şekil 4.1'de verilen alan genelinde belgeleme çalışmasında, sarı renkli binalar yıkılanları, mor renkli binalar tekil/tek katlı binaları ifade etmektedir.

Bağdat caddesi üzerinde yer alan çok katlı apartman yapılarının uydu haritası üzerindeki yaklaşık çatı alanları baz alınarak büyüklükleri hesaplanmıştır. Yaklaşık değerler dikkate alınarak bina oturma ve cephe uzunluğu açısından birbirine yakın boyutlardaki binalar belirlenmiş ve Kadıköy Belediyesi'sinden projeler edinilerek projelere göre tablolar tekrar revize edilmiştir. Ayrıca alan çalışmasında fotoğraflamak suretiyle cephelerinde kaplama olup olmadığı, kat sayıları ve binaların ağırlıklı olarak hangi fonksiyonda kullanıldığı belirtilmiştir.

#### **4.1.2 Karşılaştırma yapılacak binalar ve seçim kriterleri**

Alandaki genel belgeleme çalışmasında oluşturulan harita ve bina özelliklerini içeren envanter incelenecek binaların seçiminde altlık olarak kullanılmıştır. Bu bilgilere



dayanarak, cephe uzunluğu ve kat alanı açısından benzeşen ancak fonksiyon, yöneliş veya cephe kaplamasında farklılaşan örnekler gruplandırılmıştır (Çizelge 4.1).

İncelenecek binaların seçiminde öncelikle kat alanı dikkate alınmış ve kapsamında yeterli sayıda bina içeren üç grup arasından (A: 390-570 m<sup>2</sup>, B: 215-220 m<sup>2</sup>, C:310-350 m<sup>2</sup>) A ve B tiplerinin incelenmesine karar verilmiştir. Bu tipler dahilindeki binalar arasından seçimde ise, karşılaştırma yapabilmek amacıyla farklı işlevler için kullanılması ile farklı ön cephe yönü ve kaplaması olmasına dikkat edilmiştir. Çizelge 4.1'de verilen kodlamada, bina büyüklüğüne göre tipler A ve B olarak belirtilmiş, ön cephe yönünün bilgisi güney yönü için G, kuzey yönü için K harfleri ile gösterilmiştir.

**Çizelge 4.1:** Seçilen binalar ve genel özellikleri

BİNA KODU	TİP	ADA PAFT A	BİNA KAPI NUMARASI	APARTMAN İSİMİ	BİNA ÖN CEPHE YÖNÜ	TAŞ CEPHE KAPLAMASI	ISITMA SİSTEMİ	KAT SAYISI
A1.K.K0	A	1166/42	330	Celalpaşa apt.	Kuzey	Yok	Merkezi Sistem/Radyatör	Zemin+4
A2.G.K1	A	347/50	393	Cemal bey apt.	Güney	Var	Merkezi Sistem/Radyatör	Zemin+4
A3.G.K1	A	338/8	397	Selçuk apt.	Güney	Var	Merkezi Sistem/Radyatör	Zemin+4
B1.K.K1	B	1092/78	356	Tangüner apt.	Kuzey	Var	Merkezi Sistem/Radyatör	Zemin+4
B2.G.K0	B	350/64	369	Saffet apt.	Güney	Var	Merkezi Sistem/Radyatör	Zemin+4

A ve B grubundaki tüm binalar zemin ve 4 normal kattan oluşmaktadır. Bodrum katları kendi içinde farklılık göstermektedir. A grubundaki binaların tümünde katta 4 daire bulunurken B grubu binalarda katta 2 daire bulunmaktadır. Binaların plan yapıları kendi grupları içlerinde benzerlik gösterirken, bina oturma alanları ve cadde cephesi uzunlukları da benzeşmektedir (Çizelge 4.2).

**Çizelge 4.2:** Seçilen binaların kat sayısı ve boyutlarına göre incelenmesi

BİNA KODU	KAT TA BULUNAN DAİRE SAYISI	ZEMİN KAT OTURUM ALANI (m <sup>2</sup> )	TOP LA M CEPHE UZUNLUĞU (m)	ÖN (CAD DE) CEPHE UZUNLUĞU (m)	SAYDAMLIK ORANI	NORMAL KAT CEPHE ALANI (m <sup>2</sup> )	NORMAL KAT KÖŞE DAİRE CEPHE ALANI (m <sup>2</sup> )	SAYDAMLIK ORANI
A1.K.K0	4	570	112	32	%41,50	349,5	117,45	%47,60
A2.G.K1	4	466	126	27	%40,70	357,54	116,88	%30,90
A3.G.K1	4	390	106	30	%41,70	325,38	102,75	%41,40
B1.K.K1	2	215	74	10	%36,70	208,8	104,4	%36,70
B2.G.K0	2	220	76	13	%41,00	215,35	107,67	%41,00

A grubunda yer alan binaların normal kat cephe saydamlık oranları %40,7 ile %41,7 aralığında değişkenlik göstermektedir. B grubunda yer alan B1 binası normal kat cephe saydamlık oranı %36,7 iken ; B2 binası normal kat cephe saydamlık oranı %41'dir. Daire bazında da normal kat saydamlık oranı %30 ile %47,6 arasında değişkenlik göstermektedir (Çizelge 4.2). Cephesinde korumaya değer doğal taş kaplama olan binlarda, kodlama sisteminde kaplama var ise K1, kaplama yok ise K0 olarak belirtilmiştir.

#### 4.1.3 Enerji etkin yenileme seçeneklerinin belirlenmesi

Bu çalışma aşamasında seçili binalarda enerji etkin iyileştirme seçeneklerinin verimliliğini incelenmiştir. Kadıköy Belediyesi'nden projeleri edinilen binalar, Design Builder programı ile modellenmiş ve yine Design Builder programı ile ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarına ilişkin analiz sonuçları alınmıştır.

Verimliliği araştırılan iyileştirme müdahalelerinden ilki; duvarlara yalıtım yapılmasıdır. Binaların karakteristik yapısını korumak amacıyla bina cephesinde taş kaplama olanlara sadece içten yalıtım müdahalesi öngörülmüş; taş kaplama olmayanlarda ise hem içten hem de dıştan yalıtım alternatifleri çalışılmıştır. Binalarda enerji ihtiyacını azaltmak için önerilen diğer müdahale ise saydam bileşenlerin iyileştirilmesidir. Binaların orijinal pencereleri ahşap doğrama ve tek cam olarak ele alınmıştır. Amaç, mevcut ahşap doğrama modelini koruyarak cam değişimi ile ısıtma ve soğutma yüklerini azaltmaktır. Öneri olarak çift cam ve Low-e kaplamalı çift cam alternatifleri çalışılmıştır. Modern yapıyı koruma amacı güdüldüğünden gölgeleme elemanı olarak yalnızca perde kullanılmıştır. Perdenin, kullanım programına göre binadaki ısıtma ve soğutmaya olan etkisi araştırılmıştır.

Modellenen binaların duvar ve pencerelerinde farklı müdahaleler ayrı ayrı denenerek en etkili iyileştirme seçenekleri araştırılmıştır. İyileştirme kapsamında, binanın mevcut hali, her bir elemanın tek tek iyileştirilmiş hali ve tüm elemanların iyileştirilmiş hali için benzetim yapılmıştır. Benzetimlerde kullanılan veriler ve yapılan kabuller izleyen alt bölümlerde açıklanmıştır.

#### 4.1.3.1 Konum ve iklim bilgileri

İncelenen binalar, daha önce belirtildiği gibi, Kadıköy ilçesi Caddebostan ve Suadiye mahalleleri, Bağdat Caddesi üzerindedir. Ancak benzetim programında İstanbul için tek seçenek olduğu için iklim ve konum verisi sistemde tanımlı İstanbul/Atatürk olarak alınmıştır. (Şekil 4.2) Buna göre 28,82 Enleminde ve 40,97 Boylamındaki iklim verisi girişi yapılmıştır.

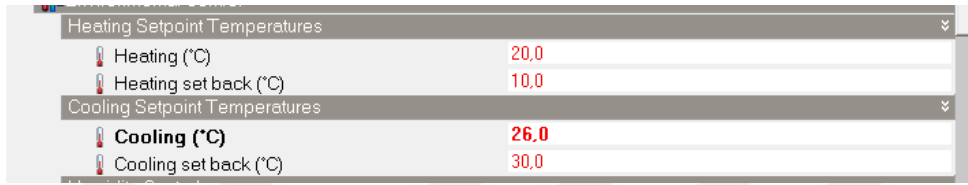
The screenshot shows a software interface with a 'Location' tab selected. The 'Location Template' is set to 'ISTANBUL/ATATURK'. Under 'Site Location', the following data is entered: Latitude (°) is 40.97, Longitude (°) is 28.82, and ASHRAE climate zone is 3C. Below this, there are sections for 'Site Details', 'Time and Daylight Saving', 'Simulation Weather Data', 'Winter Design Weather Data', and 'Summer Design Weather Data', each with a right-pointing arrow indicating further options.

Field	Value
Location Template	ISTANBUL/ATATURK
Latitude (°)	40.97
Longitude (°)	28.82
ASHRAE climate zone	3C

Şekil 4.2: Konum bilgisi için veri girişi

#### 4.1.3.2 Isıtma ve soğutma sistemlerine ilişkin kabuller

A grubu normal kat daire planında 4 adet daire, B grubu binalarda ise 2 adet daire yer almaktadır ve hepsinin salonu cadde cephesine bakmaktadır. Binanın tüm ısıtma yükleri hesaplanırken bodrum katlarda ısıtma ve soğutma yükleri hesaplanmamış olup diğer katların hem ısıtılıp hem de soğutulduğu kabul edilmiştir. Bina Enerji Performansı yönetmeliğinde (BEP-TR, 2017) belirtilen konut (rezidans) ısıtma ve soğutma konfor sıcaklıklarına göre; Isıtma sıcaklığı ayar değeri (heating set point) 20°C, soğutma sıcaklığı ayar değeri (cooling set point) 26°C alınmıştır (Şekil 4.2).



Heating Setpoint Temperatures	
Heating (°C)	20,0
Heating set back (°C)	10,0
Cooling Setpoint Temperatures	
Cooling (°C)	26,0
Cooling set back (°C)	30,0

Şekil 4.3: Isıtma ve soğutma sıcaklıkları veri girişi

İncelenen tüm apartmanlar merkezi ısıtma sistemi ile ısıtılmaktadır. Isıtma sistemi enerji kaynağı doğal gazdır. İhtiyaca bağlı olarak da katlarda bağımsız sistemler (split klima) soğutma amaçlı kullanılmaktadır. Soğutma sistemi enerji kaynağı ise elektrik enerjisi olarak belirtilmiştir. (Çizelge 4.3).

Binalarda doğal havalandırma yapıldığı verisi girilmiştir. Sıcak su kullanımı iç kazanları etkilediğinden dolayı enerji kaynağı doğalgaz olarak belirtilerek bina ısıtma programına göre kullanıldığı belirtilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3: Binaların ısıtma, soğutma, havalandırma ve sıcak su sistemi özellikleri

<b>Isıtma sistemi</b>	Merkezi Sistem
<b>Isıtma Aracı</b>	Radyatör
<b>Isıtma Enerji Kaynağı</b>	Doğal gaz
<b>Soğutma Sistemi</b>	Klima (Bağımsız)
<b>Soğutma Enerji Kaynağı</b>	Elektrik
<b>Havalandırma</b>	Doğal Havalandırma
<b>Sıcak Su</b>	Doğal gaz (kombi)

Seçilen binaların bir bölümü ağırlıklı konut olarak kullanılmakta, bir bölümü ise ağırlıklı olarak ofis olarak kullanılmakla birlikte bünyesinde konut olarak kullanılan birimler de bulunmaktadır. Bu nedenle, ısıtma programında incelenen tüm binalar için konut kullanımı öngörülerek tüm günler 7:00-23:00 saatleri arasında ısıtıldığına dair

veri girişi yapılmıştır. Soğutma programında ise saat belirtilmemiş iç hava sıcaklığı ayar değerini girerek her zaman açık konumuna getirilmiştir.

#### 4.1.3.3 İ kazançlar ve aydınlatma sistemine ilişkin kabuller

TUIK verilerine göre İstanbul hane halkı sayısı 2016 yılı ortalaması hane başına 3,5 kişidir. Çalışmada konut başına ortalama 3,5 kişilik veri girişi yapılmıştır (izelge 4.4).

**Çizelge 4.4:** İstanbul ortalama hanehalkı sayısı (TUIK, 2008-2016)

Yıl	Hanehalkı Sayısı
2008	3,8
2009	3,8
2010	3,7
2011	3,6
2012	3,5
2013	3,5
2014	3,5
2015	3,5
<b>2016</b>	<b>3,5</b>

Metabolizma değerlerinde; erkek metabolik değerleri baz alınmıştır. Aktivite olarak dinlenme pozisyonu seçilmiştir. Giysi türü olarak iç ortamda kışın 1, yazın 0,5 oranlarında giysi giyildiği varsayılmıştır (izelge 4.5).

**Çizelge 4.5:** İ kazançlar için kabuller

İnsan yoğunluğu	Hane başına 3,5 kişi
Aktivite	Dinlenme
Giyim/yaz-kış	0,5-1
Elektrikli Ekipmanlar	Kullanımda

Hesaplama yapılırken aydınlatma gücü mekan fonksiyonuna göre farklılık gösterdiğinden m<sup>2</sup> başına düşen aydınlatma gücü daire içindeki metraj ve fonksiyon ihtiyaına göre ortalama değer olarak alınmıştır. Oda fonksiyonuna göre m<sup>2</sup> başına aydınlatma ihtiyacı için izelge 4.6'daki değerler alınmış ve odalardaki aydınlatma ihtiyaının toplamı daire alanına blnmştir.

**Çizelge 4.6:** Mekan konfor koşullarına göre aydınlatma güçleri (Ashrafian, 2016)

Mekan	Aydınlatma Gücü (W/ m <sup>2</sup> )
Salon	6,5
Mutfak	9
Ebeveyn Yatak Odası	5
Yatak Odası	9
Banyo	5
Hol	4

#### 4.1.3.4 Saydam ve opak kabuk bileşenlerine ilişkin veri ve kabuller

Duvar bileşenlerinin malzemeleri TS825 (2013)'de tavsiye edilen ısı iletkenlik katsayılarına göre programa girilmiştir (Çizelge 4.7).

**Çizelge 4.7:** TS825'te belirtilen duvar malzemeleri ve ısı iletkenlik değerleri

TS825'te Belirtilmiş Duvar Malzemeleri	Isı iletkenlik hesap değeri W/mK
Düşey delikli tuğlalarla duvarlar (TS EN 771-1'e uygun)	0,33
Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.) TS EN 13162 10) 'ye uygun	0,035
Ekstrüde polistren köpüğü (TS 11989 EN13164'e uygun)	0,034

Çizelge 4.8'de hem mevcut halindeki U değerleri, hem de duvarlara önerilen müdahaleler ve bunların sonucunda oluşan U değerleri belirtilmiştir. Orijinal duvar TS825'te duvar malzemeleri için tavsiye edilen ısı geçirgenlik katsayılarına göre hesaplanmış ve U değeri 1,607 W/m<sup>2</sup>K bulunmuştur. TS825'te İstanbul'un yer aldığı 2. Bölgede duvar için belirlenen azami U değeri 0,57 W/m<sup>2</sup>K'dır. Bu değer orijinal duvara 4 cm XPS veya taşyünü Yalıtım uygulandığında sağlanmaktadır. Bununla beraber, yalıtım kalınlığının artışının etkisini görmek amacıyla 6 cm kalınlığında yalıtım uygulamaları da incelenmiştir. Çizelgede görüleceği üzere, orijinal duvar harici tüm duvar alternatifleri TS825 gereksinimlerini karşılamaktadır. Ayrıca çizelgede, " iyileştirmelerin analizlerinde kolaylık sağlamak üzere kısaltılarak oluşturulan 'Duvar Müdahale Kod'ları da verilmiştir.

**Çizelge 4.8:** Duvarlara yapılan müdahaleler ve ısı geçirenlik katsayıları

Duvar Tipi	Duvar Müdahale Kodu	U değeri W/m <sup>2</sup> K
Orijinal Duvar 13,5 cm Tuğla (Yalıtımsız)	DO	1,607
OD+4 cm XPS Yalıtımlı (içten)	DIX4	0,57
OD+4 cm XPS Yalıtımlı (dıştan)	DDX4	0,57
OD+6 cm XPS Yalıtımlı (içten)	DIX6	0,419
OD+6 cm XPS Yalıtımlı (dıştan)	DDX6	0,419
OD+4 cm Taşyünü Yalıtımlı (içten)	DIT4	0,567
OD+4 cm Taşyünü Yalıtımlı (dıştan)	DDT4	0,567
OD+6 cm Taşyünü Yalıtımlı (içten)	DIT6	0,428
OD+6 cm Taşyünü Yalıtımlı (dıştan)	DDT6	0,428

Cam iyileştirme seçeneklerini belirlemek amacıyla, Şişecam Performans Hesaplayıcı (<http://sisecam-performans.phtools.net/>) üzerinden kullanılmak istenen cam modelleri seçilmiş ve özellikleri çizelge 4.9’da belirtilmiştir. Ahşap doğrama için programa veri girişinde ise, Bep-TR’de belirtilen U değeri olan 0,34 W/m<sup>2</sup>K girilmiştir.

**Çizelge 4.9:** Saydam bileşenlere yapılan müdahaleler ve özellikleri (Şişecam Performans Hesaplayıcı, 2019)

Cam Tipi	Müdahale Kod ismi	U değeri W/m <sup>2</sup>	SHGC
<b>Orijinal (6mm Tek Cam)</b>	PO	5,7	0,9
<b>Çift cam</b>	PC	2,7	0,82
<b>Çift cam Low-e</b>	PCL	1,3	0,55

Çizelge 4.10’da TS825’te cam seçiminde kullanılmak üzere hazırlanmış pencere ısı geçirenlik katsayıları belirtilmiştir. Çizelge 4.11 ise, BEP-TR 2017’de yer alan çerçeve ve cam özelliklerine bağlı saydam bileşen ısı geçirenlik katsayılarını içermektedir. Çizelge 4.11’deki veriler dikkate alınarak seçilmiş olunan camlar değerlendirildiğinde, bu camlarla oluşturulan ahşap pencere alternatiflerinin Çizelge 4.10’da belirtilen değerlere uygun olduğu görülmektedir. Çizelge 4.11’e göre pencere tiplerine göre ısı geçirenlik katsayıları Çizelge 4.12’de verildiği gibidir.

**Çizelge 4.10:** Cam seçiminde kullanılmak üzere hazırlanmış pencere ısı geçirgenlik katsayıları (TS825, Aralık 2013)

	Türkiye'deki ısı bölgelerine uygun cam seçiminde kullanılmak üzere hazırlanmış pencere ısı geçirgenlik (Up) katsayıları W/m <sup>2</sup> K	Tek Camlı Pencere	Çift Camlı Pencere (kaplamasız cam)		Çift Camlı Low-e Kaplamalı Pencere	
			Ara Boşluk (mm)		Ara Boşluk (mm)	
			12	16	12	16
Doğrama Tipi	Doğramasız	6,70	2,90	2,70	1,60	1,30
	Ahşap Doğrama	4,57	2,64	2,50	1,74	1,53
	Pvc Doğrama (2 odacıklı)	4,73	2,79	2,65	1,89	1,68
	Pvc Doğrama (3 odacıklı)	4,63	2,70	2,56	1,80	1,59
	Pvc Doğrama (4 odacıklı)	4,60	2,67	2,53	1,77	1,56
	Pvc Doğrama (5 odacıklı)	4,57	2,64	2,50	1,74	1,53
	Pvc Doğrama (6 odacıklı)	4,54	2,61	2,47	1,71	1,50
	Alüminyum Doğrama	5,62	3,68	3,55	2,79	2,58
	Alüminyum Doğrama (yalıtım köprülü)	4,73	2,79	2,65	1,89	1,68



**Çizelge 4.11:** Çerçeve ve cam özelliklerine bağlı saydam bileşen ısı geçirgenlik katsayısı (BEP-TR, 2017)

Cam Tipi	U <sub>gl</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	U <sub>F</sub> (W/m <sup>2</sup> K)								
		1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Tek Cam	5,7	4,8	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	5,9
	3,3	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	4,0
	3,1	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,9
	2,9	2,6	2,7	2,8	2,8	3,0	3,0	3,1	3,2	3,7
	2,7	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,0	3,6
	2,5	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,4
Çift Cam	2,3	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	3,3
	2,1	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1
	1,9	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	3,0
	1,7	1,7	1,8	1,8	2,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,8
	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6
	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,5
1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3	

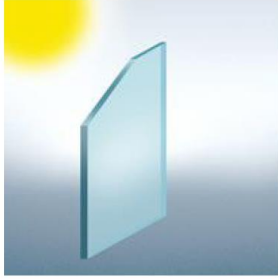
Çizelge 4.11'e göre pencere tiplerine göre ısı geçirgenlik katsayıları bulunmuştur. Pencere tiplerine göre ahşap doğrama ile beraber sağlanan U değerleri Çizelge 4.12'de belirtilmiştir.

**Çizelge 4.12:** Pencere tiplerine göre ısı geçirgenlik katsayıları (BEP-TR, 2017)

Pencere	U değeri W/m <sup>2</sup>
Ahşap Çerçeve +Orijinal (6mm Tek Cam)	5,2
Ahşap Çerçeve +Çift cam	3,0
Ahşap Çerçeve +Çift cam Low-e	1,9

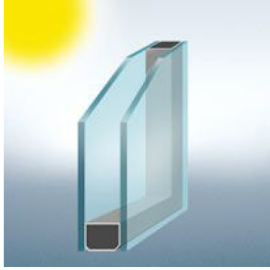
İyileştirme önerileri için seçilen çift cam ve çift cam low-e camlara ilişkin bazı üretici bilgileri Şekil 4.3'te belirtilmiştir. Orijinal camda 6mm tek cam kullanılırken; çift camda 6mm ultra clear cam, 12 mm argon gazlı ara boşluklu olarak; Low-e kaplamalı çift cam ise, 6mm nötral cam,12 mm argon gazlı ara boşluklu olarak kullanılmıştır (Şekil 4.3).

Orijinal cam- 6mm ultra clear



CAM : Şişecam Ultra Clear Düzcam  
6 mm Ultra Clear

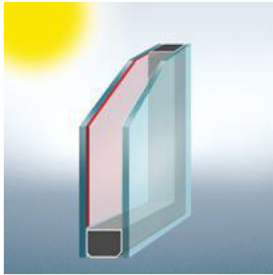
Çift cam- 6mm ultra clear,12 mm ara boşluk, argon



**Isıcam® Sistemleri**

DIŞ CAM : Şişecam Ultra Clear Düzcam  
6 mm Ultra Clear  
BOŞLUK : 12 mm Ara Boşluk (Argon)  
İÇ CAM : Şişecam Ultra Clear Düzcam  
6 mm Ultra Clear

Çift cam- Low-E 6mm nötral,12 mm ara boşluk, argon



**Isıcam® Sistemleri**

DIŞ CAM : Şişecam Low-E Cam  
6 mm Nötral (2. Yüzey)  
BOŞLUK : 12 mm Ara Boşluk (Argon)  
İÇ CAM : Şişecam Ultra Clear Düzcam  
6 mm Ultra Clear

Şekil 4.4: İyileştirme önerisi için seçilen camlar ve özellikleri (Şişecam Performans Hesaplayıcı, 2019)

#### 4.1.3.5 Gölgeleme Bileşenine İlişkin Kabuller

Bu çalışmada “Modern Binaları” koruma ve koruyarak iyileştirmenin mümkün olduğunu göstermek amaçlanmaktadır. Bu sebeple binanın cephe özelliklerine

dokunmadan iyileştirmek esastır. Gölgeleme araçlarından da içten, orta değerde yansıtıcılığı olan perde kullanılarak iyileştirme sağlanmaya çalışılmıştır. Gölgelemede 2 farklı kontrol tipi kullanılarak verimlilikleri analiz edilmiştir. İlk alternatifte perdenin sürekli kullanıldığı, diğerinde ise gün ışığına bağlı olarak kontrol edildiği kabul edilmiştir. Sürekli kullanımda olduğu durumda perde hep kapalı konumdadır. Gün ışığı ile kontrol edilen durumda ise perde, 120W/m<sup>2</sup> limit değerine bağlı olarak açık veya kapalı konumda bulunmaktadır.

