

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KONUTLARDA ENERJİ GİDERLERİNİN
AZALTILMASINA YÖNELİK BİR ÇALIŞMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar Ayşen Betül KARAGÖZLÜ**

Anabilim Dalı : MİMARLIK

**Programı : ÇEVRE KONTROLÜ VE YAPI
TEKNOLOJİSİ**

HAZİRAN 2006

**KONUTLARDA ENERJİ GİDERLERİNİN
AZALTILMASINA YÖNELİK BİR ÇALIŞMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar Ayşen Betül KARAGÖZLÜ
502031726**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 8 Mayıs 2006
Tezin Savunulduğu Tarih : 13 Haziran 2006**

**Tez Danışmanı : Prof.Dr.Gül KOÇLAR (İ.T.Ü)
Diğer Jüri Üyeleri Yrd.Doç.Dr. Ashhan TAVİL (İ.T.Ü)
Doç.Dr. Ömür BARKUL (Y.T.Ü)**

HAZİRAN 2006

ÖNSÖZ

Bu çalışma, konutlarda yıllık enerji giderlerinin hesaplanması, yıllık enerji giderlerinin azaltılması için öneriler geliştirilmesini bir uygulama çalışması ile ele almaktadır.

Çalışmamın her aşamasında bana yön veren ve destekleyen, değerli hocam, Prof.Dr.Gül Koçlar ORAL'a, yardımlarından dolayı Doç.Dr.Alpin Köknel YENER'e ve Y.Doç.Dr. Aslıhan TAVİL'e ve hesaplamalar aşamasında yardımlarını esirgemeyen Jeff HİRSCH'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca her konuda beni destekleyen ve daima yanımda olan aileme, sevgili kardeşim Pelin KARAGÖZLÜ'ye ve bana destek olan tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Haziran, 2006

Ayşen Betül Karagözlü

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	x
ÖZET	xiii
SUMMARY	xiv
1. GİRİŞ	1
2. KONUTLARDA ENERJİ KULLANIMINI ve ENERJİ GİDERLERİNİN AZALTILMASINI ZORUNLU KILAN FAKTÖRLER	2
2.1. Konutlarda Enerji Kullanımını Zorunlu Kılan Faktörler	2
2.1.1. İklimsel Konfor Gereksinmesi	2
2.1.2. Görsel Konfor Gereksinmesi	3
2.2. Konutlarda Enerji Giderlerinin Azaltılmasını Zorunlu Kılan Faktörler	5
3. ENERJİ GİDERLERİNİN AZALTILMASINDA ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER	10
3.1. Dış Çevreye İlişkin Parametreler	10
3.1.1. İklimsel Faktörler	10
3.1.2. Doğal Işık	12
3.1.3. Coğrafi Faktörler	12
3.2. Yapma Çevreye ilişkin tasarım parametreleri	12
3.2.1. Isıtma Ve İklimlendirme Enerjisi Korunumunda Etkili Olan Tasarım Parametreleri	13
3.2.1.1. Binanın Yeri	13
3.2.1.2. Binanın Diğer Binalara Göre Konumu	14
3.2.1.3. Binanın Yönlendiriliş Durumu	14
3.2.1.4. Binanın Formu	14
3.2.1.5. Bina Kabuğunun Optik Ve Termofiziksel Özellikleri	15
3.2.2. Aydınlatma Enerjisi Korunumunda Etkili Olan Tasarım Parametreleri	17
4. KONUTLARDA ENERJİ GİDERLERİNİN AZALTILMASINDA KULLANILAN YAKLAŞIM	20
4.1. Dış İklim Verilerinin Toplanması	20
4.2. İç İklim Verilerinin Belirlenmesi	20
4.3. Yıllık Enerji Giderlerinde Etkili Olan Yapma Çevreye İlişkin Tasarım Parametrelerinin Belirlenmesi	21

4.3.1. Binanın Yeri	21
4.3.2. Binanın Diğer Binalara Göre Konumu	21
4.3.3. Binanın Formu	21
4.3.4. Binanın Yönlendiriliş Durumu	22
4.3.5. Bina Kabuğunun Optik Ve Termofiziksel Özellikleri	22
4.4.Yıllık Enerji Giderlerinin Belirlenmesi ve Sonuçların Karşılaştırılması	28
4.4.1. Isıtma Ve Soğutmanın İstendiği Dönemin Belirlenmesi	28
4.4.2. Tüm Bina Kabuğunda Kaybedilen Ve Kazanılan Isı Miktarlarının Hesaplanması	29
4.4.3. Enerji Giderlerinin Hesaplanması ve Hesaplamaların Karşılaştırılması	31
5. YAKLAŞIMIN İSTANBUL'DA BULUNAN BİR TOPLU KONUTA UYGULANMASI	33
5.1.Uygulamada İzlenen Yol	33
5.1.1. Dış İklim Verilerinin Toplanması	33
5.1.2. İç İklim Verilerinin Belirlenmesi	33
5.1.3 Yapma Çevreye İlişkin Tasarım Parametrelerinin Belirlenmesi	34
5.1.3.1 Binanın Yeri	35
5.1.3.2 Binanın Diğer Binalara Göre Konumu	35
5.1.3.3 Binanın Formu	36
5.1.3.4 Binanın Yönlendiriliş Durumu	36
5.1.3.5 Bina Kabuğunun Optik Ve Termofiziksel Özellikleri	37
5.1.4.Yıllık Enerji Giderlerinin Belirlenmesi ve Sonuçların Karşılaştırılması	38
5.1.4.1. Isıtma Ve Soğutmanın İstendiği Dönemin Belirlenmesi	38
5.1.4.2. Tüm Bina Kabuğunda Kaybedilen Ve Kazanılan Isı Miktarlarının Hesaplanması	40
5.1.4.3. Aydınlatma Enerjisi Miktarlarının Hesaplanması	40
5.1.4.4. Enerji Giderlerinin Hesaplanması ve Hesaplamaların Karşılaştırılması	41
5.2. Enerji Giderlerinin Azaltılmasına Yönelik Önerilerin Geliştirilmesi	42
5.2.1. Farklı Alternatiflerin Geliştirilmesi	42
5.2.2. Mevcut Bina Kabuğunun Termofiziksel Özellikler Değerlerinin Düzeltilmesi	45
6. BULGULAR	46
7. SONUÇLAR	58

KAYNAKLAR	60
EKLER	63
ÖZGEÇMİŞ	113

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 5.1 İstanbul 21 ocak'taki profil açıları.....	35
Tablo 5.2 Blokların saydamlık oranları.....	37
Tablo 5.3 Opak bileşen katmanları ve toplam ısı geçirme katsayıları.....	38
Tablo 5.4 Mekanlara göre birim alan başına düşen aydınlatma enerjisi miktarı.....	40
Tablo 5.5 Opak katmanlaşma alternatifleri	43
Tablo 5.6 Saydam Bileşen Alternatifleri.....	44