## **4.2 Benzetim Bulguları ve Tartışma**

Bu bölümde, Modern Dönem Mirası olarak tescile önerilen beş adet çok katlı konut binasının, dönem özelliklerini koruyarak, bina kabuğunda yapılan iyileştirme çalışmalarının enerji etkinlik analizi bulguları açıklanmıştır. Her bina için bulgular; duvar, pencere, ve gölgeleme bileşeni için ayrı ayrı yapılan analizleri ele alan 3 ana başlıkta verilmiştir. Devamında, ele alınan binada tüm verimli iyileştirme alternatifleri birarada kullanıldığında elde edilecek performansla ilişkin analiz bulguları ilgili binaya ait 4. ana başlık olarak verilmiştir. Daha önce belirtildiği gibi, uygulanacak iyileştirme seçenekleri belirlenirken, Bağdat caddesi Modern konut yapılarının karakteristik özellikleri olan dış cephe kaplamalarının, çiçekliklerin, pencere boyutlarının korunmasına dikkat edilmiştir.

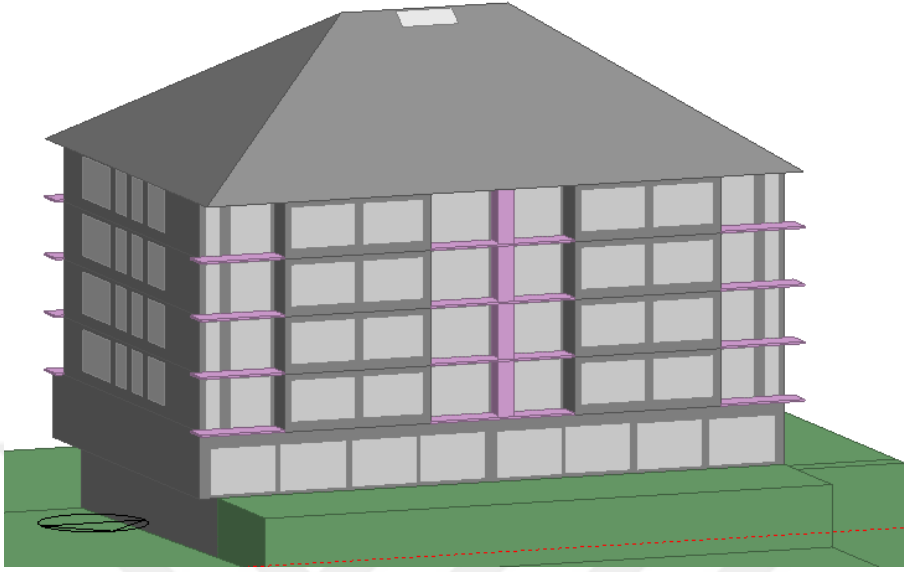
Bina ölçeğinde iyileştirme seçenekleri uygulandığı gibi, bina yönlerine bağlı değişimi gözlemlemek için daire ve hacim ölçeğinde de analizler yapılmış, sonuçlar birbiri ile karşılaştırılmış ve bulgular ayrı bir bölüm altında açıklanmıştır.

### **4.2.1 A1 binası bulguları**

A grubunda yer alan A1 Binasının cadde cephesi Kuzey cephede yer almaktadır. 570 m<sup>2</sup> zemin kat oturumu vardır. Normal kat ön cephe uzunluğu 32 metre iken toplam cephe uzunluğu 112 metredir. Normal kat cephe alanı 349,5 m<sup>2</sup> olup, 114,94 m<sup>2</sup> si saydam alanlardan oluşmaktadır. Normal katın %41,5 saydamlık oranı vardır. Normal Kat köşe daire cephe alanı 117,45 m<sup>2</sup> olup, 55,85 m<sup>2</sup>'si saydam alanlardır. Normal kat köşe daire saydamlık oranı %47,6'dır.

Bina dış cephesinde taş kaplama yoktur. Cephesinde dönem mimari özelliklerinden çiçeklikler yer almaktadır. İyileştirme kapsamında çiçeklikler ve cephe yapısının (pencere yerleri ve boyutları) korunacaktır. Cephede taş kaplama olmaması sebebiyle,

dış duvar iyileştirmeleri kapsamında içten ve dıştan yalıtım müdahaleleri analiz edilmiştir.



Şekil 4.5: A1 Binası 3 boyutlu modeli

#### 4.2.1.1 Dış duvarları iyileştirme seçeneklerinin etkinliği

Dış duvarın tek başına iyileştirilmesi kapsamında incelenen iyileştirme seçenekleri ve bunlar için kullanılan müdahale kodları Çizelge 4.13'te belirtilmiştir.

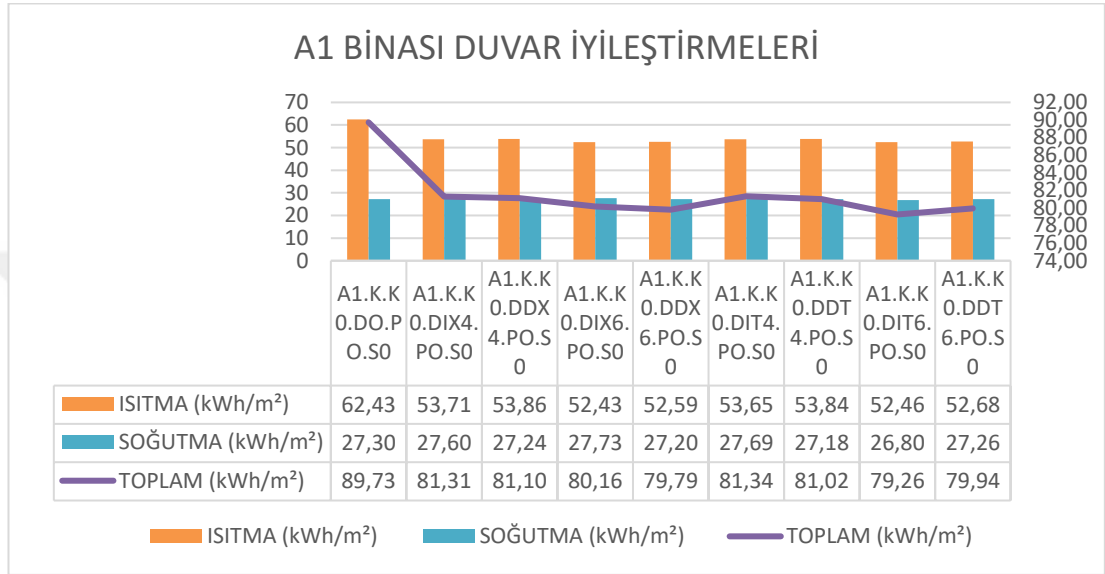
Çizelge 4.13: A1 Binası duvar iyileştirme müdahaleleri

Müdahale Kodu	Duvar	Pencere	Gölgeleme Bileşeni
A1.K.K0.DO.PO.S0	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	Orijinal	YOK
A1.K.K0.DIX4.PO.S0	OD+4 cm XPS Yalıtımlı (içten)	Orijinal	YOK
A1.K.K0.DDX4.PO.S0	OD+4 cm XPS Yalıtımlı (dıştan)	Orijinal	YOK
A1.K.K0.DIX6.PO.S0	OD+6 cm XPS Yalıtımlı (içten)	Orijinal	YOK
A1.K.K0.DDX6.PO.S0	OD+6 cm XPS Yalıtımlı (dıştan)	Orijinal	YOK
A1.K.K0.DIT4.PO.S0	OD+4 cm Taşyünü Yalıtımlı (içten)	Orijinal	YOK
A1.K.K0.DDT4.PO.S0	OD+4 cm Taşyünü Yalıtımlı (dıştan)	Orijinal	YOK
A1.K.K0.DIT6.PO.S0	OD+6 cm Taşyünü Yalıtımlı (içten)	Orijinal	YOK
A1.K.K0.DDT6.PO.S0	OD+6 cm Taşyünü Yalıtımlı (dıştan)	Orijinal	YOK

Analiz sonuçlarına göre; ısıtma için orijinal halinde m<sup>2</sup> başına 62,43 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken en iyi performans gösteren içten 6 cm XPS yalıtımlı duvar ile yaklaşık %14

oranında iyileştirme sağlanarak enerji ihtiyacı 52,43 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşmüştür (Şekil 4.6).

Soğutma için, orijinal halinde m<sup>2</sup> başına 27,30 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken içten 6 cm taşıyünü yalıtımlı duvar ile yaklaşık %1,8 oranında iyileştirme sağlanarak enerji ihtiyacı 26,80 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşmüştür. İçten 4 cm XPS ve 6 cm XPS ile yalıtım seçeneklerinin ise soğutma yükünü artırdığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.6).



**Şekil 4.6** A1 Binası farklı duvar iyileştirmelerine bağlı m<sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri (kWh/m<sup>2</sup>)

A1 Binasının 1 m<sup>2</sup>'sini hem ısıtmak hem de soğutmak için orijinal halinde 89,73 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken, 6 cm taşıyünü ile içten yalıtım alternatifi ile bu değer %11 azalarak 79,26 kWh/m<sup>2</sup>' ye düşmüştür. Bu bağlamda enerji ihtiyacını duvarda en çok düşüren alternatif 6 cm içten taşıyünü yalıtım olmuştur (Şekil 4.6).

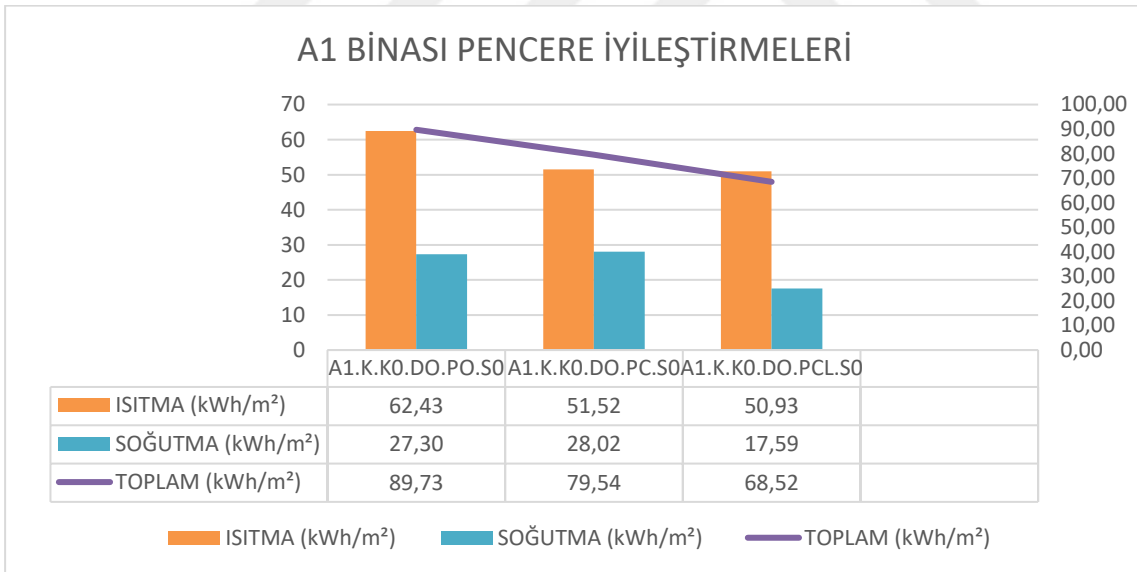
#### 4.2.1.2 Pencere iyileştirme seçeneklerinin etkinliği

Pencerelerin tek başına iyileştirilmesi kapsamında incelenen iyileştirme seçenekleri ve bunlar için kullanılan müdahale kodları Çizelge 4.14'te yer almaktadır.

**Çizelge 4.14:** A1 Binası pencere iyileştirme müdahaleleri

Müdahale Kodu	Pencere	Duvar	Gölgeleme Bileşeni
A1.K.K0.DO.PO.S0	Orijinal (tek cam)	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	YOK
A1.K.K0.DO.PC.S0	Çift Cam	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	YOK
A1.K.K0.DO.PCL.S0	Çift Cam Low-e	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	YOK

Analiz sonuçlarına göre; ısıtma için orijinal halinde m<sup>2</sup> başına 62,43 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken Low-e çift cam pencere alternatifi ile yaklaşık %19 oranında iyileştirme sağlanarak enerji ihtiyacı 50,93 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşmüştür. A1 binasında soğutma için orijinal halinde m<sup>2</sup> başına 27,30 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken Low-e çift cam pencere alternatifi ile yaklaşık %35 oranında iyileştirme sağlanarak enerji ihtiyacı 17,59 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşmüştür. Binanın 1 m<sup>2</sup>'sini ısıtmak ve soğutmak için orijinal halinde 89,73 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken pencerede low-e çift cam alternatifi ile bu değer yaklaşık %23 azaltarak 68,52 kWh/m<sup>2</sup> ye düşmüştür (Şekil 4.7).



**Şekil 4.7:** A1 Binası farklı pencere iyileştirmelerine bağlı m<sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri (kWh/m<sup>2</sup>)

#### 4.2.1.3 Gölgeleme bileşeni kullanım seçeneklerinin etkinliği

Cephe bütünlüğünü korumak için gölgeleme bileşeni önerisi olarak içten perde kullanımını önerisi getirilmiştir. Çizelge 4.15'te gölgeleme bileşeni kontrol yöntemi ve müdahale kodu belirtilmiştir.

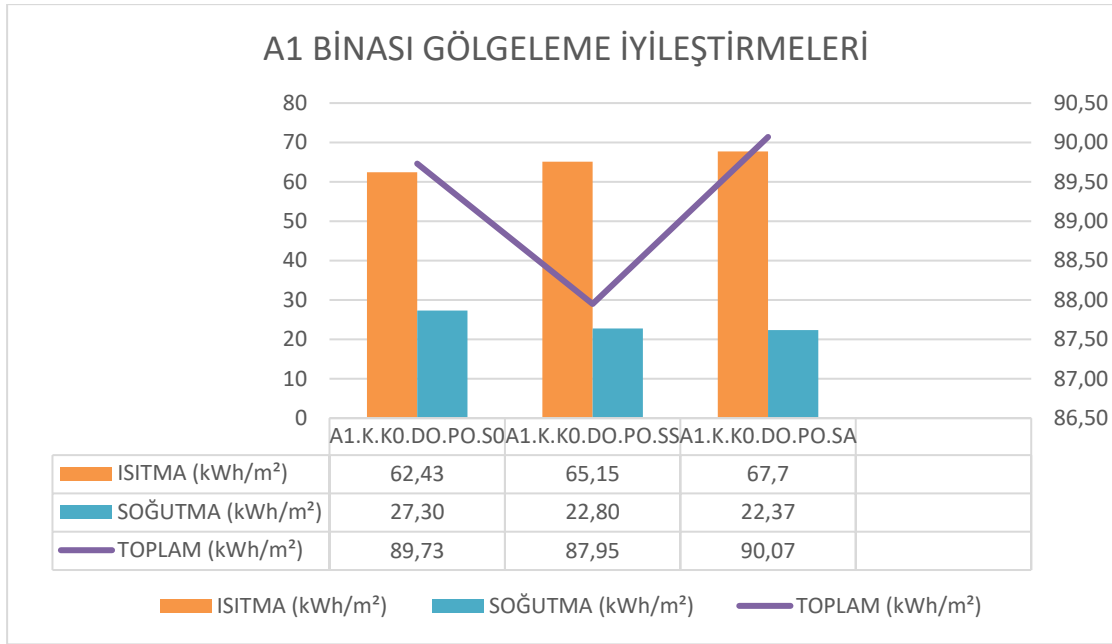
**Çizelge 4.15:** A1 Binası gölgeleme bileşeni kullanım müdahaleleri

Müdahale Kodu	Gölgeleme Bileşeni	Duvar	Pencere
A1.K.K0.DO.PO.S0	YOK	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	Orijinal (tek cam)
A1.K.K0.DO.PC.SS	Günlüğü Kontrol	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	Orijinal (tek cam)
A1.K.K0.DO.PCL.SA	Hep Kullanımda	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	Orijinal (tek cam)

Analiz sonuçlarına göre; A1 binasında ısıtma için orijinal halinde m<sup>2</sup> başına 60,77 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken günlüğü kontrolü ile kullanılan perdede m<sup>2</sup> başına gerekli enerjiyi yaklaşık %8 oranında artırmıştır (Şekil 4.8).

Soğutma yükleri incelendiğinde sürekli kullanımda olan perde alternatifi yaklaşık %18 oranında iyileştirme sağlamıştır. m<sup>2</sup> başına düşen soğutma enerjisi ihtiyacı 27,42 kWh/m<sup>2</sup> den 22,37 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşmüştür (Şekil 4.8).

Gölgeleme bileşeni eklenmesi; m<sup>2</sup> başına toplam ısıtma ve soğutma yüklerini 89,73 kWh/m<sup>2</sup>'den 87,95 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşürerek toplamda %2 oranında iyileşme sağlamıştır.



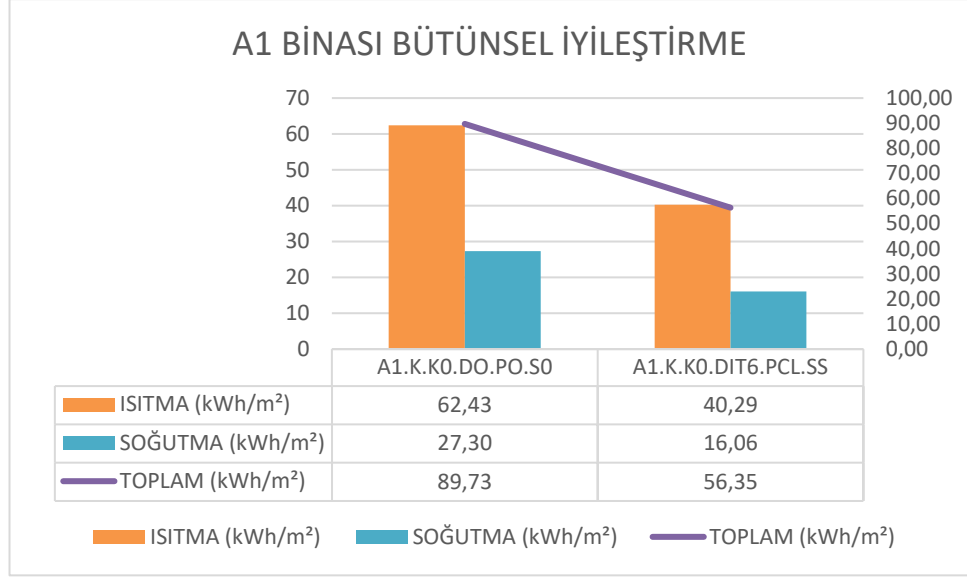
**Şekil 4.8:** A1 Binası farklı gölgeleme bileşeni kullanımlarına bağlı m<sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri (kWh/m<sup>2</sup>)

#### 4.2.1.4 Duvar, pencere ve gölgeleme iyileştirmelerinin birlikte kullanılmasının verimliliği

Duvar, pencere ve gölgeleme bileşeni sonuçlarına bağlı olarak en iyi performansı gösteren seçenekler birarada kullanıldığında etkinliğinin görülmesi amacıyla içten 6 cm taşıyıcı yalıtım, low-e özellikte çift cam pencere ve güneşi kontrolü ile perde kombinasyonu ile enerji analizi yapıldığında; ısıtma yükünün 62,43 kWh/m<sup>2</sup> değerinden 40,29 m<sup>2</sup> kWh/m<sup>2</sup> değerine düşerek m<sup>2</sup> başına %35 lik bir iyileşme sağlandığı gözlenmiştir (Şekil 4.9).

Soğutma yükleride ise 27,30 kWh/m<sup>2</sup> değerinden 16,06 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşerek m<sup>2</sup> başına yaklaşık %40 lik bir iyileşme sağlanmıştır (Şekil 4.9). M<sup>2</sup> başına toplam ısıtma ve soğutma yükleri ise, 89,73 kWh/m<sup>2</sup>'den 56,35 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşerek toplamda %37 oranında iyileşme sağlanmıştır.





**Şekil 4.9:** A1 Binası bütünsel iyileştirmesine bağlı m<sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri (kWh/m<sup>2</sup>)

A1 Binasında, ayrı ayrı eleman bazında verimli bulunan iyileştirme Müdahaleleri ve bunların iyileştirme oranları ile verimli müdahaleler birlikte uygulandığında elde edilen iyileşme oranı Çizelge 4.16’da verilmiştir. Buna göre; yapı elemanı bazında %23 oranla en etkili iyileştirme pencere camlarını low-e çift cam seçeneği ile değiştirmektir. Ancak yapı elemanı bazında tek müdahale yerine tüm verimli seçenekler birarada kullanıldığında, %37 gibi çok ciddi bir oranda iyileşme sağlandığı görülmüştür.

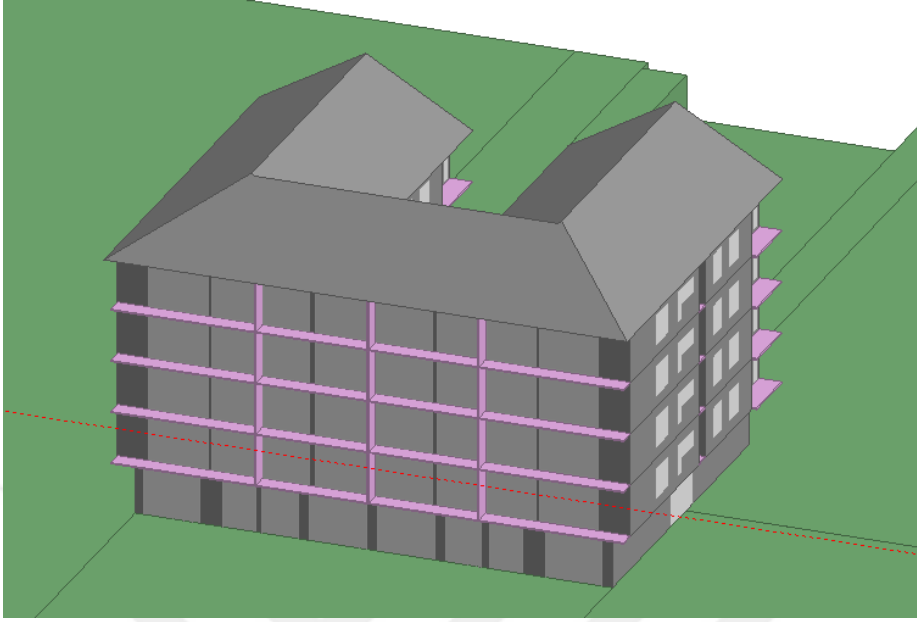
**Çizelge 4.16:** A1 Binası verimli iyileştirme müdahaleleri ve iyileştirme oranları

Müdahale	m <sup>2</sup> başına düşen iyileşme oranı (ısıtma ve soğutma toplam)
Duvara içten 6 cm taş yünü uygulanması	% 11
Pencerelerin low-e çift cam ile değişimi	% 23
İç-gölgeleme bileşeni kullanımı (gün ışığı kontrollü)	% 2
Verimli iyileştirme seçeneklerinin bir arada kullanılması	% 37

#### 4.4.2 A2 binası bulguları

A2 binasının dış cephesinde dönem mimari özelliklerinden dış cephe doğal taş kaplama ve çiçeklikler yer almaktadır. İyileştirme kapsamında taş kaplamanın,

çiçekliklerin ve cephe yapısının (pencere yerleri ve boyutları) korunması için dış duvarlarda yalnızca içten yalıtım müdahaleleri uygulanmıştır.



Şekil 4.10: A2 Binası 3 boyutlu modeli

#### 4.2.2.1 Dış duvarları iyileştirme seçeneklerinin etkinliği

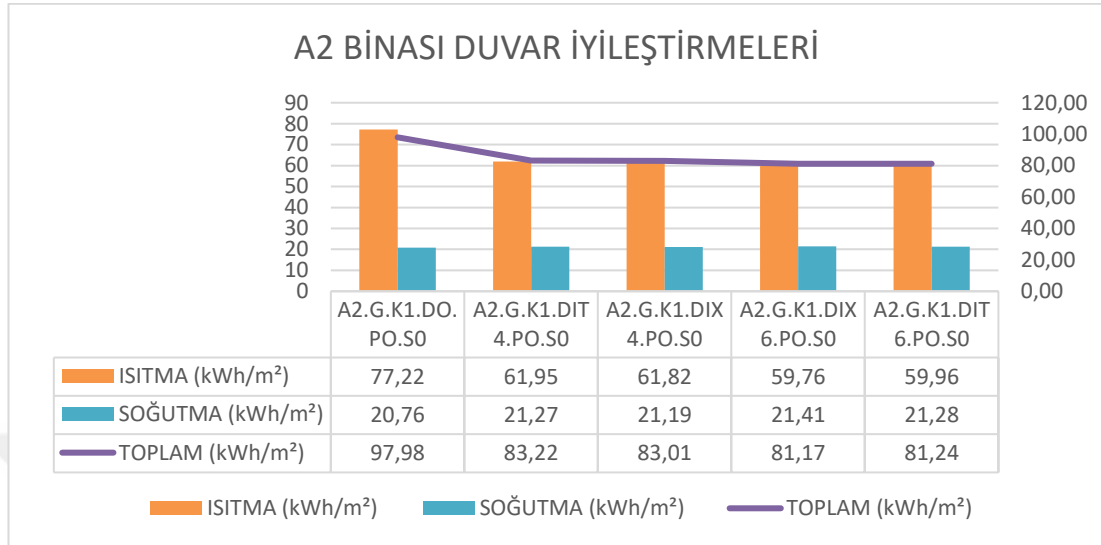
Dış duvarın tek başına iyileştirilmesinde, daha önce belirtildiği gibi bina kabuğunda taş kaplama bulunduğundan dış duvarlar sadece içten yalıtım ile iyileştirilerek performansları incelenmiştir. Çizelge 4.17’de duvarda yapılan müdahaleler ve kodları yer almaktadır.