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Türkiye'nin 2005 Yılı Kurulu Gücünün Kaynaklara Göre Dağılımı	5
Şekil 2.2 : Türkiye'de Enerji Tüketiminin Sektörel Dağılımı.....	7
Şekil 2.3 : Türkiye'de Doğalgaz Tüketiminin Sektörel Dağılımı.....	7
Şekil 2.4 : Türkiye'de Önümüzdeki 20 Sene İçin Enerji Tahminleri.....	8
Şekil 2.5 : Türkiye'deki CO ₂ Emisyonlarının Sektörel Dağılımı.....	8
Şekil 5.1 : İklimsel Konfor Grafiği.....	34
Şekil 5.2 : Toplu Konutların Bulunduğu Bölgenin Hava Fotoğrafı.....	35
Şekil 5.3 : Mevcut Vaziyet Planında Saatlere Göre Gölge Boyları.....	36
Şekil 5.4 : Önerilen Vaziyet Planında Saatlere Göre Gölge Boyları.....	36
Şekil 5.5 : Isıtma Ve Soğutmanın İstendiği Dönemlerin Belirlenmesi.....	39
Şekil 5.6 : Kullanıcı Yoğunluğu Profili.....	39
Şekil 6.1 : Blokların Toplam Enerji Giderleri.....	46
Şekil 6.2 : Bloklarda Birim Alan Başına Düşen Toplam Enerji Giderleri....	47
Şekil 6.3 : Blokların Bina Kabuk Maliyetleri.....	47
Şekil 6.4 : Bloklarda Birim Alan Başına Düşen Yıllık Enerji Giderleri.....	48
Şekil 6.5 : Farklı Opak Bileşenlere Sahip Bloklarda Birim Alan Başına Düşen Yıllık Isıtma Enerjisi Giderleri.....	49
Şekil 6.6 : Farklı Opak Bileşenlere Sahip Bloklarda Birim Alan Başına Düşen Yıllık Soğutma Enerjisi Giderleri.....	49
Şekil 6.7 : Farklı Saydam Bileşenlere Sahip Bloklarda Birim Alan Düşen Isıtma Giderleri.....	50
Şekil 6.8 : Farklı Saydam Bileşenlere Sahip Bloklarda Birim Alana Düşen Soğutma Giderleri.....	50
Şekil 6.9 : Farklı Saydam Bileşenlerine Sahip Bloklarda Birim Alana Düşen Toplam Enerji Giderleri.....	51
Şekil 6.10 : Farklı Yönlere Gölgeleme Elemanlarının Uygulanması Durumunda Bloklarda Birim Alan Başına Düşen Soğutma Enerjisi Giderleri.....	52
Şekil 6.11 : Farklı Yönlere Gölgeleme Elemanlarının Uygulanması Durumunda Bloklarda Birim Alan Başına Düşen Toplam Enerjisi Giderleri.....	52
Şekil 6.12 : Güneşli Kontrolü Uygulanması Durumunda Bloklardaki Aydınlatma Enerjisi Giderleri.....	53
Şekil 6.13 : A Bloklarda Isı Geçirime Katsayılarının Düzeltilmesi.....	54
Şekil 6.14 : B Bloklarda Isı Geçirime Katsayılarının Düzeltilmesi.....	54
Şekil 6.15 : C Bloklarda Isı Geçirime Katsayılarının Düzeltilmesi.....	55
Şekil 6.16 : A Bloklarda Saydamlık Oranlarının Düzeltilmesi.....	55
Şekil 6.17 : B Bloklarda Saydamlık Oranlarının Düzeltilmesi.....	56
Şekil 6.18 : C Bloklarda Saydamlık Oranlarının Düzeltilmesi.....	56