Çizelge 4.17: A2 Binası duvar iyileştirme müdahaleleri

Müdahale Kodu	Duvar	Pencere	Gölgeleme Bileşeni
A2.G.K1.DO.PO.S0	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	Orijinal	YOK
A2.G.K1.DIX4.PO.S0	OD+4 cm XPS Yalıtımlı (içten)	Orijinal	YOK
A2.G.K1.DIX6.PO.S0	OD+6 cm XPS Yalıtımlı (içten)	Orijinal	YOK
A2.G.K1.DIT4.PO.S0	OD+4 cm Taşyünü Yalıtımlı (içten)	Orijinal	YOK
A2.G.K1.DIT6.PO.S0	OD+6 cm Taşyünü Yalıtımlı (içten)	Orijinal	YOK

Analiz sonuçlarına göre ısıtma performansı orijinal halinde  $m^2$  başına  $77,22 \text{ kWh}/m^2$  enerji gerekirken içten 6 cm XPS yalıtımlı duvar ile yaklaşık %23 oranında iyileştirme sağlayarak enerji ihtiyacı  $59,76 \text{ kWh}/m^2$  değerine düşmüştür (Şekil 4.11).

A2 binası duvar müdahalelerinde tüm yalıtım alternatifleri soğutma yükünü artırmıştır. Duvar orijinal halinde m<sup>2</sup> başına 20,76 kWh/m<sup>2</sup> iken, duvar yalıtımı uygulandığında soğutmak için yaklaşık 0,5 kWh/m<sup>2</sup> ilave enerji gerekmektedir.



**Şekil 4.11:** A2 Binası farklı duvar iyileştirmelerine bağlı m<sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri (kWh/m<sup>2</sup>)

A2 Binasının 1 m<sup>2</sup>'sini ısıtmak ve soğutmak için orijinal halinde 97,98 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken içten 6 cm XPS yalıtım alternatifi ile bu değer %16 azalarak 81,17 kWh/m<sup>2</sup> ye düşmüştür. Bu bağlamda enerji ihtiyacını duvarda en çok düşüren alternatif içten 6 cm XPS yalıtım olmuştur.

#### 4.2.2.2 Pencere iyileştirme seçeneklerinin etkinliği

Pencerelerin tek başına iyileştirilmesi kapsamında incelenen iyileştirme seçenekleri ve bunlar için kullanılan müdahale kodları Çizelge 4.18'de yer almaktadır.

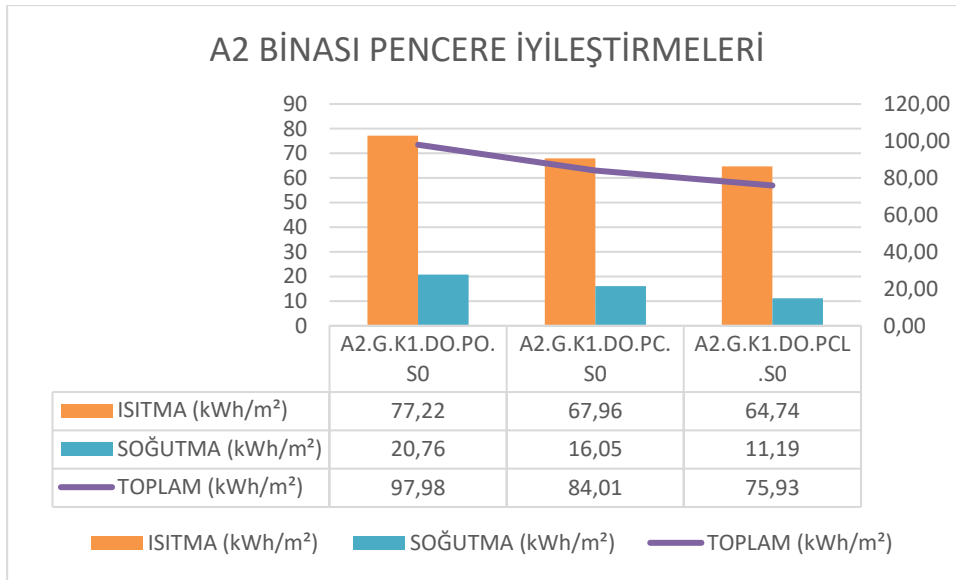
**Çizelge 4.18:** A2 Binası pencere iyileştirme müdahaleleri

Müdahale Kodu	Pencere	Duvar	Gölgeleme Bileşeni
A2.G.K1.DO.PO.S0	Orijinal (tek cam)	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	YOK
A2.G.K1.DO.PC.S0	Çift Cam	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	YOK
A2.G.K1.DO.PCL.S0	Çift Cam Low-e	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	YOK

Analiz sonuçlarına göre ısıtma için orijinal halinde m<sup>2</sup> başına 77,22 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken Low-e çift cam pencere alternatifi ile yaklaşık %16 oranında iyileştirme sağlayarak enerji ihtiyacı 64,74 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşmüştür (Şekil 4.12).

Analiz sonuçlarına göre A2 binası soğutma için orijinal halinde m<sup>2</sup> başına 20,76 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken Low-e çift cam pencere alternatifi ile yaklaşık %45 oranında iyileştirme sağlayarak enerji ihtiyacı 11,19 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşmüştür (Şekil 4.12).

A2 Binasının 1 m<sup>2</sup>'sini ısıtmak ve soğutmak için orijinal halinde 97,96 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken pencerede çift cam low-e alternatifi ile bu değer yaklaşık %22 azaltarak 75,93 kWh/m<sup>2</sup> ye düşmüştür (Şekil 4.12).



**Şekil 4.12:** A2 Binası farklı pencere iyileştirmelerine bağlı m<sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri (kWh/m<sup>2</sup>)

#### 4.2.2.3 Gölgeleme bileşeni kullanım seçeneklerinin etkinliği

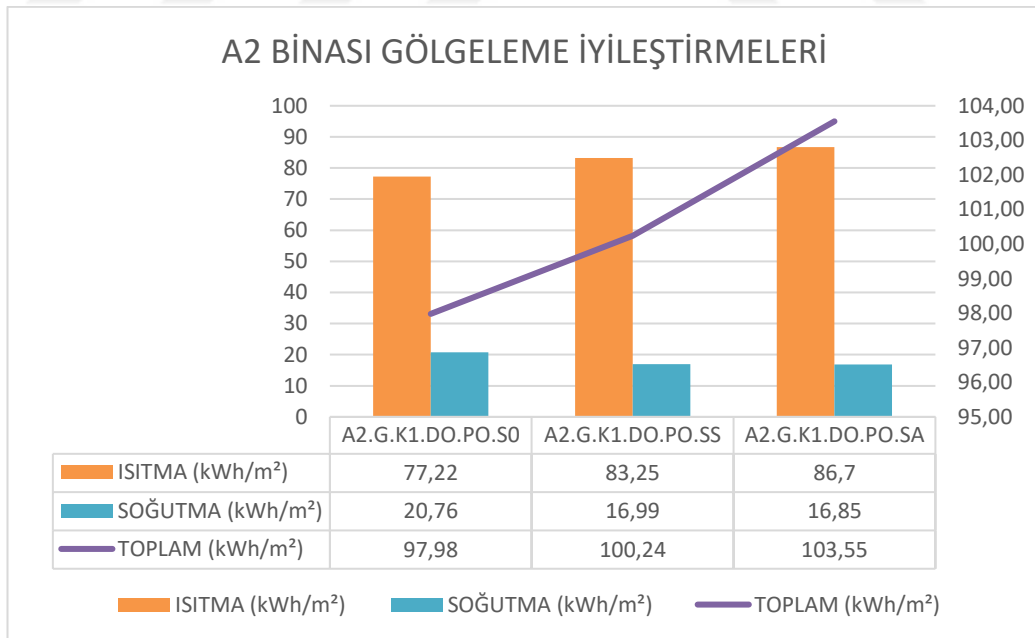
Cephe bütünlüğünü korumak için gölgeleme bileşeni önerisi olarak içten perde kullanımı önerisi getirilmiştir. Aşağıdaki çizelgede müdahale kodu ve gölgeleme bileşeni kontrol yöntemi belirtilmiştir (Çizelge 4.19).

**Çizelge 4.19:** A2 Binası gölgeleme bileşeni kullanım müdahaleleri

Müdahale Kodu	Gölgeleme Bileşeni	Duvar	Pencere
A2.G.K1.DO.PO.S0	YOK	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	Orijinal (tek cam)
A2.G.K1.DO.PC.SS	Günişliği Kontrol	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	Orijinal (tek cam)
A2.G.K1.DO.PCL.SA	Hep Kullanımda	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	Orijinal (tek cam)

Analiz sonuçlarına göre A2 binası ısıtma performansı içten perde kullanımında m<sup>2</sup> başına düşen ısıtma ihtiyacını artırmıştır. Soğutma yüklerini incelediğimizde sürekli kullanımda olan perde alternatifi yaklaşık %20 oranında iyileştirme sağlamıştır. m<sup>2</sup> başına düşen soğutma enerji ihtiyacı 20,76 kWh/m<sup>2</sup> den 16,35 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşmüştür (Şekil 4.13).

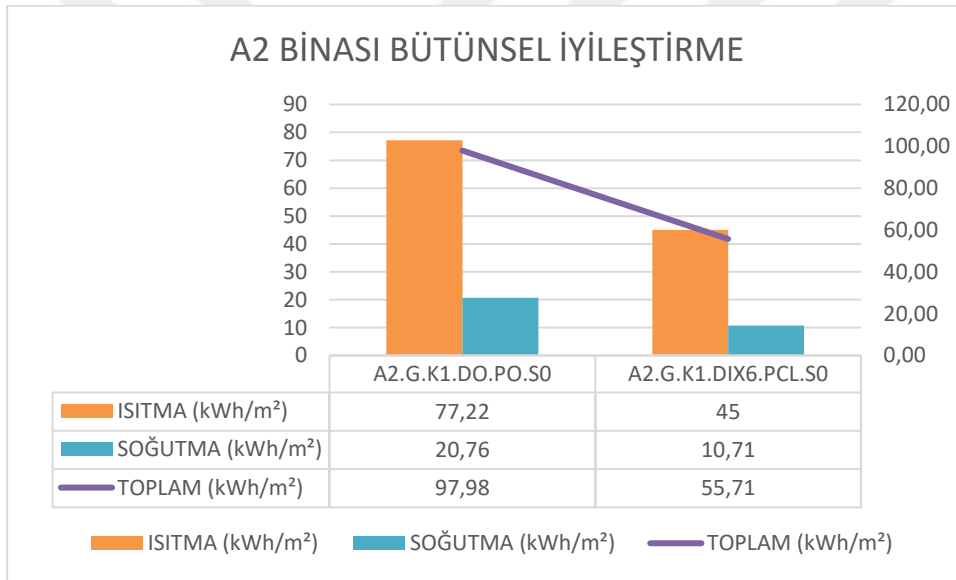
Gölgeleme bileşeni eklenmesi; m<sup>2</sup> başına toplam soğutma yüklerini azaltsa da ısıtma yükünü artırdığından toplam enerji harcamasına olumlu bir etkisi olmamıştır. Yaklaşık %3 ile %6 oranında bir enerji kaybı oluşmuştur (Şekil 4.13).



**Şekil 4.13:** A2 Binası farklı gölgeleme bileşeni kullanımlarına bağlı m<sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri (kWh/m<sup>2</sup>)

#### 4.2.2.4 Duvar ve pencere iyileştirmelerinin birlikte kullanılmasının verimliliği

Duvar ve pencere iyileştirme sonuçlarına bağlı olarak en iyi performans gösteren seçenekler birarada kullanıldığında oluşacak yükler de analiz edilmiştir. Gölgeleme bileşeni kullanımının bu binada m<sup>2</sup> başına düşen ısıtma ve soğutma yüküne olumlu etkisi görülmediği için analize dahil edilmemiştir. İçten 6 cm XPS ile yalıtım ve low-e özellikte çift cam pencere kombinasyonu ile ısıtma yükünde 77,22 kWh/m<sup>2</sup> değerinden 45,00 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşerek m<sup>2</sup> başına %41 lik bir iyileşme sağlanmıştır. Soğutma yüklerinde ise 20,76 kWh/m<sup>2</sup> değerinden 10,71 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşerek m<sup>2</sup> başına yaklaşık %50 oranında bir iyileşme sağlanmıştır. M<sup>2</sup> başına toplam ısıtma ve soğutma yükleride 97,98 kWh/m<sup>2</sup>'den 55,71 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşerek toplamda %43 oranında iyileşme sağlanmıştır (Şekil 4.14).



**Şekil 4.14:** A2 Binası bütünsel iyileştirme sonucu m<sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri (kWh/m<sup>2</sup>)

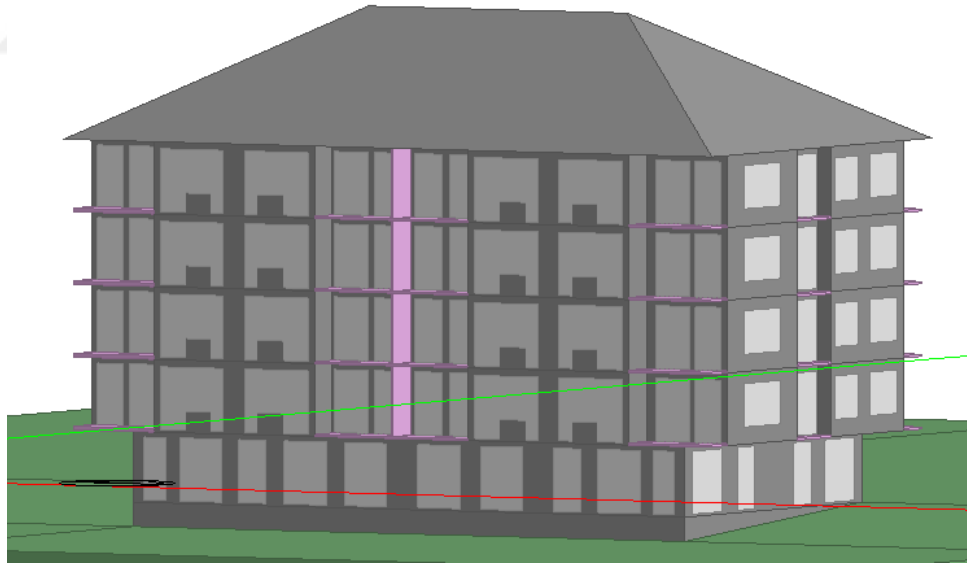
A2 Binası İyileştirme Müdahaleleri ve İyileştirme Oranları Çizelge 4.20’de gösterilmiş olup; yapı elemanı bazında %23 oranla en etkili iyileştirme pencere camlarını low-e çift cam seçeneği ile değiştirmektir. Ancak yapı elemanı bazında tek müdahale yerine binaya bütünsel müdahale etmek %43 ile çok ciddi bir oranda etkilemektedir (Çizelge 4.20).

**Çizelge 4.20:** A2 Binası verimli iyileştirme müdahaleleri ve iyileştirme oranları

Müdahale	m <sup>2</sup> başına düşen iyileşme oranı (ısıtma ve soğutma toplam)
Duvara içten 6 cm XPS uygulanması	% 16
Pencerelerin low-e çift cam ile değişimi	%22
Verimli iyileştirme seçeneklerinin bir arada kullanılması	%43

#### 4.2.3 A3 binası bulguları

A3 binasının cadde cephesi güney cephede yer almaktadır. 390 m<sup>2</sup> zemin kat oturumu vardır. Normal kat ön cephe uzunluğu 30 metre iken toplam cephe uzunluğu 106 metredir. Normal kat cephe alanı 325,38 m<sup>2</sup> olup, 135,6 m<sup>2</sup> si saydam alanlardan oluşmaktadır. Normal katın %41,7 saydamlık oranı vardır. Normal Kat köşe daire cephe alanı 102,75 m<sup>2</sup> olup, 42,5 m<sup>2</sup>'si saydam alanlardır. Normal kat köşe daire saydamlık oranı %41,4'tür.



**Şekil 4.15:** A3 Binası 3 boyutlu modeli

Bina dış cephesinde kaplama vardır. Cephesinde dönem mimari özelliklerinden çiçeklikler yer almaktadır. İyileştirme kapsamında taş kaplama, çiçeklikler ve cephe yapısı (pencere yerleri ve boyutları) korunacaktır. Bu nedenle dış duvarlardaki iyileştirme kapsamında yalnızca içten yalıtım müdahaleleri incelenmiştir. Ayrıca

pencerelerde ve gölgeleme bileşenlerinde iyileştirilmeler önerilerek sonuçları incelenmiştir.

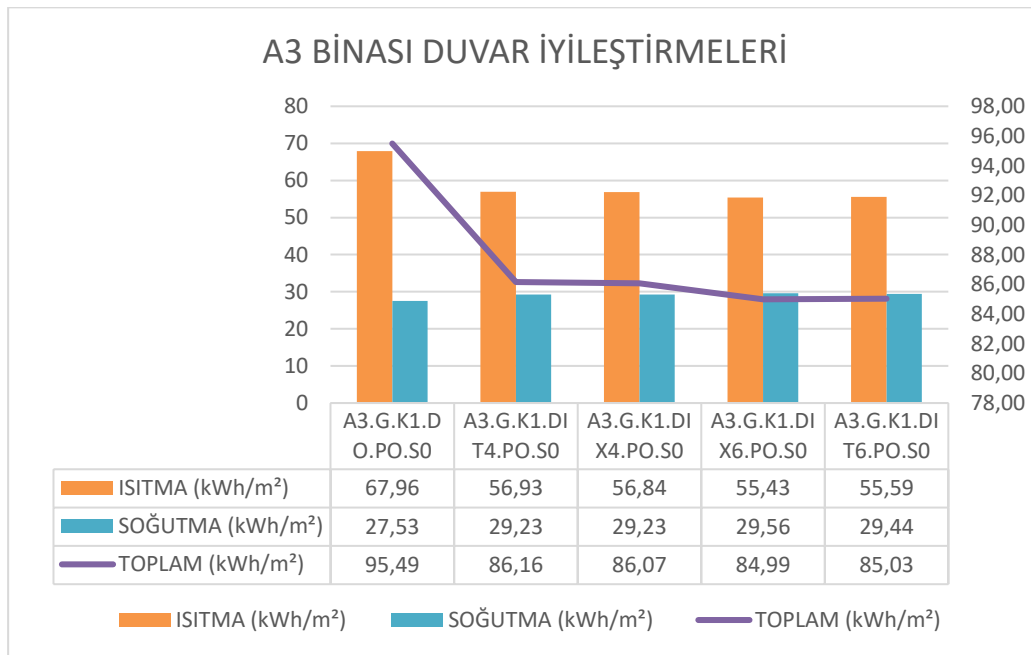
#### 4.2.3.1 Dış duvarları iyileştirme seçeneklerinin etkinliği

Dış duvarın tek başına iyileştirilmesi kapsamında incelenen iyileştirme seçenekleri ve bunlar için kullanılan müdahale kodları Çizelge 4.21’de yer almaktadır.

**Çizelge 4.21:** A3 Binası duvar iyileştirme müdahaleleri

Müdahale Kodu	Duvar	Pencere	Gölgeleme Bileşeni
A3.G.K1.DO.PO.S0	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	Orjinal	YOK
A3.G.K1.DIX4.PO.S0	OD+4 cm XPS Yalıtımlı (içten)	Orjinal	YOK
A3.G.K1.DIX6.PO.S0	OD+6 cm XPS Yalıtımlı (içten)	Orjinal	YOK
A3.G.K1.DIT4.PO.S0	OD+4 cm Taşyünü Yalıtımlı (içten)	Orjinal	YOK
A3.G.K1.DIT6.PO.S0	OD+6 cm Taşyünü Yalıtımlı (içten)	Orjinal	YOK

Analiz sonuçlarına göre ısıtma için orijinal halinde m<sup>2</sup> başına 67,96 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken içten 6 cm XPS yalıtımlı duvar ile yaklaşık %17 oranında iyileştirme sağlayarak enerji ihtiyacı 55,43 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşmüştür. Soğutma için ise tüm duvar yalıtım alternatifleri soğutma yükünü yaklaşık 1,5- 2 kWh/m<sup>2</sup> artırmıştır.



**Şekil 4.16:** A3 Binası farklı duvar iyileştirmelerine bağlı m<sup>2</sup> başına gereken toplam enerji değeri (kWh/m<sup>2</sup>)



A3 Binasının 1 m<sup>2</sup>'sini ısıtmak ve soğutmak için orijinal halinde 95,49 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken, içten 6 cm XPS yalıtım alternatifi ile bu değer %10 iyileşerek 84,99 kWh/m<sup>2</sup> ye düşmüştür. Bu bağlamda enerji ihtiyacını duvarda en çok düşüren alternatif içten yalıtım 6 cm XPS olmuştur (Şekil 4.16).

#### 4.2.3.2 Pencere iyileştirme seçeneklerinin etkinliği

Pencerelerin tek başına iyileştirilmesi kapsamında incelenen iyileştirme seçenekleri ve bunlar için kullanılan müdahale kodları Çizelge 4.22'de yer almaktadır.

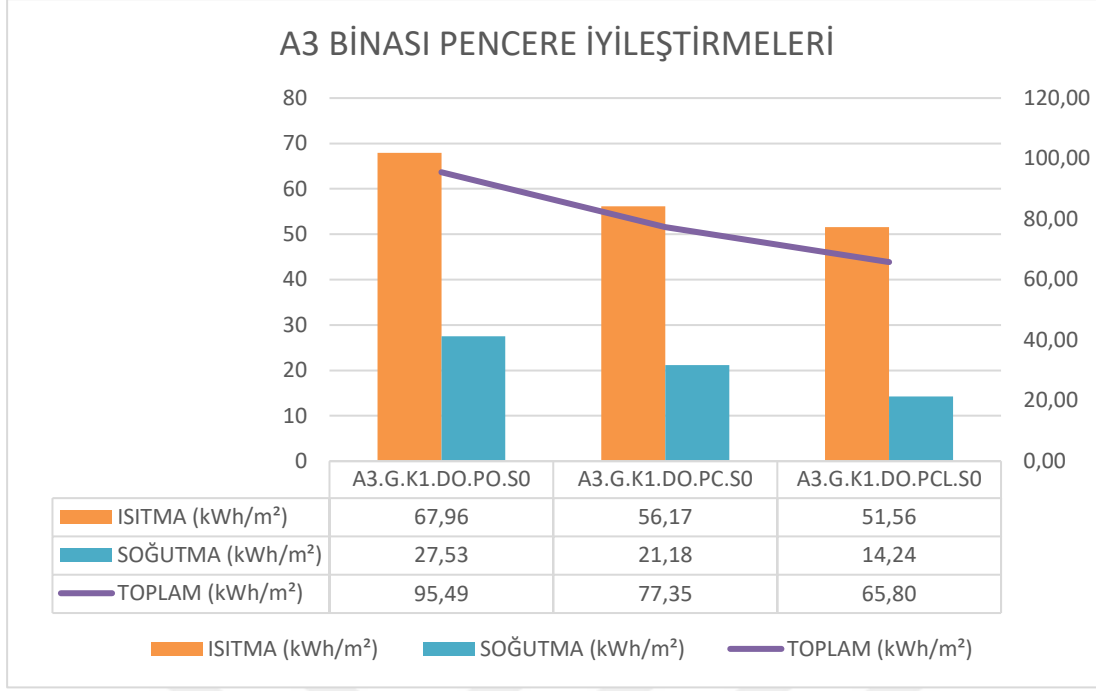
**Çizelge 4.22:** A3 Binası pencere iyileştirme müdahaleleri

Müdahale Kodu	Pencere	Duvar	Gölgeleme Bileşeni
A3.G.K1.DO.PO.S0	Orijinal (tek cam)	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	YOK
A3.G.K1.DO.PC.S0	Çift Cam	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	YOK
A3.G.K1.DO.PCL.S0	Çift Cam Low-e	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	YOK

Analiz sonuçlarına göre ısıtma için orijinal halinde m<sup>2</sup> başına 67,96 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken çift cam Low-e pencere alternatifi ile yaklaşık %23 oranında iyileştirme sağlayarak enerji ihtiyacı 51,56 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşmüştür. (Şekil 4.17).

Analiz sonuçlarına göre A3 binası soğutma için orijinal halinde m<sup>2</sup> başına 27,53 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken low-e çift cam pencere alternatifi ile yaklaşık %48 oranında iyileştirme sağlayarak enerji ihtiyacı 14,24 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşmüştür.

A3 Binasının 1 m<sup>2</sup>'sini ısıtmak ve soğutmak için orijinal halinde 95,49 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken pencerede low-e çift cam alternatifi ile bu değer yaklaşık %31 iyileşerek 65,80 kWh/m<sup>2</sup> ye düşmüştür (Şekil 4.17).



**Şekil 4.17:** A3 Binası farklı pencere iyileştirmelerine bağlı m<sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri (kWh/m<sup>2</sup>)

#### 4.2.3.3 Gölgeleme Bileşeni Kullanım Seçeneklerinin Etkinliği

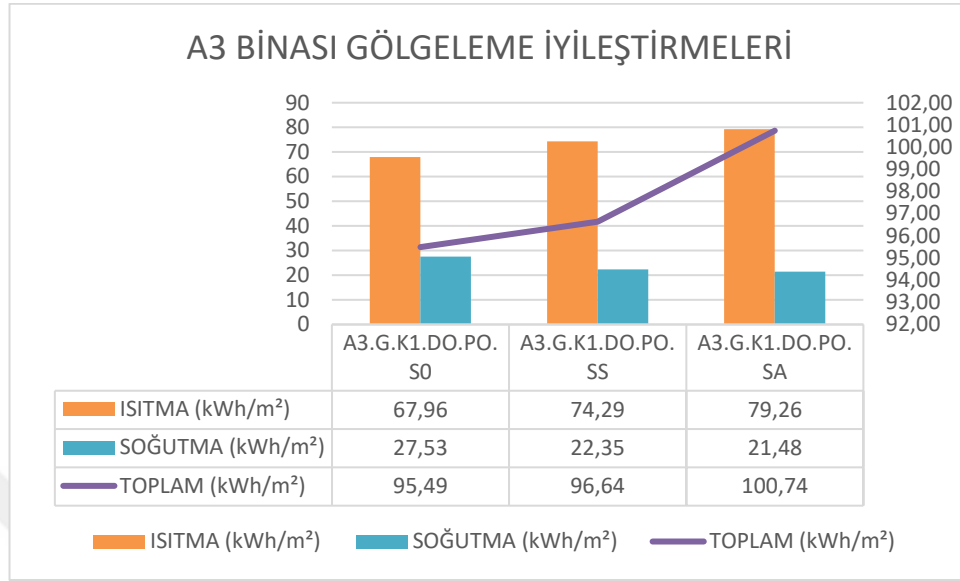
Cephe bütünlüğünü korumak için gölgeleme bileşeni önerisi olarak içten perde kullanımı önerisi getirilmiştir. Aşağıdaki çizelgede müdahale kodu ve gölgeleme bileşeni kontrol yöntemi belirtilmiştir (Çizelge 4.23).

**Çizelge 4.23:** A3 Binası gölgeleme bileşeni kullanım müdahaleleri

Müdahale Kodu	Gölgeleme Bileşeni	Duvar	Pencere
A3.G.K1.DO.PO.S0	YOK	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	Orijinal (tek cam)
A3.G.K1.DO.PC.SS	Günüşiği Kontrol	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	Orijinal (tek cam)
A3.G.K1.DO.PCL.SA	Hep Kullanımda	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	Orijinal (tek cam)

Analiz sonuçlarına göre A3 binası ısıtma performansı içten perde kullanımında m<sup>2</sup> başına düşen ısıtma ihtiyacını artırmıştır. Soğutma yüklerini incelediğimizde sürekli kullanımda olan perde alternatifi yaklaşık %27 oranında iyileştirme sağlamıştır. M<sup>2</sup> başına düşen soğutma enerji ihtiyacı 29,56 kWh/m<sup>2</sup> den 21,48 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşmüştür (Şekil 4.18).

Gölgeleme bileşeni eklenmesi; m<sup>2</sup> başına toplam soğutma yüklerini azaltsa da ısıtma yükünü artırdığından toplam enerji harcamasına olumlu bir etkisi olmamıştır. Yaklaşık %5 oranında bir enerji kaybı oluşmuştur (Şekil 4.18).

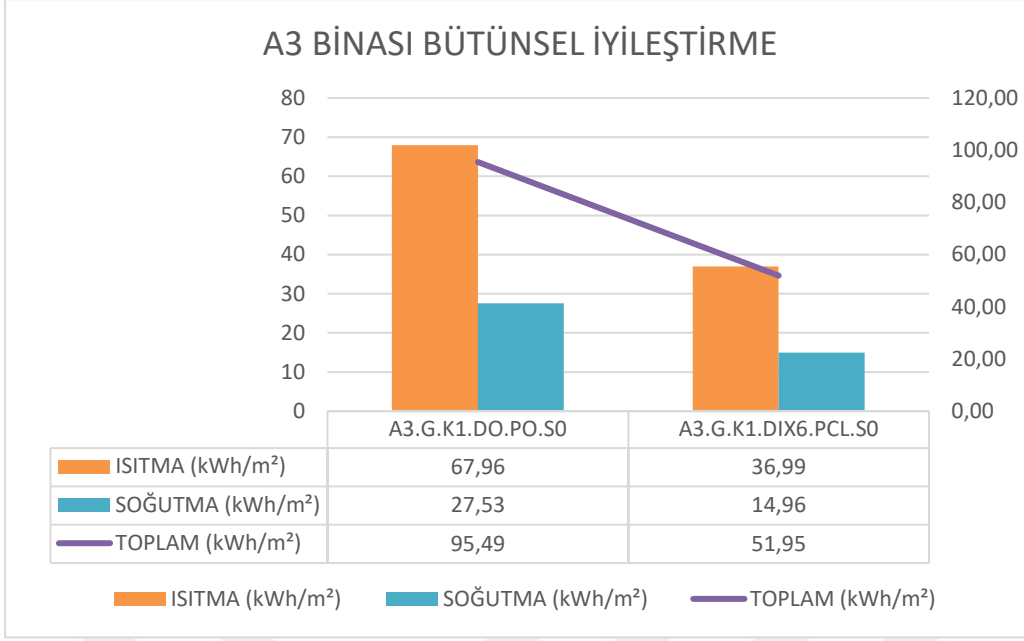


**Şekil 4.18** A3 Binası farklı gölgeleme bileşeni kullanımlarına bağlı m<sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri (kWh/m<sup>2</sup>)

#### 4.2.3.4 Duvar ve pencere iyileştirmelerinin birlikte kullanılmasının verimliliği

Duvar ve pencere iyileştirme sonuçlarına bağlı olarak en iyi performans gösteren seçeneklerin birarada kullanılması durumunda ısıtma ve soğutma yüklerine etkileri de analiz edilmiştir. Gölgeleme bileşeninin bu binada m<sup>2</sup> başına düşen ısıtma ve soğutma yüküne olumlu etkisi görülmediği için analize dahil edilmemiştir. İçten 6 cm XPS yalıtım ve low-e özellikte çift cam pencere kombinasyonu ile ısıtma yükünde 56,17 kWh/m<sup>2</sup> değerinden 36,99 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşerek m<sup>2</sup> başına %34 lük bir iyileşme sağlanmıştır (Şekil 4.19)

Soğutma yüklerinde ise 21,18 kWh/m<sup>2</sup> değerinden 14,96 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşerek m<sup>2</sup> başına yaklaşık %28 oranında bir iyileşme sağlanmıştır. M<sup>2</sup> başına toplam ısıtma ve soğutma yüklerinde 77,35 kWh/m<sup>2</sup>'den 51,95 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşerek toplamda %33 oranında iyileşme sağlanmıştır (Şekil 4.19).



**Şekil 4.19:** A3 Binası bütünsel iyileştirme sonucu m<sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri (kWh/m<sup>2</sup>)

A3 binası iyileştirme müdahaleleri ve iyileştirme oranları Çizelge 4.24'te gösterilmiş olup; yapı elemanı bazında %31 oranla en etkili iyileştirme pencere camlarını low-e çift cam seçeneği ile değiştirmektir. Ancak yapı elemanı bazında tek müdahale yerine binaya bütünsel müdahale etmek %33 oranında iyileştirme sağlamıştır.

**Çizelge 4.24:** A3 Binası verimli iyileştirme müdahaleleri ve iyileştirme oranları

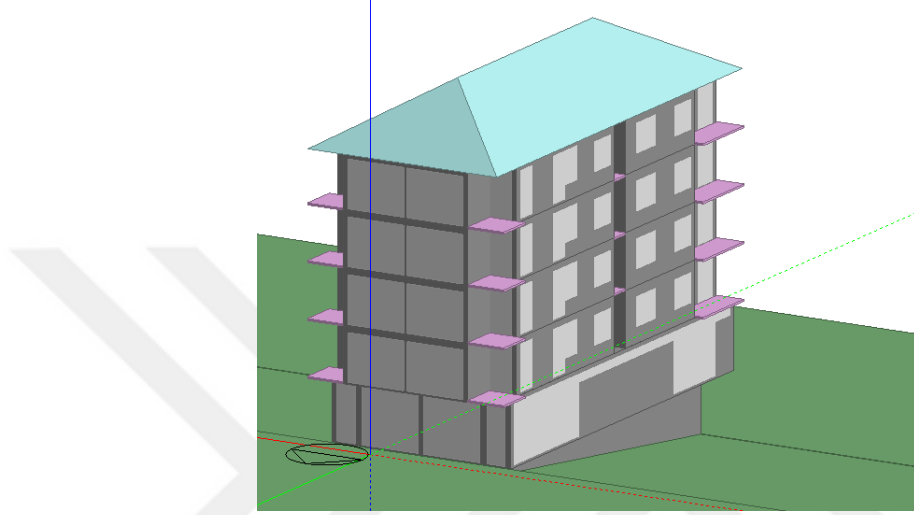
<b>Müdahale</b>	<b>m<sup>2</sup> başına düşen iyileşme oranı (ısıtma ve soğutma toplam)</b>
Duvara içten 6 cm XPS uygulanması	% 10
Pencerelerin low-e çift cam ile değişimi	% 31
Verimli iyileştirme seçeneklerinin bir arada kullanılması	% 33

#### 4.2.4. B1 Binası bulguları

B1 binasının cadde cephesi Kuzey cephede yer almaktadır. 215 m<sup>2</sup> zemin kat oturumu vardır. Normal kat ön cephe/cadde uzunluğu 10 metre iken toplam cephe uzunluğu 74 metredir. Normal kat cephe alanı 208,8 m<sup>2</sup> olup, 76,65 m<sup>2</sup> si saydam alanlardan oluşmaktadır. Normal katın %36,7 saydamlık oranı vardır. Normal Kat köşe daire

cephe alanı 104,4 m<sup>2</sup> olup, 38,32 m<sup>2</sup>'si saydam alanlardır. Normal kat köşe daire saydamlık oranı %36,7'dir.

Bina dış cephesinde dönem mimari özelliklerinden taş cephe kaplaması ve çiçeklikler yer almaktadır. İyileştirme kapsamında taş cephe kaplaması, çiçeklikler ve cephe yapısı (pencere yerleri ve boyutları) korunacaktır. Bu nedenle iyileştirme kapsamında dış duvarlarda yalnızca içten yalıtım müdahaleleri uygulanmıştır.



Şekil 4.20: B1 Binası 3 boyutlu modeli

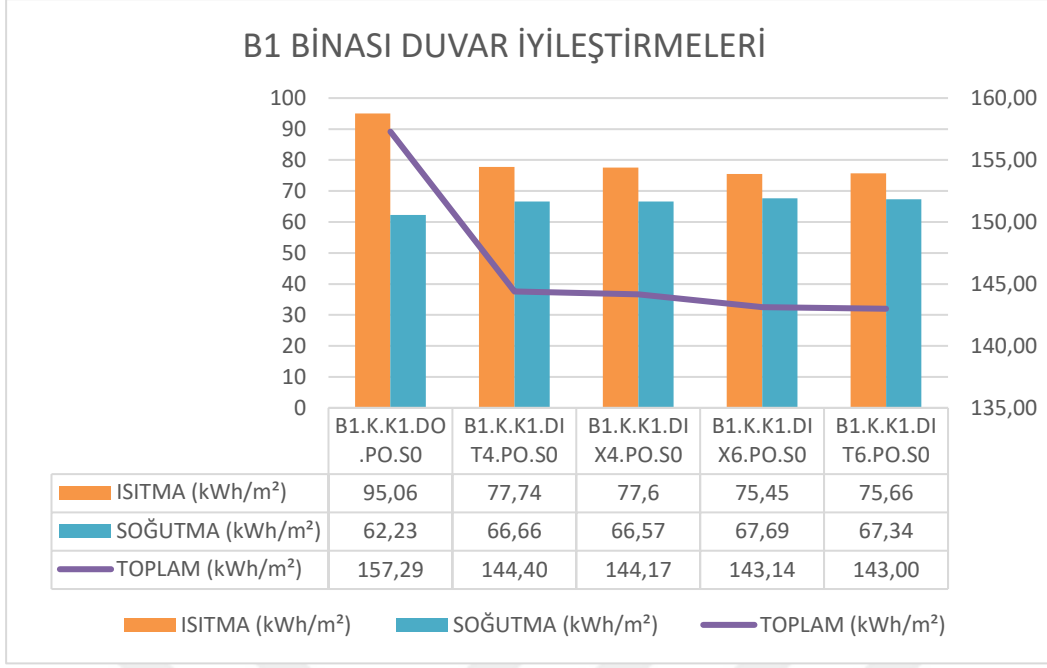
#### 4.2.4.1 Dış duvarları iyileştirme seçeneklerinin etkinliği

Dış duvarın tek başına iyileştirilmesi kapsamında incelenen iyileştirme seçenekleri ve bunlar için kullanılan müdahale kodları 4.25'te yer almaktadır.

Çizelge 4.25: B1 Binası duvar iyileştirme müdahaleleri

Müdahale Kodu	Duvar	Pencere	Gölgeleme Bileşeni
B1.K.K1.DO.PO.S0	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	Orjinal	YOK
B1.K.K1.DIX4.PO.S0	OD+4 cm XPS Yalıtımlı (içten)	Orjinal	YOK
B1.K.K1.DIX6.PO.S0	OD+6 cm XPS Yalıtımlı (içten)	Orjinal	YOK
B1.K.K1.DIT4.PO.S0	OD+4 cm Taşyünü Yalıtımlı (içten)	Orjinal	YOK
B1.K.K1.DIT6.PO.S0	OD+6 cm Taşyünü Yalıtımlı (içten)	Orjinal	YOK

Analiz sonuçlarına göre ısıtma performansı orijinal halinde m<sup>2</sup> başına 95,06 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken içten 6 cm XPS yalıtımlı duvar ile yaklaşık %21 oranında iyileştirme sağlayarak enerji ihtiyacı 75,45 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşmüştür. Soğutma için ise tüm duvar yalıtım alternatifleri soğutma yükünü yaklaşık 4-5 kWh/m<sup>2</sup> artırmıştır.



**Şekil 4.21:** B1 Binası farklı duvar iyileştirmelerine bağlı m<sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri (kWh/m<sup>2</sup>)

B1 Binasının 1 m<sup>2</sup>'sini ısıtmak ve soğutmak için orijinal halinde 157,29 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken içten 6 cm taşyünü yalıtım alternatifi ile bu değer %9 iyileşerek 143,00 kWh/m<sup>2</sup> ye düşmüştür. Bu bağlamda enerji ihtiyacını duvarda en çok düşüren alternatif içten 6 cm taşyünü yalıtım olmuştur (Şekil 4.21).

#### 4.2.4.2 Pencere iyileştirme seçeneklerinin etkinliği

Pencerelerin tek başına iyileştirilmesi kapsamında incelenen iyileştirme seçenekleri ve bunlar için kullanılan müdahale kodları Çizelge 4.26'da yer almaktadır.

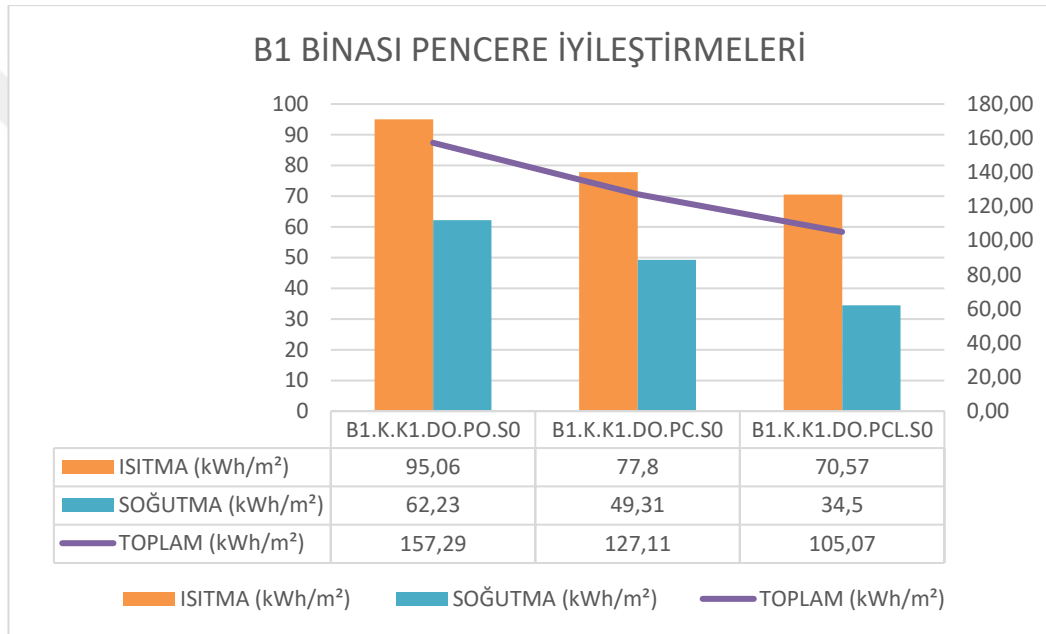
**Çizelge 4.26:** B1 Binası pencere iyileştirme müdahaleleri

Müdahale Kodu	Pencere	Duvar	Gölgeleme Bileşeni
B1.K.K1.DO.PO.S0	Orijinal (tek cam)	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	YOK
B1.K.K1.DO.PC.S0	Çift Cam	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	YOK
B1.K.K1.DO.PCL.S0	Çift Cam Low-e	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	YOK

Analiz sonuçlarına göre ısıtma için orijinal halinde m<sup>2</sup> başına 95,06 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken çift cam Low-e pencere alternatifi ile yaklaşık %26 oranında iyileştirme sağlayarak enerji ihtiyacı 70,57 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşmüştür (Şekil 4.22).

Analiz sonuçlarına göre B1 binası soğutma için orijinal halinde m<sup>2</sup> başına 62,23 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken low-e çift cam pencere alternatifi ile yaklaşık %45 oranında iyileştirme sağlayarak enerji ihtiyacı 34,50 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşmüştür (Şekil 4.22).

B1 Binasının 1 m<sup>2</sup>'sini ısıtmak ve soğutmak için orijinal halinde 157,29 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken pencerede low-e çift cam alternatifi ile bu değer yaklaşık %33 iyileşerek 105,07 kWh/m<sup>2</sup>' ye düşmüştür (Şekil 4.22).



**Şekil 4.22:** B1 Binası farklı pencere iyileştirmelerine bağlı m<sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri (kWh/m<sup>2</sup>)

#### 4.2.4.3 Gölgeleme bileşeni kullanım seçeneklerinin etkinliği

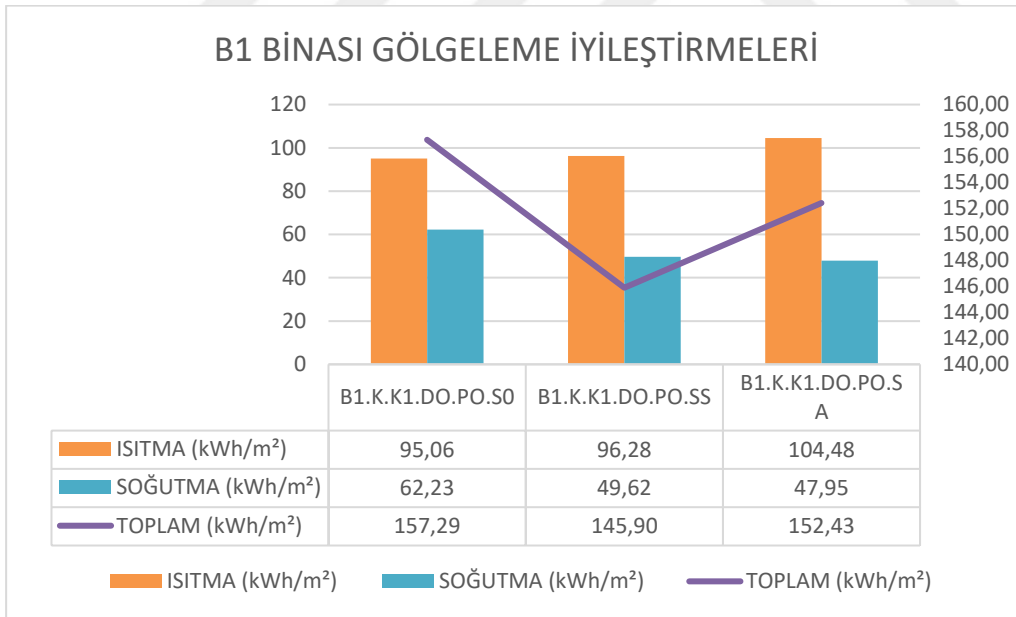
Cephe bütünlüğünü korumak için gölgeleme bileşeni önerisi olarak içten perde kullanımı önerisi getirilmiştir. Aşağıdaki çizelgede müdahale kodu ve gölgeleme bileşeni kontrol yöntemi belirtilmiştir (Çizelge 4.27).

**Çizelge 4.27:** B1 Binası gölgeleme bileşeni kullanım müdahaleleri

Müdahale Kodu	Gölgeleme Bileşeni	Duvar	Pencere
B1.K.K1.DO.PO.S0	YOK	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	Orijinal (tek cam)
B1.K.K1.DO.PC.SS	Güneşliği Kontrol	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	Orijinal (tek cam)
B1.K.K1.DO.PCL.SA	Hep Kullanımda	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	Orijinal (tek cam)

Analiz sonuçlarına göre A3 binası ısıtma performansı içten perde kullanımında m<sup>2</sup> başına düşen ısıtma ihtiyacını artırmıştır. Soğutma yüklerini incelediğimizde sürekli kullanımda olan perde alternatifini yaklaşık %24 oranında iyileştirme sağlamıştır. m<sup>2</sup> başına düşen soğutma enerji ihtiyacı 62,23 kWh/m<sup>2</sup> den 47,95 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşmüştür (Şekil 4.23).

Gölgeleme bileşeni eklenmesi; güneşliği kontrollü olarak eklenirse m<sup>2</sup> başına toplam ısıtma ve soğutma yüklerini 157,29 kWh/m<sup>2</sup> den 145,90 kWh/m<sup>2</sup>'ye yaklaşık %8 oranında düşürmüştür (Şekil 4.23).



**Şekil 4.23:** B1 Binası farklı gölgeleme bileşeni kullanımlarına bağlı m<sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri (kWh/m<sup>2</sup>)

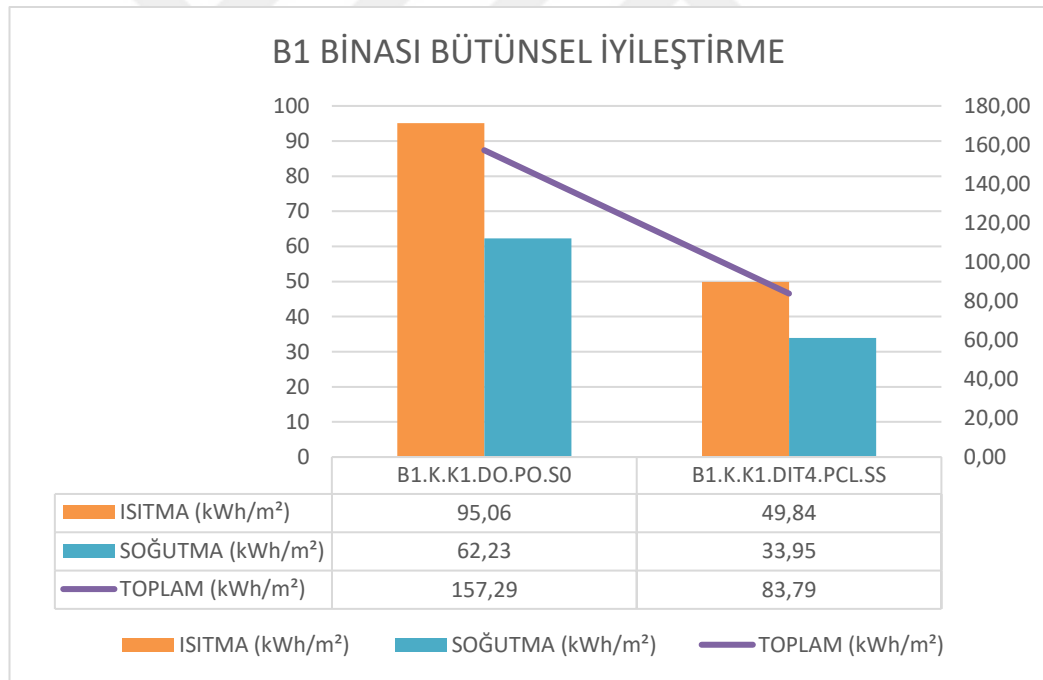


#### 4.2.4.4 Duvar, pencere ve gölgeleme iyileştirmelerinin birlikte kullanılmasının verimliliği

Duvar, pencere ve gölgeleme bileşeni sonuçlarına bağlı olarak en iyi performansı gösteren seçeneklerin birarada kullanıldığı durumun ısıtma ve soğutma yüklerine etkisi de analiz edilmiştir.

Bu kapsamda, içten 6 cm taşıyıcı yalıtım, low-e çift cam özellikte pencere ve güneşli kontrollü içten gölgeleme bileşeni kombinasyonu ile ısıtma yükünde 95,06 kWh/m<sup>2</sup> değerinden 49,64 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşerek m<sup>2</sup> başına %48 lik bir iyileşme sağlanmıştır (Şekil 4.24).

Soğutma yükleri ise 62,23 kWh/m<sup>2</sup> değerinden 33,95 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşerek m<sup>2</sup> başına yaklaşık %46 oranında bir iyileşme sağlanmıştır. M<sup>2</sup> başına toplam ısıtma ve soğutma yüklerinde 157,29 kWh/m<sup>2</sup>'den 83,79 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşerek toplamda %47 oranında iyileşme sağlanmıştır (Şekil 4.24).



**Şekil 4.24:** B1 Binası bütünsel iyileştirme sonucu m<sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri (kWh/m<sup>2</sup>)

B1 binası iyileştirme müdahaleleri ve iyileştirme oranları Çizelge 4.28'te gösterilmiş olup; yapı elemanı bazında %33 oranla en etkili iyileştirme pencere camlarını low-e

çift cam seçeneği ile değiştirmektedir. Ancak yapı elemanı bazında tek müdahale yerine binaya bütünsel müdahale etmek %47 oranında iyileştirme sağlamıştır.

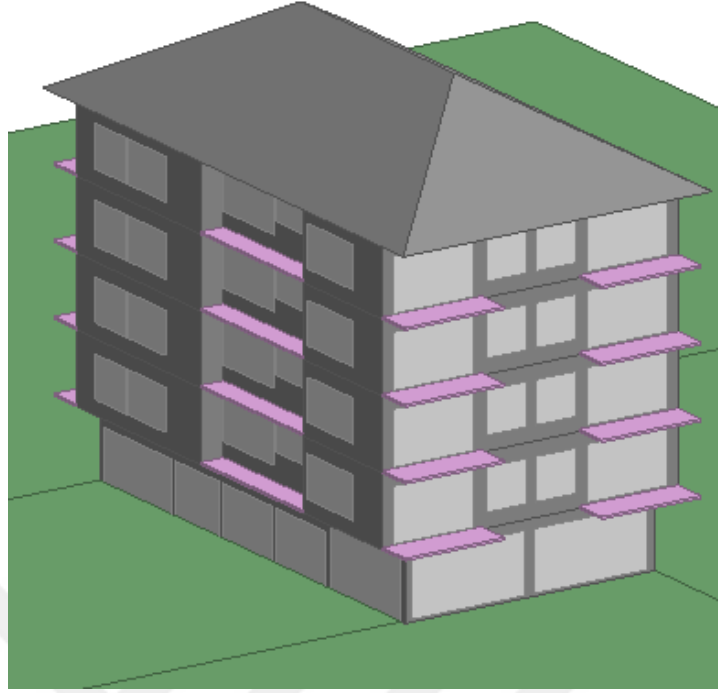
**Çizelge 4.28: B1 Binası iyileştirme müdahaleleri ve iyileştirme oranları**

<b>Müdahale</b>	<b>m<sup>2</sup> başına düşen iyileştirme oranı (ısıtma ve soğutma toplam)</b>
Duvara içten 6 cm XPS uygulanması	%9
Pencerelerin low-e çift cam ile değişimi	%33
İç gölgeleme bileşeni kullanımı (gün ışığı kontrollü)	%8
Verimli iyileştirme seçeneklerinin bir arada kullanılması	%47

#### **4.2.5 B2 binası bulguları**

B2 binasının cadde cephesi güney cephede yer almaktadır. 220 m<sup>2</sup> zemin kat oturumu vardır. Normal kat ön cephe/cadde uzunluğu 13 metre iken toplam cephe uzunluğu 76 metredir. Normal kat cephe alanı 215,35 m<sup>2</sup> olup, 88,24 m<sup>2</sup> si saydam alanlardan oluşmaktadır. Normal katın %41 saydamlık oranı vardır. Normal Kat köşe daire cephe alanı 107,67 m<sup>2</sup> olup, 44,12 m<sup>2</sup>'si saydam alanlardır. Normal kat köşe daire saydamlık oranı da %41'dir.

Bina dış cephesinde taş kaplama bulunmamaktadır. Fakat dönem mimari özelliklerinden çiçeklikler yer almaktadır. İyileştirme kapsamında çiçeklikler ve cephe yapısı (pencere yerleri ve boyutları) korunacaktır. İyileştirme kapsamında dış duvarlarda taş kaplama bulunmadığı için dıştan ve içten yalıtım müdahaleleri önerilmiştir. Ayrıca pencerelerde ve gölgeleme elemanlarında iyileştirilmeler önerilerek sonuçları değerlendirilmiştir.



**Şekil 4.25:** B2 Binası 3 boyutlu modeli

#### 4.2.5.1 Dış duvarları iyileştirme seçeneklerinin etkinliği

Bu binanın kabuğunda, daha önce belirtildiği gibi, taş kaplama bulunmadığından dış duvarlar içten ve dıştan yalıtım ile iyileştirilerek ısıtma ve soğutma yüküne etkileri incelenmiştir. Çizelge 4.29’da yapılan müdahaleler ve kodları yer almaktadır.

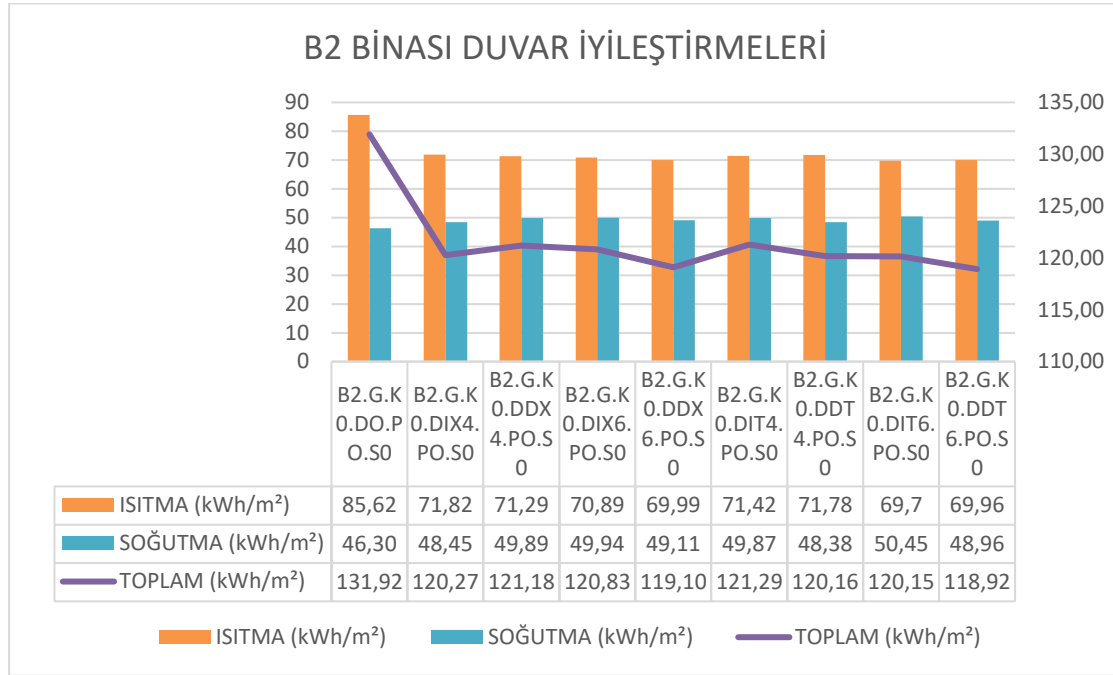
**Çizelge 4.29:** B2 Binası duvar iyileştirme müdahaleleri

Müdahale Kodu	Duvar	Pencere	Gölgeleme Bileşeni
B2.G.K0.DO.PO.S0	Orjinal Duvar (Yalıtımsız)	Orjinal	YOK
B2.G.K0.DIX4.PO.S0	OD+4 cm XPS Yalıtımlı (içten)	Orjinal	YOK
B2.G.K0.DDX4.PO.S0	OD+4 cm XPS Yalıtımlı (dıştan)	Orjinal	YOK
B2.G.K0.DIX6.PO.S0	OD+6 cm XPS Yalıtımlı (içten)	Orjinal	YOK
B2.G.K0.DDX6.PO.S0	OD+6 cm XPS Yalıtımlı (dıştan)	Orjinal	YOK
B2.G.K0.DIT4.PO.S0	OD+4 cm Taşyünü Yalıtımlı (içten)	Orjinal	YOK
B2.G.K0.DDT4.PO.S0	OD+4 cm Taşyünü Yalıtımlı (dıştan)	Orjinal	YOK
B2.G.K0.DIT6.PO.S0	OD+6 cm Taşyünü Yalıtımlı (içten)	Orjinal	YOK
B2.G.K0.DDT6.PO.S0	OD+6 cm Taşyünü Yalıtımlı (dıştan)	Orjinal	YOK

B2 Binasını ısıtmak için mevcut halinde 85,62 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken içten 6 cm taşyünü yalıtım alternatifinde 69,7 kWh/m<sup>2</sup> ‘ye düşerek %18 oranında bir fayda

sağlamıştır. Soğutma yüküne bakıldığında mevcut durumda 46,30 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken tüm duvar alternatifleri soğutma yükünü artırmıştır.

B2 binasının 1 m<sup>2</sup>'sini ısıtmak ve soğutmak için orijinal halinde 131,92 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken içten 6 cm taşıyünü yalıtım alternatifi ile bu değer %10 iyileşerek 118,92 kWh/m<sup>2</sup> ye düşmüştür. Bu bağlamda enerji ihtiyacını duvarda en çok düşüren alternatif içten 6 cm taşıyünü yalıtım olmuştur (Şekil 4.26).



**Şekil 4.26:** B2 Binası farklı duvar iyileştirmelerine bağlı m<sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri (kWh/m<sup>2</sup>)

#### 4.2.5.2 Pencere iyileştirme seçeneklerinin etkinliği

Pencerelerin tek başına iyileştirilmesi kapsamında incelenen iyileştirme seçenekleri ve bunlar için kullanılan müdahale kodları Çizelge 4.30'da yer almaktadır.

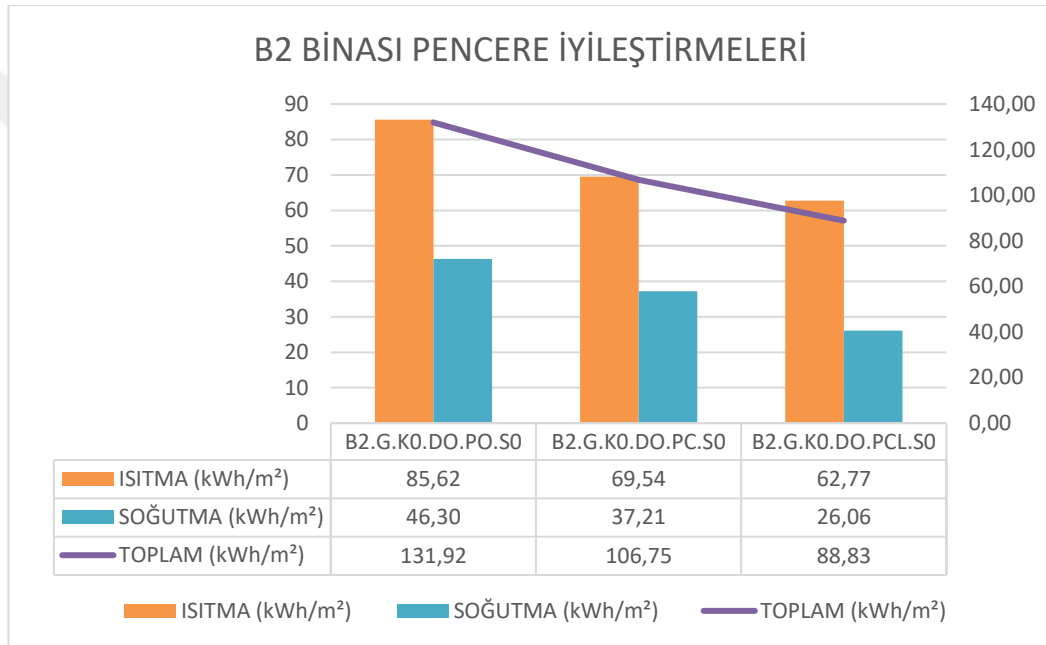
**Çizelge 4.30:** B2 Binası pencere iyileştirme müdahaleleri

Müdahale Kodu	Pencere	Duvar	Gölgeleme Bileşeni
B2.G.K01.DO.PO.S0	Orijinal (tek cam)	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	YOK
B2.G.K0.DO.PC.S0	Çift Cam	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	YOK
B2.G.K0.DO.PCL.S0	Çift Cam Low-e	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	YOK

Analiz sonuçlarına göre ısıtma performansı için halinde m<sup>2</sup> başına 85,62 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken Low-e çift cam pencere alternatifi ile yaklaşık %27 oranında iyileştirme sağlayarak enerji ihtiyacı 62,77 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşmüştür.

Analiz sonuçlarına göre B2 binası soğutma için orijinal halinde m<sup>2</sup> başına 46,30 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken Low-e çift cam pencere alternatifi ile yaklaşık %43 oranında iyileştirme sağlayarak enerji ihtiyacı 26,06 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşmüştür (Şekil 4.27).

B2 Binasının 1 m<sup>2</sup>'sini ısıtmak ve soğutmak için orijinal halinde 131,92 kWh/m<sup>2</sup> enerji gerekirken pencerede low-e çift cam alternatifi ile bu değer yaklaşık %32 iyileşerek 88,83 kWh/m<sup>2</sup>' ye düşmüştür (Şekil 4.27).



**Şekil 4.27:** B2 Binası farklı pencere iyileştirmelerine bağlı m<sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri (kWh/m<sup>2</sup>)

#### 4.2.5.3 Gölgeleme bileşeni kullanım seçeneklerinin etkinliği

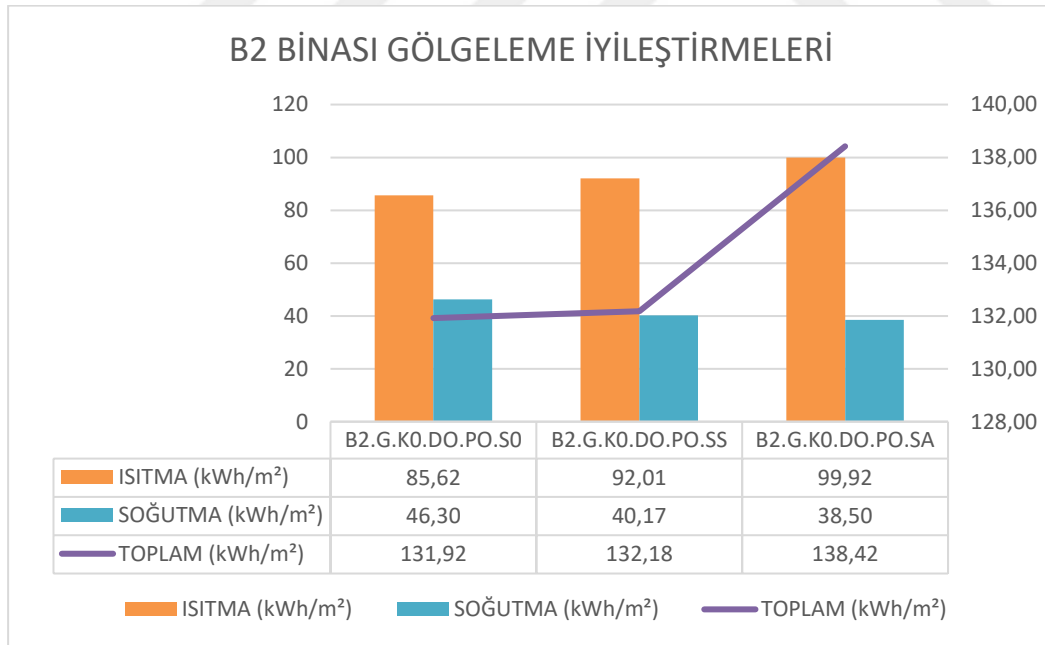
Cephe bütünlüğünü korumak için gölgeleme bileşeni önerisi olarak içten perde kullanımı önerisi getirilmiştir. Aşağıdaki çizelgede müdahale kodu ve gölgeleme bileşeni kontrol yöntemi belirtilmiştir (Çizelge 4.31).

**Çizelge 4.31: B2 Binası gölgeleme bileşeni kullanım müdahaleleri**

Müdahale Kodu	Gölgeleme Bileşeni	Duvar	Pencere
B2.G.K0.DO.PO.S0	YOK	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	Orijinal (tek cam)
B2.G.K0.DO.PC.SS	Güneşliği Kontrol	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	Orijinal (tek cam)
B2.G.K0.DO.PCL.SA	Hep Kullanımda	Orijinal Duvar (Yalıtımsız)	Orijinal (tek cam)

Analiz sonuçlarına göre, B2 binasında içten perde kullanımı m<sup>2</sup> başına düşen ısıtma ihtiyacını artırmıştır (Şekil 4.28). Soğutma yüklerini incelendiğinde, sürekli kullanımda olan perde alternatifini yaklaşık %17 oranında iyileştirme sağlamıştır. m<sup>2</sup> başına düşen soğutma enerji ihtiyacı 46,30 kWh/m<sup>2</sup> den 38,50 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşmüştür. (Şekil 4.28).

Gölgeleme elemanı eklenmesi; güneşliği kontrollü olarak eklenirse m<sup>2</sup> başına toplam ısıtma yükünü artırdığından toplam yüke olumlu etkisi olmamıştır.

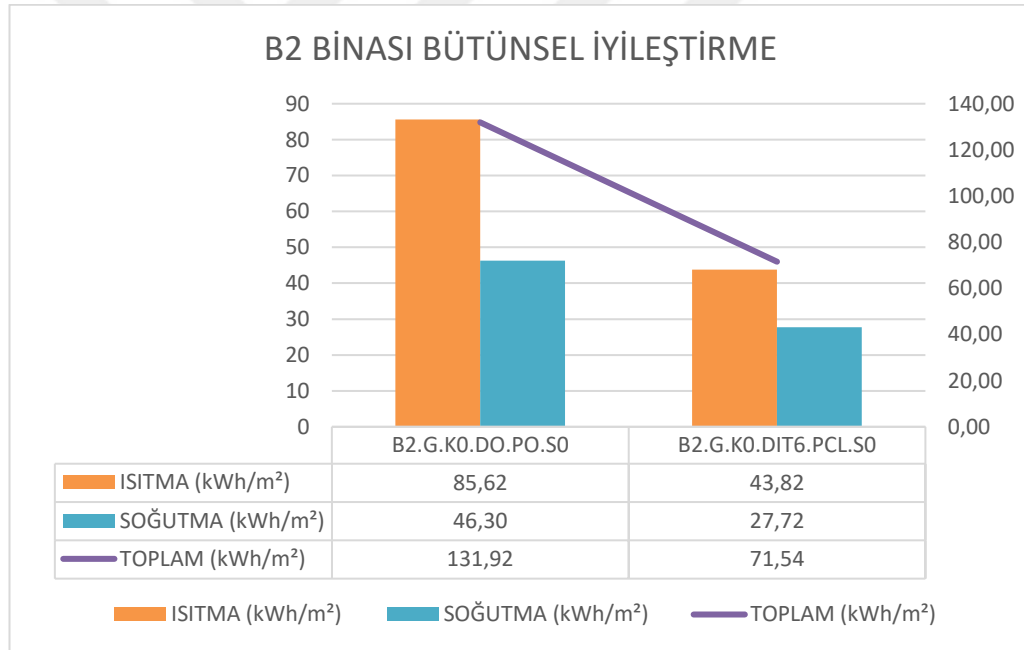


**Şekil 4.28: B2 Binası farklı gölgeleme bileşeni kullanımlarına bağlı m<sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri (kWh/m<sup>2</sup>)**

#### 4.2.5.4 Duvar ve pencere iyileştirmelerinin birlikte kullanılmasının verimliliği

Duvar ve pencere iyileştirme sonuçlarına bağlı olarak en iyi performans gösteren seçeneklerin birarada olduğu durumun ısıtma ve soğutma yüklerine etkisi de analiz edilmiştir. Gölgeleme bileşeni kullanımının toplam ısıtma ve soğutma yüküne olumlu etkisi olmadığından analize dahil edilmemiştir. Bu kapsamda incelenen içten 6 cm taşıyıcı yalıtım ve low-e özellikte çift cam pencere kombinasyonu ile ısıtma yükünde 85,62 kWh/m<sup>2</sup> değerinden 43,82 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşerek m<sup>2</sup> başına %49 oranında bir iyileşme sağlanmıştır (Şekil 4.29).

Soğutma yükleri ise 46,30 kWh/m<sup>2</sup> değerinden 27,72 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşerek m<sup>2</sup> başına yaklaşık %41 oranında bir iyileşme sağlanmıştır. M<sup>2</sup> başına toplam ısıtma ve soğutma yüklerinde 131,92 kWh/m<sup>2</sup>'den 71,54 kWh/m<sup>2</sup> değerine düşerek toplamda %45 oranında iyileşme sağlanmıştır (Şekil 4.29).



**Şekil 4.29:** B2 Binası bütünsel iyileştirme sonucu m<sup>2</sup> başına gereken iklimlendirme enerjisi değerleri (kWh/m<sup>2</sup>)

B2 Binası İyileştirme Müdahaleleri ve İyileştirme Oranları Çizelge 4.32’de gösterilmiş olup; yapı elemanı bazında %48 oranla en etkili iyileştirme pencere camlarını low-e çift cam seçeneği ile değiştirmektir. Ancak yapı elemanı bazında tek müdahale yerine binaya bütünsel müdahale etmek %84 oranında iyileştirme sağlamıştır.

**Çizelge 4.32: B2 Binası verimli iyileştirme müdahaleleri ve iyileştirme oranları**

<b>Müdahale</b>	<b>m<sup>2</sup> başına düşen iyileştirme oranı (ısıtma ve soğutma toplam)</b>
Duvara içten 6 cm XPS uygulanması	% 10
Pencerelerin low-e çift cam ile değişimi	% 32
Verimli iyileştirme seçeneklerinin bir arada kullanılması	% 45

#### **4.2.6 Tüm binaların iyileştirme sonuçlarının karşılaştırılması ve değerlendirilmesi**

Önceki bölümlerde duvar, pencere ve gölgeleme bileşeni ölçeğinde farklı malzemeler ile farklı kombinasyonlar yaparak binalardaki enerji harcamasında maksimum faydayı sağlayacak müdahaleyi belirleme çalışmalarının bulguları açıklanmış ve yapılan müdahalelerin bina ölçeğindeki etkileri tartışılmıştır. Bu bölümde ise incelenen tüm binalarda uygulanan müdahaleler karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Tartışmalarda iklimlendirilen m<sup>2</sup> başına düşen enerji ihtiyacı gözönüne alınmıştır.

İyileştirme önerileri, daha önce belirtildiği gibi, Modern Dönem Mirası'nın korunması kaygısı ile dış cepheyi bozmadan yapılacak şekilde tasarlanmıştır. Bu nedenle, duvarlarda yapılan iyileştirmeler için verilen sonuçlarda, cephesinde taş kaplama olan binalar için dıştan yalıtım sonuçları bulunmamaktadır.

Duvara yapılan yalıtım müdahalelerinin Çizelge 4.33'te verilen ısıtma yükü iyileştirme sonuçları incelendiğinde; B2.G.K0 hariç tüm binalarda 6 cm XPS ile içten yalıtım seçeneği duvara müdahale bazında en yüksek oranda iyileştirme sağlayan seçenek olmuştur. Tüm binalar içinde ısıtma yükü en çok iyileşen %22,61 oranıyla A2 binası olmuştur. Daha önceki bölümlerde, cephe toplam uzunluğu 357,54 m ile en fazla olan binanın A2 olduğu belirtilmiştir. Bunun bir sonucu olarak da duvar yalıtımında en yüksek faydayı A2 binası sağlamıştır. B grubu binalar içinde B1 binası, %20,62 oranla duvar iyileştirmesinde ısıtma yükü en çok azalan bina olmuştur. Bu binanın %36,70 ile en düşük saydamlık oranına sahip olması, duvar yalıtımından yüksek bir oranda faydalanmasını sağlamıştır.



Soğutma enerjisi açısından, dış duvara yapılan yalıtım müdahalelerinin Çizelge 4.35’te verilen iyileştirme oranları incelendiğinde, duvar iyileştirmesinin soğutma yükünü azaltmadığı; aksine çoğu seçenekte artırdığı görülmektedir. Soğutma yükü yaklaşık olarak % 1-%7 bandında artmıştır.

**Çizelge 4.33:** Binalarda uygulanan duvar müdahaleleri ve ısıtma yükü iyileşme oranları

<b>BİNA KODU</b>	<b>A1.K.K0</b>	<b>A2.G.K1</b>	<b>A3.G.K1</b>	<b>B1.K.K1</b>	<b>B2.G.K0</b>
<b>CEPHE</b>					
<b>SAYDAMLIK ORANLARI</b>	<b>%41,50</b>	<b>%40,70</b>	<b>%41,70</b>	<b>%36,70</b>	<b>%41</b>
<b>DUVAR</b>					
<b>ISITMA İYİLEŞME ORANLARI</b>					
OD+4 cm Taşyünü Yalıtımlı (dıştan)	% 13,76	-	-	-	% 16,16
OD+4 cm XPS Yalıtımlı (dıştan)	% 13,73	-	-	-	% 16,73
OD+6 cm Taşyünü Yalıtımlı (dıştan)	% 15,62	-	-	-	% 18,29
OD+6 cm XPS Yalıtımlı (dıştan)	% 15,76	-	-	-	% 18,25
OD+4 cm Taşyünü Yalıtımlı (içten)	% 13,97	% 19,77	% 16,23	% 18,22	% 16,58
OD+4 cm XPS Yalıtımlı (içten)	% 14,06	% 19,94	% 16,36	% 18,36	% 16,11
OD+6 cm Taşyünü Yalıtımlı (içten)	% 15,97	% 22,35	% 18,20	% 20,40	<b>%18,59</b>
OD+6 cm XPS Yalıtımlı (içten)	<b>% 16,02</b>	<b>%22,61</b>	<b>%18,43</b>	<b>%20,62</b>	% 17,20

**Çizelge 4.34:** Binalarda uygulanan duvar müdahaleleri ve soğutma yükü iyileşme oranları

BİNA KODU	A1.K.K0	A2.G.K1	A3.G.K1	B1.K.K1	B2.G.K0
<b>CEPHE SAYDAMLIK ORANLARI</b>	<b>%41,50</b>	<b>%40,70</b>	<b>%41,70</b>	<b>%36,70</b>	<b>%41</b>
<b>DUVAR</b>	<b>SOĞUTMA İYİLEŞME ORANLARI</b>				
OD+4 cm Taşyünü Yalıtımlı (dıştan)	%0,15	-	-	-	<b>%-4,49</b>
OD+4 cm XPS Yalıtımlı (dıştan)	%0,22	-	-	-	%-7,75
OD+6 cm Taşyünü Yalıtımlı (dıştan)	%0,15	-	-	-	%-5,75
OD+6 cm XPS Yalıtımlı (dıştan)	%0,37	-	-	-	%-6,07
OD+4 cm Taşyünü Yalıtımlı (içten)	%-1,43	%-2,46%	<b>%-6,18</b>	%-7,12	%-7,71
OD+4 cm XPS Yalıtımlı (içten)	%-1,10	<b>%-2,07</b>	<b>%-6,18</b>	%-6,97	%-4,64
OD+6 cm Taşyünü Yalıtımlı (içten)	<b>%1,83</b>	%-3,13	%-6,94	%-8,77	%-8,96
OD+6 cm XPS Yalıtımlı (içten)	%-1,58	%-2,50	%-7,37	<b>%-8,21</b>	%-7,29

Pencerelerde orijinal doğramanın ahşap olduğu ve korunacak bina özelliklerinden biri olduğu daha önceki bölümlerde de belirtilmiştir. Bu bağlamda sadece cam malzemesi değiştirilerek tüm binalarda bina enerji performansının iyileşmesi hedeflenmiştir. Orijinal ahşap doğrama ile birlikte çift cam ve low-e çift cam cam alternatifleri analiz edilmiştir.

Çizelge 4.35 ve Çizelge 4.36’da görüleceği üzere ısıtma ve soğutma yükünü azaltmada en etkili cam low-e çift cam seçeneği olmuştur. Isıtma yükünde maksimum %26,69; soğutma yükünde maksimum %48,27 oranında iyileşme sağlamıştır (Çizelge 4.35). A3 binası %41,70 oranında en fazla saydamlık oranına sahip binadır. Bu bağlamda soğutma yükü %48,27 ile en çok iyileşen bina A3 binası olmuştur (Çizelge 4.36).

**Çizelge 4.35:** Binalarda uygulanan pencere müdahaleleri ve ısıtma yükü iyileşme oranları

BİNA KODU	A1.K.K0	A2.G.K1	A3.G.K1	B1.K.K1	B2.G.K0
<b>CEPHE SAYDAMLIK ORANLARI</b>	<b>%41,50</b>	<b>%40,70</b>	<b>%41,70</b>	<b>%36,70</b>	<b>%41</b>
<b>DUVAR</b>	<b>ISITMA İYİLEŞME ORANLARI</b>				
Çift Cam					
6mm+12mm+6mm (PC)	%17,48	%11,99	%17,35	%18,16	%18,78
Çift Cam Low-e					
6mm+12mm+6mm (PCL)	<b>%18,42</b>	<b>%16,16</b>	<b>%24,13</b>	<b>%25,76</b>	<b>%26,69</b>

**Çizelge 4.36:** Binalarda uygulanan pencere müdahaleleri ve soğutma yükü iyileşme oranları

BİNA KODU	A1.K.K0	A2.G.K1	A3.G.K1	B1.K.K1	B2.G.K0
<b>CEPHE SAYDAMLIK ORANLARI</b>	<b>%41,50</b>	<b>%40,70</b>	<b>%41,70</b>	<b>%36,70</b>	<b>%41</b>
<b>DUVAR</b>	<b>SOĞUTMA İYİLEŞME ORANLARI</b>				
Çift Cam					
6mm+12mm+6mm (PC)	%-2,64	%22,69	%23,07	%20,76	%19,63
Çift Cam Low-e					
6mm+12mm+6mm (PCL)	<b>%35,57</b>	<b>%46,10</b>	<b>%48,27</b>	<b>%44,56</b>	<b>%43,71</b>

Bina cephesi korunacak bina özelliklerinden biri olduğundan sadece içten yarı saydam perde uygulaması ile performans iyileşmeleri değerlendirilmiştir. Perdenin kullanım aralığı (programı) değiştirilerek bina enerji performansları değerlendirilmiştir. Gün ışığına bağlı kullanım ve sürekli kullanım olmak üzere 2 ayrı program ele alınmıştır. Isıtma yükünü içten gölgeleme elemanları azaltmamakta, aksine güneş ışınımı kazanımını engellediği için tüm binalarda %1 ile %16 oran aralığında artırmaktadır. (Çizelge 4.37)

**Çizelge 4.37:** Binalarda uygulanan gölgeleme müdahaleleri ve soğutma yükü iyileşme oranları

BİNA KODU	A1.K.K0	A2.G.K1	A3.G.K1	B1.K.K1	B2.G.K0
<b>CEPHE SAYDAMLIK ORANLARI</b>	<b>%41,50</b>	<b>%40,70</b>	<b>%41,70</b>	<b>%36,70</b>	<b>%41</b>
<b>GÖLGELEME BİLEŞENİ</b>	<b>ISITMA İYİLEŞME ORANLARI</b>				
Gün Işığı	<b>%-4,36</b>	<b>%-7,81</b>	<b>%-9,31</b>	<b>%-1,28</b>	<b>%-7,46</b>
Sürekli kullanımda	%-8,44	%-12,28	%-16,63	%-9,91	%-16,70

Çizelge 4.38’de görüleceği üzere içten gölgeleme bileşeni kullanımı soğutma yükünü tüm binalarda %16 ile %22 bandında iyileştirmiştir. Saydamlık oranı en yüksek olan A3 binasında iç perdeler sürekli kapalı olur ise %21,98 oranında bir iyileşme sağlamaktadır.

**Çizelge 4.38:** Binalarda uygulanan gölgeleme müdahaleleri ve soğutma yükü iyileşme oranları

<b>BİNA KODU</b>	A1.K.K0	A2.G.K1	A3.G.K1	B1.K.K1	B2.G.K0
<b>CEPHE SAYDAMLIK ORANLARI</b>	%41,50	%40,70	%41,70	%36,70	%41
<b>GÖLGELEME BİLEŞENİ</b>	<b>SOĞUTMA İYİLEŞME ORANLARI</b>				
Gün Işığı	%16,48	%18,16	%18,82	%20,26	%13,24
Sürekli kullanımda	<b>%18,06</b>	<b>%18,83</b>	<b>%21,98</b>	<b>%22,95</b>	<b>%16,85</b>

Çizelge 4.39’da, binalarda enerji etkinliği en iyi sağlayan müdahaleler birarada kullanıldığında ele edilen iyileşme oranları belirtilmiştir. Binaların performansları; ısıtmada %34-%48 oran aralığında, soğutmada ise %29-%48 oran aralığında iyileşebilmektedir.

**Çizelge 4.39:** Binalarda uygulanan bütünsel müdahaleler ve iyileşme oranları

<b>BİNA VE YENİLEME KODLARI</b>	A1.K.K0.D IT6.PCL.S S	A2.G.K1.DI X6.PCL.S0	A3.G.K1.DI X6.PCL.S0	B1.K.K1.DI T6.PCL.SS	B2.G.K0. DIT6.PC L.S0
<b>CEPHE SAYDAMLIK ORANLARI</b>	%41,50	%40,70	%41,70	%36,70	%41
	<b>İYİLEŞME ORANLARI</b>				
Isıtma	%35,46	%41,72	%34,15	%47,57	<b>%48,82</b>
Soğutma	%41,17	<b>%48,41</b>	%29,37	%45,44	%40,13

#### 4.2.7 İyileştirme önerilerinin hacim ve daire ölçeğinde etkinliğinin değerlendirilmesi

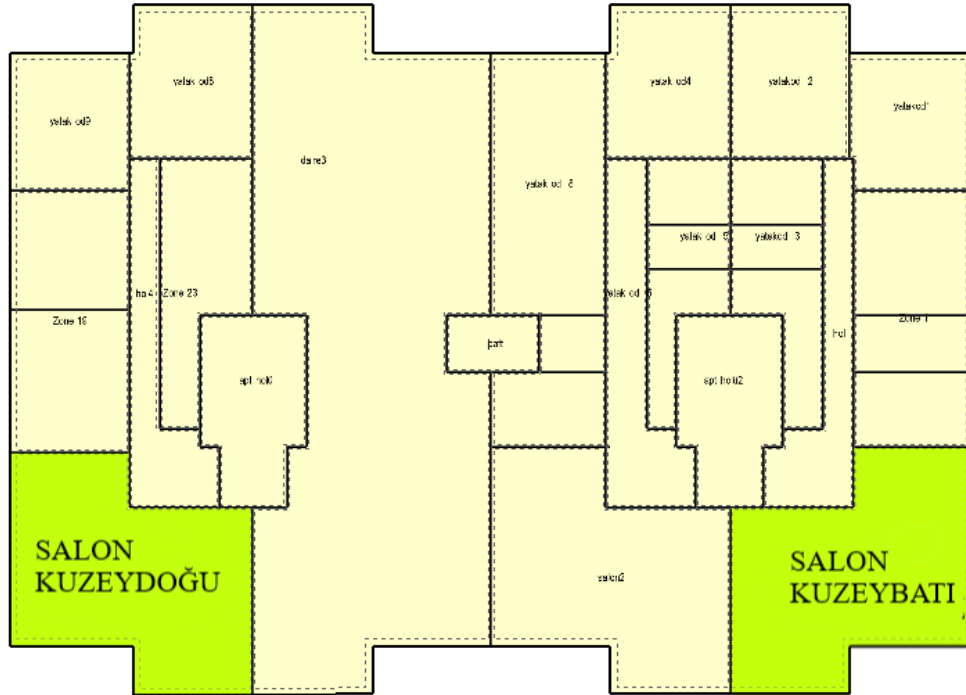
İyileştirme seçeneklerinin enerji etkinliğinde, temel olarak yönlenebilirliğe dayalı değişimleri görmek amacıyla, hacim ve daire ölçeğinde de analizler yapılmıştır. Bu

analizlerde ısıtma ve soğutma yükü için dizayn kapasite yükleri watt cinsinden ele alınmıştır.

Bu değerlendirme için A1 ve A3 binası seçilmiştir. A1 binasında, ön cephedeki biri kuzey-batı ve biri kuzey-doğu yönlerine bakan iki salon hacminde yapılan duvar, pencere ve gölgeleme bileşeni müdahalelerinin etkinliği karşılaştırılmıştır. İkinci aşamada ise, biri kuzey-batı ve biri kuzey-doğu yönlerine bakan iki dairede yapılan iyileştirmelerin karşılaştırmalı etkinliği ele alınmıştır. Son aşamada ise hacim-daire-bina sonuçları arasındaki ilişki tartışılmıştır. Farklı yöne bakan, fakat daire özellikleri A1 binasındakileri benzer olan A3 binasında da aynı adımlar izlenmiş, hacimlerin karşılaştırılmasında güneydoğu ve güneybatı yönlerine bakan iki salon hacmi, daire karşılaştırmasında güneydoğu ve güneybatı yönlerine bakan iki daire ele alınmıştır.

#### 4.2.7.1 A1 binası- hacim ölçüğünde karşılaştırma

A1 binasında karşılaştırılan kuzeydoğu ve kuzeybatı yönlerine bakan salonlar aynı büyüklüktedir. Duvarlara uygulanan içten yalıtım alternatifleri %13 ile %16 arasında fayda sağlamıştır. Kuzeydoğu ve kuzeybatı yönlerindeki her iki salonda da hem ısıtma dizayn yükünde hem de soğutma dizayn yükünde içten 6 cm taşıyıcı yalıtım seçeneği en yüksek performansı göstermiştir (Çizelge 4.40).



Şekil 4.30: A1 Binası 2.kat (ara kat), zonlara bölünmüş plan

Çizelge 4.40 ve çizelge 4.41’de belirtildiği üzere; İçten 6 cm taşıyıcı yalıtım, kuzeybatı yönündeki salonda ısıtma dizayn yükünü 566 watt değerinde; soğutma dizayn yükünü de 381 watt değerinde azaltarak toplamda 947 watt değerinde bir kazanıma sebep olmuştur. Salonun net döşeme alanı 46,4 m<sup>2</sup>’dir. Yapılan müdahale m<sup>2</sup> başına **20,40 watt**’lık bir iyileşmeye sebep olmuştur.

İçten 6 cm taşıyıcı yalıtım, kuzeydoğu yönündeki salon hacminde ise ısıtma dizayn yükünü 558 watt değerinde; soğutma dizayn yükünü de 451 watt değerinde azaltarak toplamda 1009 watt değerinde bir kazanıma sebep olmuştur. M<sup>2</sup> başına **21,74 watt**’lık bir iyileşme sağlamıştır. Bu iyileşme miktarı, kuzeybatı yönüne bakan salon hacminde elde edilen iyileşmeden biraz daha yüksektir (Çizelge 4.40; Çizelge 4.41).

**Çizelge 4.40:** A1 Binası salon hacimlerine uygulanan duvar müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı
DO	Salon-kuzeydoğu	3448,737	-	Salon-kuzeybatı	3483,597	-
DIT4	Salon-kuzeydoğu	2994,438	% 13,17	Salon-kuzeybatı	3018,965	% 13,34
DIT6	Salon-kuzeydoğu	2890,96	<b>%16,17</b>	Salon-kuzeybatı	2917,369	<b>%16,25</b>
DIX4	Salon-kuzeydoğu	2995,697	% 13,14	Salon-kuzeybatı	3020,304	% 13,30
DIX6	Salon-kuzeydoğu	2924,148	% 15,21	Salon-kuzeybatı	2947,426	% 15,39

**Çizelge 4.41:** A1 Binası salon hacimlerine uygulanan duvar müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı
DO	Salon-kuzeydoğu	4106,133	-	Salon-kuzeybatı	3604,04	-
DIT4	Salon-kuzeydoğu	3821,26	%6,94	Salon-kuzeybatı	3358,192	%6,82
DIT6	Salon-kuzeydoğu	3655,762	<b>%10,97</b>	Salon-kuzeybatı	3223,451	<b>%10,56</b>
DIX4	Salon-kuzeydoğu	3822,023	%6,92	Salon-kuzeybatı	3359,977	%6,77
DIX6	Salon-kuzeydoğu	3788,33	%7,74	Salon-kuzeybatı	3328,439	%7,65

Kuzeydoğu yönündeki salonda pencere cam performans iyileştirmeleri uygulandığında; %24,94 ile %38,59 aralığında ısıtma; %6,39 ile %38,20 aralığında soğutma yükü iyileşmiştir. Low-e çift cam seçeneği kuzeydoğu yönündeki ısıtma dizayn yükünü 1330,9 watt değerinde; soğutma dizayn yükünü de 1568,54 watt değerinde azaltarak toplamda 2899,44 watt değerinde bir kazanıma sebep olmuştur. Yapılan müdahale m<sup>2</sup> başına **62,48 watt**'lık bir iyileşmeye sebep olmuştur.

Kuzeybatı yönündeki salonda pencere cam performans iyileştirmeleri uygulandığında; ısıtma yükü %24,71 ile %38,22 aralığında; soğutma yükü de %5,25 ile %42,04 aralığında iyileşmiştir. Isıtmada ve soğutmada low-e çift cam seçeneği en iyi performansı göstermiştir (Çizelge 4.42 ve 4.43). Low-e çift cam seçeneği kuzeybatı yönünde ısıtma dizayn yükünü 1331,54 watt değerinde; soğutma dizayn yükünü de 1515,24 watt değerinde azaltarak toplamda 2846,48 watt değerinde bir kazanıma sebep olmuştur. Yapılan müdahale m<sup>2</sup> başına **61,34 watt**'lık bir iyileşmeye sebep olmuştur.

**Çizelge 4.42:** A1 Binası salon hacimlerine uygulanan pencere müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı
PO	Salon-Kuzeydoğu	3448,74	-	Salon-Kuzeybatı	3483,6	-
PC	Salon-Kuzeydoğu	2588,73	%24,94	Salon-Kuzeybatı	2622,73	%24,71
PCL	Salon-Kuzeydoğu	2117,84	<b>%38,59</b>	Salon-Kuzeybatı	2152,06	<b>%38,22</b>

**Çizelge 4.43:** A1 Binası salon hacimlerine uygulanan pencere müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı
PO	Salon-Kuzeydoğu	4106,13	-	Salon-Kuzeybatı	3604,04	-
PC	Salon-Kuzeydoğu	3843,68	%6,39	Salon-Kuzeybatı	3414,77	%5,25
PCL	Salon-Kuzeydoğu	2537,59	<b>%38,20</b>	Salon-Kuzeybatı	2088,8	<b>%42,04</b>

Kuzeybatı yönündeki salonda içten gölgeleme bileşeni koyulduğunda her iki kontrol türünde de %16,87 oranında ısıtma yükü, %0,81 oranında soğutma yükü artmıştır. Isıtma dizayn yükünü 584,51 watt değerinde; soğutma dizayn yükünü de 327,5 watt değerinde arttırarak toplamda 912,01 watt değerinde bir kayba sebep olmuştur. M<sup>2</sup> başına **19,65 watt**'lık bir enerji kaybına sebep olmuştur.

Kuzeydoğu yönündeki salonda içten gölgeleme bileşeni koyulduğunda her iki kontrol türünde de %16,95 oranında ısıtma yükü, %7,98 oranında soğutma yükü artmıştır. Isıtma dizayn yükünü 587,69 watt değerinde; soğutma dizayn yükünü de 29,3 watt değerinde arttırarak toplamda 616,99 watt değerinde bir kayba sebep olmuştur. M<sup>2</sup> başına **13,29 watt**'lık bir enerji kaybına sebep olmuştur (Çizelge 4.44 ve Çizelge 4.45). Bu kayıp oranı, kuzeybatı yönünde yapılan gölgelemede görülen kayıptan biraz daha düşüktür.



**Çizelge 4.44:** A1 Binası salon hacimlerine uygulanan gölgeleme müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü

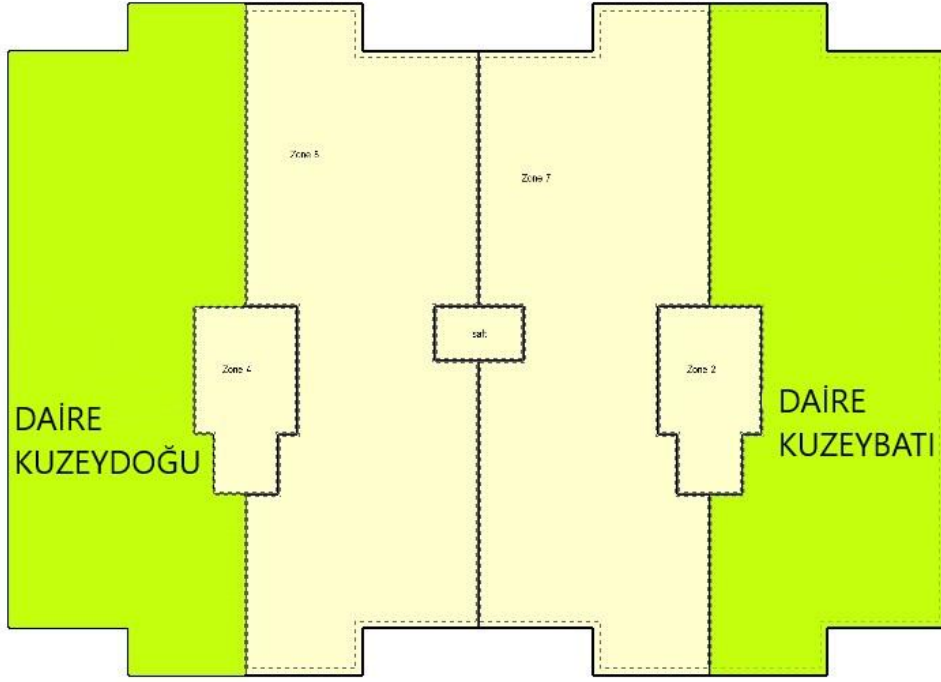
Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı
S0	Salon-Kuzeydoğu	3448,74	-	Salon-Kuzeybatı	3483,6	-
SA	Salon-Kuzeydoğu	4033,25	%-16,95	Salon-Kuzeybatı	4071,29	%-16,87
SS	Salon-Kuzeydoğu	4033,25	%-16,95	Salon-Kuzeybatı	4071,29	%-16,87

**Çizelge 4.45:** A1 Binası salon hacimlerine uygulanan gölgeleme müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı
S0	Salon-Kuzeydoğu	4106,13	-	Salon-Kuzeybatı	3604,04	-
SA	Salon-Kuzeydoğu	4433,63	%-7,98	Salon-Kuzeybatı	3633,34	%-0,81
SS	Salon-Kuzeydoğu	4433,63	%-7,98	Salon-Kuzeybatı	3633,34	%-0,81

#### 4.2.7.2 A1 Binası- daire ölçeğinde karşılaştırma

A1 binasında karşılaştırılan kuzeydoğu ve kuzeybatı yönlerine bakan dairelerin büyüklükleri aynı olup, alanı 149,2 m<sup>2</sup>'dir.



**Şekil 4.31:** A1 Binası 3.kat (ara kat), zonlara bölünmüş plan

Kuzeybatı yönündeki dairenin dış duvarlarına içten yalıtım uygulandığında %13,91 ile %16,87 ısıtma; %10,67 ile %14,42 oran aralığında soğutma yükü iyileşmiştir. Isıtmada ve soğutmada içten 6 cm taşıyıcı yalıtım seçeneği en iyi performansı göstermiştir (Çizelge 4.46 ve 4.47).

İçten 6 cm taşıyıcı yalıtım, kuzeybatı yönündeki dairenin ısıtma dizayn yükünü 1483,44 watt değerinde; soğutma dizayn yükünü de 1434,92 watt değerinde azaltarak toplamda 2918,36 watt değerinde bir kazanıma sebep olmuştur.. Yapılan müdahale, m<sup>2</sup> başına **19,56 watt**'lık bir iyileşmeye sebep olmuştur.

İçten 6 cm taşıyıcı yalıtım, kuzeydoğu yönündeki dairenin ısıtma dizayn yükünü 1475,97 watt değerinde; soğutma dizayn yükünü de 1024,79 watt değerinde azaltarak toplamda 2500,76 watt değerinde bir kazanıma sebep olmuştur. Yapılan müdahale m<sup>2</sup> başına **16,76 watt**'lık bir iyileşmeye sebep olmuştur. Bu iyileşme kuzeybatıda elde edilen iyileşmeden daha düşüktür (Çizelge 4.46 ve Çizelge 4.47).

**Çizelge 4.46:** A1 Binası daire hacimlerine uygulanan duvar müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yüğü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yüğü (Watt)	İyileşme Oranı
DO	Daire-Kuzeydoğu	8792,53	-	Daire-Kuzeybatı	8751,31	-
DIT4	Daire-Kuzeydoğu	7566,04	% 13,95	Daire-Kuzeybatı	7529,24	% 13,96
DIT6	Daire-Kuzeydoğu	7309,09	<b>%16,87</b>	Daire-Kuzeybatı	7275,34	<b>%16,87</b>
DIX4	Daire-Kuzeydoğu	7569,43	% 13,91	Daire-Kuzeybatı	7532,56	% 13,93
DIX6	Daire-Kuzeydoğu	7377,8	% 16,09	Daire-Kuzeybatı	7341,81	% 16,11

**Çizelge 4.47:** A1 Binası daire hacimlerine uygulanan duvar müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yüğü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yüğü (Watt)	İyileşme Oranı
DO	Daire-Kuzeybatı	9951,92	-	Daire-Kuzeydoğu	7660,78	-
DIT4	Daire-Kuzeybatı	8887,84	% 10,69	Daire-Kuzeydoğu	6912,63	% 9,77
DIT6	Daire-Kuzeybatı	8517	<b>%14,42</b>	Daire-Kuzeydoğu	6635,99	<b>%13,38</b>
DIX4	Daire-Kuzeybatı	8890,11	% 10,67	Daire-Kuzeydoğu	6911,14	% 9,79
DIX6	Daire-Kuzeybatı	8757,52	% 12,00	Daire-Kuzeydoğu	6826,23	% 10,89

Kuzeydoğu yönündeki dairede pencere cam performans iyileştirmeleri uygulandığında; %5,72 ile %37,73 aralığında ısıtma; %22,04 ile %33,92 aralığında soğutma yükü iyileşmiştir. Isıtmada ve soğutmada low-e çift cam seçeneği en iyi performansı göstermiştir. (Çizelge 4.48 ve 4.49) Low-e çift cam seçeneği kuzeydoğu yönündeki dairenin ısıtma dizayn yükünü 2890,64 watt değerinde; soğutma dizayn yükünü de 2968,4 watt değerinde azaltarak toplamda 5859,04 watt değerinde bir kazanıma sebep olmuştur. Bu müdahale, m<sup>2</sup> başına **39,26 watt**'lık bir iyileşmeye sebep olmuştur (Çizelge 4.46 ve Çizelge 4.47).

Kuzeybatı yönündeki dairede pencere cam performans iyileştirmeleri uygulandığında; %22,06 ile %33,98 aralığında ısıtma; %5,82 ile %32,26 aralığında soğutma yükü iyileşmiştir. Isıtmada ve soğutmada low-e çift cam seçeneği en iyi performansı göstermiştir. Low-e çift cam seçeneği kuzeybatıdaki dairenin ısıtma dizayn yükünü 2987,29 watt değerinde; soğutma dizayn yükünü de 3210,61 watt değerinde azaltarak toplamda 6197,9 watt değerinde bir kazanıma sebep olmuştur. Yapılan müdahale m<sup>2</sup> başına **41,54 watt**'lık bir iyileşmeye sebep olmuştur. Bu iyileşme, kuzeydoğu yönünde aynı tür cam ile elde edilen iyileşmeden daha yüksektir (Çizelge 4.48 ve Çizelge 4.49).

**Çizelge 4.48:** A1 Binası daire hacimlerine uygulanan pencere müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı
PO	Daire-Kuzeydoğu	7660,78	-	Daire-Kuzeybatı	8792,53	-
PC	Daire-Kuzeydoğu	7222,94	%5,72	Daire-Kuzeybatı	6852,96	%22,06
PCL	Daire-Kuzeydoğu	4770,14	<b>%37,73</b>	Daire-Kuzeybatı	5805,24	<b>%33,98</b>

**Çizelge 4.49:** A1 Binası daire hacimlerine uygulanan pencere müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı
PO	Daire-Kuzeydoğu	8751,31	-	Daire-Kuzeybatı	9951,92	-
PC	Daire-Kuzeydoğu	6822,78	%22,04	Daire-Kuzeybatı	9373,12	%5,82
PCL	Daire-Kuzeydoğu	5782,91	<b>%33,92</b>	Daire-Kuzeybatı	6741,31	<b>%32,26</b>

İçten gölgeleme bileşeni eklenmesiyle kuzeybatı yönündeki dairede %14,99 oranında ısıtma yükü; %6,14 oran aralığında soğutma yükü artmıştır (Çizelge 4.50 ve 4.51). Dizayn ısıtma ve soğutma yükü iki farklı perde kontrol programında farklılık göstermemiştir. Isıtma dizayn yükü 1325,34 watt, soğutma yükü ise 288,47 watt

artarak toplam 1613,81 watt değerinde bir kayıp oluşmuştur. Bu müdahaleler m<sup>2</sup> başına enerji ihtiyacını **10,81 watt** artırmıştır.

Kuzeydoğu yönündeki dairede ise gölgeleme bileşeni kullanımı %15,14 oranında ısıtma dizayn yükünü; %3,77 oranında soğutma yükünü artırmıştır. Dizayn ısıtma ve soğutma yükü iki farklı perde kontrol programında farklılık göstermemiştir. Isıtma dizayn yükü 1317,94 watt, soğutma yükü ise 611,15 watt artarak toplam 1929,09 watt değerinde bir kayıp oluşmuştur. M<sup>2</sup> başına enerji ihtiyacında **12,92 watt**'lık bir artış oluşmuştur (Çizelge 4.50 ve 4.51). Bu artış kuzeybatı yönünde görülen artıştan daha yüksektir.

**Çizelge 4.50:** A1 Binası daire hacimlerine uygulanan gölgeleme müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yüğü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yüğü (Watt)	İyileşme Oranı
S0	Daire-Kuzeydoğu	8751,31	-	Daire-Kuzeybatı	8792,53	-
SA	Daire-Kuzeydoğu	10076,65	%-15,14	Daire-Kuzeybatı	10110,47	%-14,99
SS	Daire-Kuzeydoğu	10076,65	%-15,14	Daire-Kuzeybatı	10110,47	%-14,99

**Çizelge 4.51:** A1 Binası daire hacimlerine uygulanan gölgeleme müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yüğü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yüğü (Watt)	İyileşme Oranı
S0	Daire-Kuzeydoğu	7660,78	-	Daire-Kuzeybatı	9951,92	-
SA	Daire-Kuzeydoğu	7949,25	%-3,77	Daire-Kuzeybatı	10563,07	%-6,14
SS	Daire-Kuzeydoğu	7949,25	%-3,77	Daire-Kuzeybatı	10563,07	%-6,14

En iyi performans gösteren iyileştirme müdahaleleriyle, bina, daire ve oda ölçeğinde dizayn ısıtma ve soğutma toplam yükünde iklimlendirilen m<sup>2</sup> başına elde edilen enerji yük kazanımları Çizelge 4.52'de belirtilmiştir. Buna göre; duvar yalıtımı 6 cm taş yünü ile içten yapıldığında tüm binada m<sup>2</sup> başına 9,82 watt'lık bir iyileşme olurken;

dairelerde yöne bağlı olarak 16,76 watt ve 19,56 watt'lık iyileşme; salonlarda da yöne bağlı olarak 19,29 watt ve 20,4 watt'lık iyileşme olmaktadır. Pencereelerde low-e çift cam kullanıldığında ise; tüm binadaki m<sup>2</sup> başına iyileşme 20,2 watt iken; dairelerde yöne bağlı olarak 39,26 watt ve 41,54 watt'lık bir iyileşme; salonlarda yine yöne bağlı olarak m<sup>2</sup> başına 62,48 watt ve 61,34 watt iyileşme sağlanmıştır . Gölgeleme bileşeni kullanımında ise; yaz ve kış mevsim koşullarında hep kullanımda olduğu durumda kış mevsiminde ısı kazancı sağlanamamaktadır. Gölgeleme elemanların kullanımı yaz ve kış koşulları için ayrı ayrı değerlendirilmelidir.

**Çizelge 4.52:** A1 Binasında verimli müdahalelerle bina-daire-oda ölçeğinde iklimlendirilen m<sup>2</sup> başına elde edilen dizayn ısıtma ve soğutma yükü iyileşmesi

İYİLEŞTİRME	m <sup>2</sup> başına düşen iyileşme (watt)				
	Tüm Bina	Daire Kuzeydoğu	Daire Kuzeybatı	Salon Kuzeydoğu	Salon Kuzeybatı
DUVAR-DIT6	15,70	16,76	19,56	19,29	20,4
PENCERE-PCL	27,97	39,26	41,54	62,48	61,34

Maliyet açısından değerlendirildiğinde; tüm bina için yatırım yapmak yerine ya da kat malikleri arasında anlaşmazlık durumunda daire ya da oda bazında duvar ve pencere elemanları iyileştirilerek m<sup>2</sup> başına tüm binanın iyileştirilmesine göre 1,7 ile 3 katına kadar daha iyi performans sağlanabilmektedir.

#### 4.2.7.3 A3 binası- hacim ölçeğinde karşılaştırma

A3 binasında karşılaştırılan güneydoğu ve güneybatı yönlerine bakan salonlar aynı büyüklükte olup 40,5 m<sup>2</sup>'dir. İzleyen paragraflarda duvar, pencere ve gölgeleme bileşenleri için yapılan müdahale önerileriyle elde edilen iyileştirme oranları ve m<sup>2</sup> başına düşen iyileştirme miktarları yorumlanmıştır.



**Şekil 4.32:** A3 Binası 2.kat (ara kat) Planı

Güneydoğu yönündeki salonun duvarlarına içten yalıtım uygulandığında %15 ile %18 aralığında ısıtma; %6 ile %7 aralığında soğutma yükü iyileşmiştir. Isıtmada içten 6 cm XPS uygulanması daha fazla iyileştirme sağlarken, soğutmada ise içten 6 cm taşıyünü ile yalıtım seçeneği en iyi performansı göstermiştir (Çizelge 4.53 ve 4.54).

İçten 6 cm xps ile yalıtım güneydoğu yönündeki salonun ısıtma dizayn yükünü 553,71 watt değerinde düşürmüştür. İçten 6 cm taşıyünü ile yalıtım seçeneği ise soğutma dizayn yükünü 214,31 watt değerinde azaltmıştır. Ancak tek uygulama yapılacağı dikkate alınarak toplam değerlere bakıldığında; içten 6 cm XPS ile yalıtım ısıtma ve soğutmada toplam 762,44 watt değerinde bir iyileştirme gösterirken, içten 6 cm taşıyünü ile yalıtım ısıtma ve soğutmada toplam 764,21 watt değerinde bir iyileştirme gerçekleştirmiştir. Bu durumda içten 6 cm taşıyünü yalıtım alternatifi, 6 cm XPS'e göre daha iyi bir iyileştirme gerçekleştirmiştir. İçten 6 cm taşıyünü ile yalıtım, m<sup>2</sup> başına **18,87 watt**'lık bir iyileşmeye sebep olmuştur (Çizelge 4.53 ve Çizelge 4.54).

Güneybatı yönündeki salonda da içten 6 cm xps ile yalıtım ısıtma dizayn yükünü 553,54 watt değerinde düşürmüştür. İçten 6 cm taşıyünü ile yalıtım seçeneği ise soğutma dizayn yükünün düşürülmesinde en etkili iyileştirme olmuştur ve soğutma yükünü 269,54 watt değerinde azaltmıştır. Ancak tek uygulama yapılacağı dikkate alınarak toplam yüke bakıldığında; içten 6 cm XPS ile yalıtım ısıtma ve soğutmada

toplam 816,04 watt değerinde bir iyileştirme sağlarken, içten 6 cm taşıyünü ile yalıtım ısıtma ve soğutmada toplam 819,27 watt değerinde bir iyileştirme gerçekleştirmiştir. Bu durumda, içten 6 cm taşıyünü yalıtım alternatifi, 6 cm XPS'e göre daha iyi bir performans sağlamaktadır. İçten 6 cm taşıyünü ile yalıtım, m<sup>2</sup> başına **20,23 watt**'lık bir iyileşmeye sebep olmuştur (Çizelge 4.53 ve 4.54). Bu değer, güneydoğu yönündeki salonda elde edilen iyileşmeden yüksektir.

**Çizelge 4.53:** A3 Binası salon hacimlerine uygulanan duvar müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı
DO	Salon-güneydoğu	3014,42	-	Salon-güneybatı	3007,49	-
DIT4	Salon-güneydoğu	2534,69	% 15,95	Salon-güneybatı	2527,90	% 15,91
DIT6	Salon-güneydoğu	2464,52	% 18,28	Salon-güneybatı	2457,76	% 18,24
DIX4	Salon-güneydoğu	2529,96	% 16,07	Salon-güneybatı	2523,17	% 16,10
DIX6	Salon-güneydoğu	2460,71	<b>%18,37</b>	Salon-güneybatı	2453,95	<b>%18,41</b>

**Çizelge 4.54:** A3 Binası salon hacimlerine uygulanan duvar müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı
DO	Salon-güneydoğu	2789,68	-	Salon-güneybatı	3021,81	-
DIT4	Salon-güneydoğu	2606,73	% 6,56	Salon-güneybatı	2784,21	% 7,86
DIT6	Salon-güneydoğu	2575,37	<b>%7,68</b>	Salon-güneybatı	2752,27	<b>%8,92</b>
DIX4	Salon-güneydoğu	2604,66	% 6,63	Salon-güneybatı	2783,21	% 7,90
DIX6	Salon-güneydoğu	2580,95	% 7,48	Salon-güneybatı	2759,31	% 8,69



Güneydoğu yönündeki salona, pencere cam performans iyileştirmeleri uygulandığında; %23,61 ile %36,68 aralığında ısıtma; %23,63 ile %36,70 aralığında soğutma yükü iyileşmiştir. Isıtmada ve soğutmada low-e çift cam seçeneği en iyi performansı göstermiştir (Çizelge 4.55 ve 4.56). Low-e çift cam seçeneği güneydoğu yönündeki salonun ısıtma dizayn yükünü 1105,58 watt değerinde; soğutma dizayn yükünü de 1334,01 watt değerinde azaltarak toplamda 2439,59 watt değerinde bir kazanıma sebep olmuştur. Bu müdahale, m<sup>2</sup> başına **60,23 watt**'lık bir iyileşmeye sebep olmuştur.

Güneybatı yönündeki salona, pencere cam performans iyileştirmeleri uygulandığında ise; %23,63 ile %36,70 aralığında ısıtma; %27,44 ile %44,64 aralığında soğutma yükü iyileşmiştir. Low-e çift cam seçeneği ısıtma dizayn yükünü 1103,77 watt değerinde; soğutma dizayn yükünü de 1348,81 watt değerinde azaltarak toplamda 2452,58 watt değerinde bir kazanıma sebep olmuştur. Yapılan müdahale m<sup>2</sup> başına **60,55 watt**'lık bir iyileşmeye sebep olmuştur (Çizelge 4.55 ve 4.56). Bu değer, güneybatı yönündeki salonda elde edilen iyileşmeden çok az yüksektir.

**Çizelge 4.55:** A3 Binası salon hacimlerine uygulanan pencere müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yüğü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yüğü (Watt)	İyileşme Oranı
PO	Salon-güneydoğu	3014,42	-	Salon-güneybatı	3007,49	-
PC	Salon-güneydoğu	2302,60	%23,61	Salon-güneybatı	2296,76	%23,63
PCL	Salon-güneydoğu	1908,84	<b>%36,68</b>	Salon-güneybatı	1903,72	<b>%36,70</b>

**Çizelge 4.56:** A3 Binası salon hacimlerine uygulanan pencere müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yüğü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yüğü (Watt)	İyileşme Oranı
PO	Salon-güneydoğu	2789,68	-	Salon-güneybatı	3021,81	-
PC	Salon-güneydoğu	2106,38	%24,49	Salon-güneybatı	2192,57	%27,44
PCL	Salon-güneydoğu	1455,67	<b>%47,82</b>	Salon-güneybatı	1673,00	<b>%44,64</b>

Güneydoğu yönündeki salona içten gölgeleme elemanı koyulduğunda; ısıtma yükü güneş ışığına bağlı kontrol edilen perde seçeneğinde küçük bir değişim ile yaklaşık 7 watt azalmıştır. Sürekli kullanımda olan gölgeleme bileşeni ise %14,40'lık bir kayba sebep olmuştur. Güneş ışığına bağlı kontrol edilen perde seçeneği ısıtma dizayn yükünü 6,93 watt düşürürken soğutma dizayn yükünü 312,53 watt değerinde artırmıştır, toplamda 305,6 watt değerinde bir kayba sebep olmuştur. M<sup>2</sup> başına **7,54 watt**'lık bir enerji kayıp olmuştur. Sürekli kullanımda olan perde ise ısıtma dizayn yükünü 434,32 watt, soğutma yükünü ise 213,97 watt artırmıştır. Toplamda 648,29 watt'lık bir kayıp oluşmuştur. Sürekli kullanımda olan perde m<sup>2</sup> başına 16 watt'lık enerji kaybı oluşturmuştur (Çizelge 4.57 ve Çizelge 4.58).

Güneybatı yönündeki salona içten gölgeleme elemanı koyulduğunda; ısıtma yükü güneş ışığına bağlı kontrol edilen perde ile 6,93 watt artarken, sürekli kullanımda olan perde seçeneğinde ise 447,65 watt'lık artış ile %14,88 oranında kayba sebep olmuştur. Güneş ışığına bağlı kontrol edilen perde seçeneği ısıtma dizayn yükünü 6,93 watt arttırırken, soğutma dizayn yükünü 151,33 watt değerinde azaltmıştır, toplamda 144,4 watt değerinde bir kazanç oluşmuştur. M<sup>2</sup> başına **3,56 watt**'lık bir enerji kazancı vardır. Sürekli kullanımda olan perde ile ısıtma dizayn yükünü 447,65 watt artırmış, soğutma yükünü ise 456,73 watt azaltmıştır. Toplamda 9,08 watt'lık bir kazanç oluşmuştur (Çizelge 4.57 ve Çizelge 4.58).

**Çizelge 4.57:** A3 Binası salon hacimlerine uygulanan gölgeleme müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü

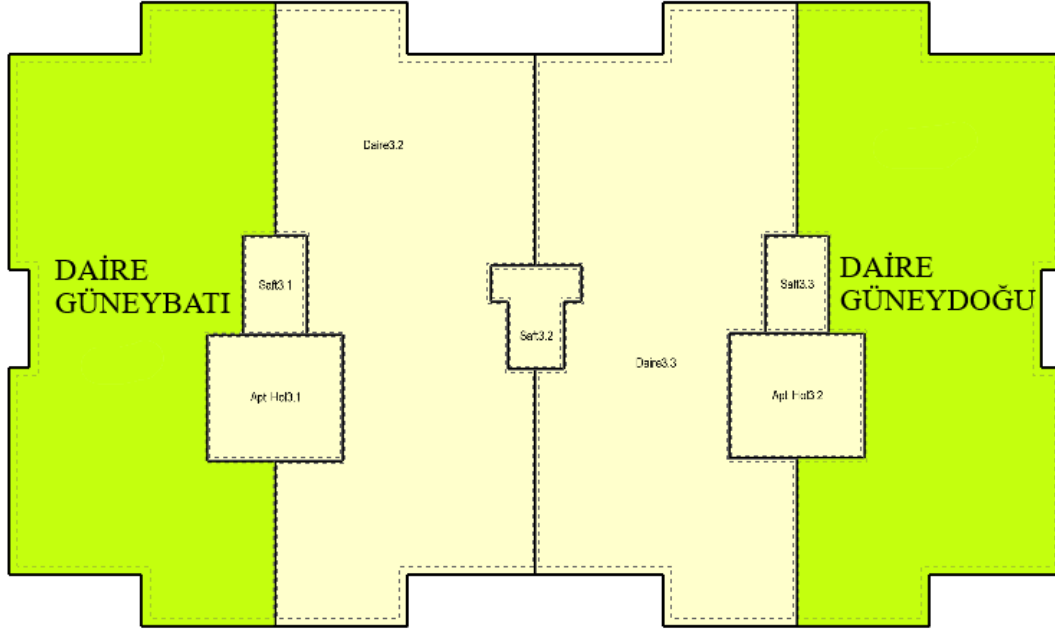
Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı
S0	Salon-güneydoğu	3014,42	-	Salon-güneybatı	3007,49	-
SS	Salon-güneydoğu	3007,49	<b>%0,00</b>	Salon-güneybatı	3014,42	<b>%0,00</b>
SA	Salon-güneydoğu	3448,74	%-14,40	Salon-güneybatı	3455,14	%-14,88

**Çizelge 4.58:** A3 Binası salon hacimlerine uygulanan gölgeleme müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı
S0	Salon-güneydoğu	2789,68	-	Salon-güneybatı	3021,81	-
SS	Salon-güneydoğu	3102,21	%-11,20	Salon-güneybatı	2870,48	%5
SA	Salon-güneydoğu	3003,65	<b>%-7,6</b>	Salon-güneybatı	2565,08	<b>%15,11</b>

#### 4.2.7.4 A3 binası, daire ölçeğinde karşılaştırma

A3 binasında karşılaştırılan güneydoğu ve güneybatı yönlerine bakan 3.kat (ara kat) daireleri aynı büyüklükte olup, 112 m<sup>2</sup>'dir. Bu dairelerde duvar, pencere ve gölgeleme bileşenleri için yapılan müdahale önerileriyle elde edilen iyileştirme oranları ve m<sup>2</sup> başına düşen iyileştirme miktarları izleyen paragraflarda yorumlanmıştır.



**Şekil 4.33:** A3 Binası 3.kat (ara kat) Planı ve karşılaştırılan daireler

İçten 6 cm xps ile yalıtım, güneydoğu dairesinin ısıtma dizayn yükünü 1206,44 watt değerinde düşürmüştür. İçten 6 cm taşıyıcı ile yalıtım seçeneği ise, soğutma dizayn yükünü düşürmede en etkili iyileştirme olmuştur ve soğutma yükünü 766,42 watt değerinde azaltmıştır. Ancak tek uygulama yapılacağı dikkate alınarak toplam yük değerlendirildiğinde; içten 6 cm XPS yalıtım ile ısıtma ve soğutmada toplam 1960,02 watt değerinde bir iyileştirme sağlanırken, içten 6 cm taşıyıcı yalıtım ile ısıtma ve soğutmada toplam 1964,33 watt değerinde bir iyileştirme gerçekleşmiştir. Buna göre içten 6 cm taşıyıcı yalıtım alternatifi, 6 cm XPS'e göre daha iyi bir iyileştirme sağlamaktadır. İçten 6 cm taşıyıcı yalıtım ile m<sup>2</sup> başına **17,54** watt'lık bir iyileşme elde edilmiştir (Çizelge 4.59 ve 4.60)

Güneybatı yönündeki dairede de, içten 6 cm xps ile yalıtım ısıtma dizayn yükünü 1510,68 watt değerinde düşürmüştür. İçten 6 cm taşıyıcı ile yalıtım seçeneği ise, soğutma dizayn yükünü düşüren en etkili iyileştirme olmuştur ve soğutma yükünü 727,01 watt değerinde azaltmıştır. Ancak tek uygulama yapılacağı dikkate alınarak toplam yük değerlendirildiğinde; içten 6 cm XPS ile yalıtım ısıtma ve soğutmada toplam 1920,36 watt değerinde bir iyileştirme gösterirken, içten 6 cm taşıyıcı ile yalıtım ısıtma ve soğutmada toplam 1924,59 watt değerinde bir iyileştirme gerçekleştirmiştir. Bu durumda, içten 6 cm taşıyıcı ile yalıtım alternatifi, 6 cm XPS'e göre daha iyi bir iyileştirme sağlamaktadır. İçten 6 cm taşıyıcı yalıtım ile m<sup>2</sup> başına

17,18 watt'lık bir iyileşme elde edilmiştir (Çizelge 4.59 ve 4.60). Bu iyileşme, güneydoğu yönünde elde edilen iyileşmeden biraz daha düşüktür.

**Çizelge 4.59:** A3 Binası daire hacimlerine uygulanan duvar müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yüğü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yüğü (Watt)	İyileşme Oranı
DO	Daire-güneydoğu	7215,14	-	Daire-güneybatı	7519,38	-
DIT4	Daire-güneydoğu	6169,46	% 14,49	Daire-güneybatı	6473,74	% 13,91
DIT6	Daire-güneydoğu	6017,23	% 16,60	Daire-güneybatı	6321,80	% 15,93
DIX4	Daire-güneydoğu	6159,27	% 14,63	Daire-güneybatı	6463,41	% 14,04
DIX6	Daire-güneydoğu	6008,70	<b>%16,72</b>	Daire-güneybatı	6313,54	<b>%16,04</b>

**Çizelge 4.60:** A3 Binası daire hacimlerine uygulanan duvar müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yüğü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yüğü (Watt)	İyileşme Oranı
DO	Daire-güneydoğu	9355,59	-	Daire-güneybatı	8475,17	-
DIT4	Daire-güneydoğu	8687,82	% 7,14	Daire-güneybatı	7843,48	% 7,45
DIT6	Daire-güneydoğu	8589,17	<b>%8,19</b>	Daire-güneybatı	7748,16	<b>%8,58</b>
DIX4	Daire-güneydoğu	8682,77	% 7,19	Daire-güneybatı	7838,65	% 7,51
DIX6	Daire-güneydoğu	8602,01	% 8,05	Daire-güneybatı	7760,65	% 8,43

Güneydoğu yönündeki dairede pencere cam performans iyileştirmeleri uygulandığında; %21,63 ile %33,44 aralığında ısıtma yükü; %17,86 ile %31,73 aralığında soğutma yükü iyileşmiştir. Isıtmada ve soğutmada low-e çift cam seçeneği en iyi performansı göstermiştir (Çizelge 4.61 ve 4.62). Low-e çift cam seçeneği ısıtma dizayn yükünü 2412,82 watt değerinde; soğutma dizayn yükünü de 3091,45 watt

değerinde azaltarak toplamda 5504,27 watt değerinde bir kazanıma sebep olmuştur. Bu müdahale ile m<sup>2</sup> başına **49,14 watt**'lık bir iyileşme sağlanmıştır.

Güneybatı yönündeki dairenin pencerelerinde, cam performans iyileştirmeleri uygulandığında %21,65 ile %33,23 aralığında ısıtma yükü; %16,98 ile %31,73 aralığında soğutma yükü iyileşmiştir. Bu yönde de ısıtmada ve soğutmada low-e çift cam seçeneği en iyi performansı göstermiştir (Çizelge 4.61 ve 4.62). Low-e çift cam seçeneği ısıtma dizayn yükünü 2498,96 watt değerinde; soğutma dizayn yükünü de 2689,16 watt değerinde azaltarak toplamda 5188,12 watt değerinde bir kazanıma sebep olmuştur. Bbu müdanale ile m<sup>2</sup> başına **46,32 watt**'lık bir iyileşme sağlanmıştır.

**Çizelge 4.61:** A3 Binası daire hacimlerine uygulanan pencere müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı
PO	Daire-güneydoğu	7215,14	-	Daire-güneybatı	7519,38	-
PC	Daire-güneydoğu	5654,19	%21,63	Daire-güneybatı	5891,79	%21,65
PCL	Daire-güneydoğu	4802,32	<b>%33,44</b>	Daire-güneybatı	5020,42	<b>%33,23</b>

**Çizelge 4.62:** A3 Binası daire hacimlerine uygulanan pencere müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı
PO	Daire-güneydoğu	9355,59	-	Daire-güneybatı	8475,17	-
PC	Daire-güneydoğu	7684,83	%17,86	Daire-güneybatı	7035,93	%16,98
PCL	Daire-güneydoğu	6264,14	<b>%33,04</b>	Daire-güneybatı	5786,01	<b>%31,73</b>

Güneydoğu yönündeki daireye içten gölgeleme bileşeni koyulduğunda; ısıtma yükü gün ışığına bağlı kontrol edilen perde ile değişmemiş, sürekli kullanımda olan perde seçeneğinde ise %14,59 oranında artmıştır. Soğutma yükü gün ışığına bağlı kontrol

edilen perde ile %0,38 oranında; sürekli kullanda olan perde seçeneği ise soğutmada %1,64'lük bir iyileşme sağlamıştır (Çizelge 4.63 ve 4.64).

Güneybatı yönündeki daireye içten gölgeleme bileşeni koyulduğunda; ısıtma yükü gün ışığına bağlı kontrol edilen perde ile değişmemiş, sürekli kullanımda olan perde seçeneğinde ise %14,95 oranında artmıştır. Soğutma yükünde ise güneş ışığına bağlı kontrol edilen perde ile %10,09 oranında; sürekli kullanımda olan perde ile %9,61 oranında enerji kaybı oluşmuştur.

**Çizelge 4.63:** A3 Binası daire hacimlerine uygulanan gölgeleme müdahaleleri ve dizayn ısıtma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı
S0	Daire-güneydoğu	7215,14	-	Daire-güneybatı	7519,38	-
SS	Daire-güneydoğu	7215,14	<b>%0,00</b>	Daire-güneybatı	7519,38	<b>%0,00</b>
SA	Daire-güneydoğu	8268,01	%-14,59	Daire-güneybatı	8643,73	%-14,95

**Çizelge 4.64:** A3 Binası daire hacimlerine uygulanan gölgeleme müdahaleleri ve dizayn soğutma yükü

Müdahale kodu	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı	Zon	Zon Dizayn Yükü (Watt)	İyileşme Oranı
S0	Daire-güneydoğu	9355,59	-	Daire-güneybatı	8475,17	-
SS	Daire-güneydoğu	9320,43	0,38%	Daire-güneybatı	9330,34	-10,09%
SA	Daire-güneydoğu	9202,35	<b>1,64%</b>	Daire-güneybatı	9289,98	<b>-9,61%</b>

En iyi performans gösteren iyileştirme müdahaleleri için, bina, daire ve hacim ölçeğinde dizayn ısıtma ve soğutma toplam yükünde iklimlendirilen m<sup>2</sup> başına elde edilen enerji kazanımları Çizelge 4.65'de belirtilmiştir. Bu verilere göre; duvar yalıtımı 6 cm taş yünü ile içten yapıldığında tüm binada m<sup>2</sup> başına 11,21 watt'lık bir iyileşme gerçekleşirken; dairelerde yöne bağlı olarak 17,54 watt ve 17,18 watt'lık iyileşme, salonlarda ise yöne bağlı olarak 18,87 watt ve 20,23 watt'lık iyileşme

oluşmaktadır. Pencerelede low-e çift cam cam kullanımıyla ise; tüm binadaki m<sup>2</sup> başına iyileşme 36,24 watt iken; dairede yöne bağlı olarak 49,14 watt ve 46,32 watt'lık bir iyileşme; salonlarda yine yöne bağlı olarak m<sup>2</sup> başına 60,23 watt ve 60,55 watt iyileşme sağlanmıştır. Gölgeleme bileşeni kullanımında ise yaz ve kış mevsim koşullarında hep kullanımda olduğunda ısı kazancı sağlanamamaktadır. Gölgeleme elemanların kullanımı yaz ve kış koşullarında ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Bu sebeple daha önceki bölümlerde alınan sonuçlar sebebiyle sonuç tablolarında tekrar irdelenmemiştir.

**Çizelge 4.65:** A3 Binası tüm bina-daire-oda ölçeğinde ısıtılan m<sup>2</sup> başına düşen dizayn ısıtma ve soğutma yükü iyileşmesi

İYİLEŞTİRME	m <sup>2</sup> başına düşen iyileşme (watt)				
	Tüm Bina	Daire Güneydoğu	Daire Güneybatı	Salon Güneydoğu	Salon Güneybatı
DUVAR-DIT6	13,89	17,54	17,18	18,87	20,23
PENCERE-PCL	41,64	49,14	46,32	60,23	60,55

Maliyet açısından değerlendirildiğinde tüm bina için yatırım yapmak yerine ya da kat malikleri arasında anlaşmazlık durumunda daire ya da oda bazında duvar ve pencere elemanları iyileştirilerek m<sup>2</sup> başına tüm binayı iyileştirmeye göre 1,5 ile 1,8 katına kadar daha iyi performans sağlanabilmektedir.

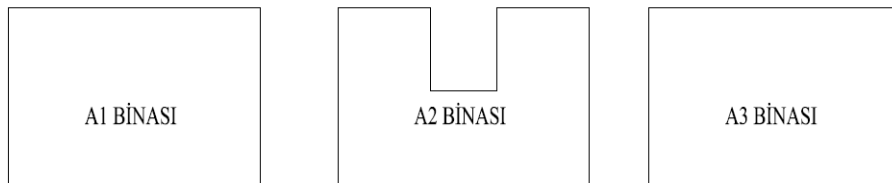


## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, Bağdat Caddesi'ndeki Modern Mimarlık Mirası örneklerinden yola çıkarak modern mimarlık dönemi konut binalarını, binaya ait kimlik değerlerini koruyarak enerji etkin iyileştirmenin mümkün olduğu gösterilmek istenmiştir.

Farklı duvar ve pencere/cam iyileştirme önerileri ve farklı gölgeleme bileşeni kullanımlarının yıllık bazda analizleri yapılarak performansları karşılaştırılmıştır. Duvarlarda genel olarak 6 cm taşıyıcı ile içten yalıtım alternatifi en yüksek faydayı sağlayan duvar iyileştirme seçeneği olmuştur. Saydamlık oranları yaklaşık %35-%41 arasında seyreden bu binalarda en etkili iyileştirme yöntemi, pencerelerde low-e kaplamalı çift cam kullanılmasıdır. Doğramalarda ise, miras değerleri dikkate alındığında, orijinalinde olduğu gibi ahşap doğrama kullanılacağı öngörülmüştür. Gölgeleme elemanlarının yıllık olarak her mevsimde aynı düzenle kullanımı binalarda performansı iyileştirmemekte olup, kış ve yaz mevsimleri için farklı kullanımları önerilmelidir.

Bu çalışmada elde edilen analiz sonuçlarına göre; binaların oturma alanı, saydamlık oranı benzer olsa da bina formunun farklılığı ısıtma ve soğutma yüklerine etki etmektedir. Bu bağlamda A grubundaki A2 binasının toplam cephe uzunluğu diğer binalara göre daha fazla olduğundan, yapılan duvar iyileştirme müdahalelerinde en yüksek oranda iyileşme bu binada gözlenmiştir (Şekil 5.1). Pencere iyileşmelerinde ise ön cephesi güneye bakan ve bina saydamlık oranı diğer binalara göre en yüksek olan (%41,70) A3 binası, ısıtma (%24,13) ve soğutma yüklerinde (%48,27) en yüksek iyileşme oranını gerçekleştirmiştir.



Şekil 5.1: A grubu binalarının formları

Maliyet kısıtı olan durumlarda ya da tasarruf etmek amacıyla tüm bina yerine daire veya oda ölçeğinde de iyileştirmenin mümkün olduğu alınan analiz sonuçları ile irdelenmiştir. Benzer büyüklükte ancak ön cephe yönleri farklı olan iki binada duvar ve pencere müdahalelerinde en yüksek fayda, aynı iyileştirme seçenekleri ile; 6cm taşıyıcı ile içten yalıtım yapılması ve low-e çift cam kullanılması ile sağlanmıştır. Çizelge 4.52’de bu iki binada (A1 ve A3 binaları) m<sup>2</sup> başına düşen iyileşme miktarı watt biriminde verilmiştir. Ön cephesi kuzeye yönlene A1 binasında duvar iyileştirmelerinden A3 binasına göre daha yüksek bir fayda sağlanmıştır. Duvarda yalıtım yapılması, ısıtma yükünü azaltmada; soğutma yükünü azaltmaya göre daha iyi sonuçlar vermektedir. Pencere iyileştirmesinde ise ön cephesi güneye bakan A3 binasında A1 binasına göre m<sup>2</sup> başına daha fazla iyileşme gözlenmiştir. Pencerenin ısı performansının artırılması ve low-e kaplaması bulunması güneş ışığına fazla maruz kalan alanlarda soğutma yükünü düşürmektedir. Bunun sonucu olarak da güneye yönlene A3 binasında pencere iyileştirmesinde bina ölçeğinde 36,24 watt, daire ölçeğinde güneydoğu dairesi için 49,14 watt, güneybatı dairesi için 46,32 watt fayda beklenmektedir, zon ölçeğinde her iki salonda da 60 watt değerinde iyileşme sağlamaktadır (Çizelge 4.65).

**Çizelge 5.1** A1 ve A3 Binası, tüm bina-daire-oda ölçeğinde ısıtılan m<sup>2</sup> başına düşen dizayn ısıtma ve soğutma yükü iyileşmesi

BİNA	SAYDAMLIK ORANI	İYİLEŞTİRME	m <sup>2</sup> başına düşen iyileşme (Watt)				
			TÜM BİNA	Daire Kuzeydoğu	Daire Kuzeybatı	Salon Kuzeydoğu	Salon Kuzeybatı
A1.K.K0	41,50%	DUVAR-DIT6 PENCERE-PCL	15,70	16,76	19,56	19,29	20,4
			27,97	39,26	41,54	62,48	61,34
A3.G.K1	41,70%	DUVAR-DIT6 PENCERE-PCL	TÜM BİNA	Daire Güneydoğu	Daire Güneybatı	Salon Güneydoğu	Salon Güneybatı
			13,89	17,54	17,18	18,87	20,23
			41,64	49,14	46,32	60,23	60,55

Enerji etkin iyileştirmede maliyet kısıtı var ise; uygulama kolaylığı; diğer kat maliklerinden bağımsız eyleme geçebilme ve sağlanan faydanın yüksekliği sebepleriyle pencere ısı performansının iyileştirilmesine duvar yalıtımına göre

öncelik verilebilir. Ancak, maksimum fayda için bütüncül bir yaklaşım ile duvar ve pencerelerin birlikte iyileştirilmesi öncelikli olarak değerlendirilmelidir.

Bu çalışmanın sonucunda, Modern Mimarlık Mirası değeri olan Bağdat Caddesi üzerindeki binalarda sınırlı sayıda geliştirilen enerji etkin yenileme senaryoları ile miras değeri olan binaların korunarak enerji tasarrufu sağlanabileceği ortaya konulmuştur. Çalışma aynı zamanda, bu tür yenilenmeye ihtiyaç duyan miras değeri olan binalara ilişkin enerji etkinlik çalışmalarının önemini vurgulamakta, özellikle hala kentsel dönüşüm yasası ile yıkılmamış binalar yenilenirken yapılacak enerji etkinlik çalışmaları ile önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlanabileceğinin göstergesi olmaktadır. Ancak, bundan sonra yapılacak çalışmalarda geliştirilen seçenekler arasında doğru kararlara varabilmek için bu tez çalışmasında ele alınmayan maliyet faktörünün de ele alınması yararlı olacaktır.



## KAYNAKÇA

- Ahunbay, Z.** (2007). *Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon*. İstanbul: Yem Yayınları.
- Akşit, F., Manioğlu, G., & Gazioğlu, A.** (2013). Enerji Etkin Bina Tasarımında Isıtma Enerjisi Tüketimini Azaltmaya Yönelik Bir İyileştirme Çalışması. *Tesisat Mühendisliği, Sayı 136*,, 41-52.
- Ashrafian, T.** (2016). *Türkiye'deki Konut Binalarının Enerji Etkin İyileştirilmesi İçin Ekonomik Olarak Uygulanabilir Çözümlerin Belirlenmesinde Yeni Bir Yaklaşım*. İstanbul: İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Bayraktar, N. T.** (2008). *Gölgeleme araçlarının mekanın toplam soğutma yükleri açısından etkinliklerinin değerlendirilmesinde geliştirilen yöntem, Doktora Tezi, İTÜ*.
- BEP-TR.** (2017). *Bina Enerji Performansı Türkiye Ulusal Hesap Modeli*. Ankara: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
- Bozdoğan, S.** (2002). *Modernizm ve Ulusun İnşası*. İstanbul: Metis Yayınları.
- Carroon, J.** (2010). *Sustainable Preservation, Greening Existing Buildings*.
- Dahl, T., & Wedebrunn, O.** (2006). *DOCOMOMO, Thermal Strategies- Towards a Modern Insulation*.
- DOCOMOMO.** (2019, Nisan 15). *DOCOMOMO Mission*. Docomomo International: <https://www.docomomo.com/mission> adresinden alındı.
- Dullinja, E.** (2012). *Edirne Kaleiçi Bölgesindeki Evlerin Ekolojik Verilerinin Analizi (Yüksek Lisans Tezi)*. Edirne: Trakya Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü.
- Efe, A.** (2009). *Pasif Güneş Evlerinde Bina Kabuğu Sistemi Tasarımı (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ*.
- Erdemli, M. İ.** (2018). *Elektrokromik Kaplamalı Camın Farklı İklim Bölgelerine Göre Enerji Performansı Değerlendirilmesi*. İstanbul: İTÜ, Yüksek Lisans Tezi.
- Gazioğlu, A.** (2012). *Enerji Etkin Bina Tasarımından Isıtma Enerji Harcamalarını Azaltmaya Yönelik Bir İyileştirme Çalışması*.

- Gorse, C., & Highfield, D.** (2000). *Refurbishment and Upgrading Buildings*. New York: Spon Press; 2 edition (June 26, 2009).
- Hans, O.** (2006). Static shading devices in office architecture Theory, shape und potential, Master thesis. 17.
- HARPUTLUGİL, G. U.** (2014). Bina Enerji Performansı Değerlendirme Araçları Enerji Simülasyonu. *Tesisat Mühendisliği*
- Jenkins, M.** (2018, Aralık 5). *Historic Scotland Refurbishment Case Studies, Sword Street, Glasgow*. Historic Environment Scotland: [www.historic-scotland.gov.uk/refurbcasestudies](http://www.historic-scotland.gov.uk/refurbcasestudies) adresinden alındı
- Jonge, W. d.** (2006). The Unbearable Lightness Of Building. *DOCOMOMO International*, 110.
- Karaca, Ö.** (2011). *İstanbul'da Mevcut Bir Büro Yapısının Enerji Etkin Yenilenmesi (Yüksek Lisans Tezi)*, ITU.
- Koningsvrouwen Van Landlust.** (2019, Kasım 10). Degrootenvisser: <https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUK EwjlfwXIyeDIAhWS5KQKHcxnABIQjRx6BAgBEAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.degrootenvisser.nl%2Fpreferenties%2Fkoningsvrouw-en-van-landlust%2F&psig=A0vVaw0MUyxyNfzwAzxAPvmhSXId&ust=1573507260940596> adresinden alındı
- Konstantinou, T.** (2014). *Façade Refurbishment Toolbox, Supporting the Design of Residential Energy Upgrades*. Rotterdam: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Manioğlu, G.** (2011). Enerji Etkin Tasarım ve Yenileme Çalışmalarının Örneklerle Değerlendirilmesi. *Tesisat Mühendisliği*, 35-47.
- Mert, Y.** (2014). *Application Of Exergy Analysis Method To Energy Efficient Building Block Design (Doktora Tezi)*. İzmir: İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü.
- Othman, A. R., & Khalid, A.** (2013). *Comparative Performance of Internal Venetian Blind and Roller Blind with Respects to Indoor Illumination Levels*. Science Direct. adresinden alındı
- Ovalı.** (2009). *Türkiye İklim Bölgeleri Bağlamında Ekolojik Tasarım Ölçütleri Sistematiğinin Oluşturulması-“Kayaköy Yerleşkesinde Örneklenmesi*.
- Pacheco-Torgal, F.** (2017). *Cost Effective Energy Efficient Bulding Retrofitting*. Chennai: Woodhead Publishing; 1 edition.
- Prowler, D.** (2019, Mart 11). *SUN CONTROL AND SHADING DEVICES*. WBDG, Whole Building Design Guide: <https://www.wbdg.org/resources/sun-control-and-shading-devices> adresinden alındı
- Roth, L. M.** (2006). *Mimarlığın Öyküsü*. İstanbul: Kabalıcı Yayınevi.
- Salman, Y., Bilgili, B., & Pulat, E.** (2015). Tehdit Altındaki Modern Mimarlık Mirası: Bağdat Caddesi Örneği. *Uluslararası Mühendislik Mimarlık ve Tasarım Kongresi*. Kocaeli.

- Snow, J.** (2018, Aralık 5). *Historic Scotland Refurbishment Case Study, Newtongrange.* [www.historic-scotland.gov.uk/refurbcasestudies](http://www.historic-scotland.gov.uk/refurbcasestudies): [www.historic-scotland.gov.uk/refurbcasestudies](http://www.historic-scotland.gov.uk/refurbcasestudies) adresinden alındı
- Stein, C.** (2010). *Greening Modernism.* New York: W.W. Norton&Company.
- Şişecam Performans Hesaplayıcı.** (2019, Temmuz 18). Şişecam: <http://www.sisecamduzcam.com/tr/faaliyet-alanlarimiz/mimari-camlar/performans-hesaplayici> adresinden alındı
- Thorpe, D.** (2010). *Sustainable Home Refurbishment.* New York: Taylor&Francis.
- TS825.** (Aralık 2013). *Binalarda Isı Yalıtım Standartları, Türk Standartı.* Resmi Gazete.
- TUIK.** (2002-2010). *Kullanma amacına göre tamamen veya kısmen biten yeni ve ilave yapılar (yeni sınıflama).* [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1055](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1055). adresinden alındı
- TUIK.** (2008-2016). Ankara: Türkiye İstatistik Kurumu.
- UnescoWorldHeritage.** (2017). *Unesco World Heritage.* <https://www.bauhaus-dessau.de/en/history/unesco-world-cultural-heritage.html>. adresinden alındı
- Utkutuğ, G. S., & Ayçam, İ.** (1999). Farklı Malzemelerle Üretilen Pencere Tiplerinin Isıl Performanslarının İncelenmesi ve Enerji Etkin Pencere Seçimi. *IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, (s. 61-73). İzmir. [http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/e1117ecbf8f1f0d\\_ek.pdf](http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/e1117ecbf8f1f0d_ek.pdf) adresinden alındı
- Wikipedia.** (2016). *Villa Savoye.* [https://tr.wikipedia.org/wiki/Villa\\_Savoye](https://tr.wikipedia.org/wiki/Villa_Savoye). adresinden alındı
- Yazıcıoğlu, Z.** (2001). *1950-1970'lerde İstanbul'da Konut Mimarisi: Bağdat Caddesi Örneği (Yüksek Lisans tezi), İTÜ.* İstanbul: Yüksek Lisans Tezi.
- Zeren, L.** (1987). Türkiye'de Yeni Yerleşmeler ve Binalarda Enerji Tasarrufu Amacıyla Bir Mevzuat Modeline İlişkin Çalışma, İTÜ.





## ÖZGEÇMİŞ



**Ad-Soyad** :YAPRAK BEGÜM TUNCEL

**Doğum Tarihi ve Yeri** : 1985, MUĞLA

**E-posta** : yaprakbegum@gmail.com

### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2009, Kocaeli Üniversitesi, Mimarlık Ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık

### MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2009-2013 yıllarında Eczacıbaşı'nda Proje Sorumlusu olarak görev aldı.
- 2013 yılından itibaren Yapı ve Kredi Bankası Genel Müdürlük İnşaat İşleri'nde mimar olarak görev almaktadır.