Şekil 6.19 : Mevcut Termofiziksel Özellikleri Değiştirilen A Blokların Bina Kabuk Maliyetleri.....	57
Şekil 6.20 : Mevcut Termofiziksel Özellikleri Değiştirilen B Blokların Bina Kabuk Maliyetleri.....	57
Şekil 6.21 : Mevcut Termofiziksel Özellikleri Değiştirilen C Blokların Bina Kabuk Maliyetleri.....	57
Şekil A.1. : A Tipi Blokların Mevcut Yıllık Isıtma, Soğutma Yükleri Ve Isıtma, Soğutma Giderleri.....	64
Şekil A.2. : B Tipi Blokların Mevcut Yıllık Isıtma, Soğutma Yükleri Ve Isıtma, Soğutma Giderleri.....	65
Şekil A.3. : C Tipi Blokların Mevcut Yıllık Isıtma, Soğutma Yükleri Ve Isıtma, Soğutma Giderleri.....	66
Şekil A.4. : Blokların Mevcut Yıllık Aydınlatma Yükleri Ve Aydınlatma Giderleri.....	67
Şekil A.5. : Blokların Mevcut Yıllık Toplam Enerji Giderleri.....	68
Şekil A.6. : Blokların Birim Alan Başına Düşen Mevcut Yıllık Isıtma Ve Soğutma Yükleri.....	69
Şekil A.7. : Blokların Birim Alan Başına Düşen Yıllık Enerji Giderleri.....	70
Şekil A.8. : Farklı Opak Katmanlaşma Alternatifleri Önerilmesi Durumunda A Tipi Blokların Yıllık Isıtma, Soğutma Yükleri Ve Isıtma, Soğutma Giderleri.....	71
Şekil A.9. : Farklı Opak Katmanlaşma Alternatiflerinin Önerilmesi Durumunda B Tipi Bloкта Yıllık Isıtma, Soğutma Yükleri Ve Isıtma, Soğutma Giderleri.....	72
Şekil A.10. : Farklı Opak Bileşen Alternatiflerinin Önerilmesi Durumunda C Tipi Bloкта Yıllık Isıtma, Soğutma Yükleri Ve Isıtma, Soğutma Giderleri.....	73
Şekil A.11. : Farklı Opak Bileşen Alternatiflerinin Önerilmesi Durumunda Bloklardaki Yıllık Enerji Giderleri.....	74
Şekil A.12. : Farklı Opak Bileşen Alternatiflerinin Önerilmesi Durumunda Bloklarda Birim Alana Düşen Isıtma Ve Soğutma Yükleri	75
Şekil A.13. : Farklı Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatiflerinin Önerilmesi Durumunda Bloklardaki Enerji Giderleri.....	76
Şekil A.14. : Farklı Saydam Bileşenlerinin Önerilmesi Durumunda A Tipi Bloktaki Isıtma, Soğutma Yükleri Ve Isıtma , Soğutma Giderleri	77
Şekil A.15. : Farklı Saydam Bileşenlerinin Önerilmesi Durumunda B Tipi Bloklarda Yıllık Isıtma, Soğutma Yükleri Ve Isıtma, Soğutma Giderler.....	78
Şekil A.16. : Farklı Saydam Bileşenlerin Önerilmesi Durumunda C Tipi Bloklardaki Isıtma, Soğutma Yükleri ve Isıtma, soğutma giderleri	79
Şekil A.17. : Farklı Saydam Bileşenlerinin Önerilmesi Durumunda Bloklardaki Toplam Isıtma, Soğutma Yükleri Ve Isıtma, Soğutma Giderleri...	80
Şekil A.18. : Farklı Saydam Bileşenlerin Önerilmesi Durumunda Bloklardaki Birim Alana Düşen Yıllık Isıtma Ve Soğutma Yükeri.....	81
Şekil A.19. : Farklı Saydam Bileşenlerinin Önerilmesi Durumunda Bloklarda Birim Alan Başına Düşen Yıllık Enerji Giderleri.....	82
Şekil A.20. : Farklı Yönlerde Gölgeleme Elemanlarının Önerilmesi Durumunda A Tipi Bloкта Yıllık Soğutma Yükleri, Soğutma Giderleri, Toplam Enerji Giderleri.....	83

Şekil A.21. : Farklı Yönlerde Gölgeleme Elemanlarının Önerilmesi Durumunda B Tipi Bloklarda Yıllık Soğutma Yüğü, Soğutma Giderleri Ve Toplam Enerji Giderleri.....	84
Şekil A.22. : Farklı Yönlerde Gölgeleme Elemanları Önerilmesi Durumunda C Tipi Blokta Yıllık Soğutma Yüğü, Soğutma Giderleri Ve Toplam Enerji Giderleri.....	85
Şekil A.23. : Farklı Yönlerde Gölgeleme Elemanları Önerilmesi Durumunda Bloklarda Birim Alana Düşen Soğutma Yüğü, Soğutma Giderleri Ve Toplam Enerji Giderleri.....	86
Şekil A.24. : Günişığı Kontrolü Uygulanması Durumunda Bloklardaki Yıllık Aydınlatma Yüğü Ve Aydınlatma Giderleri.....	87
Şekil A.25. : Günişığı Kontrolü Uygulanması Durumunda Bloklardaki Birim alan başına düşen yıllık aydınlatma yüğü ve Aydınlatma giderleri	88
Şekil A.26. : Blokların Enerji Giderlerinin Minimum Enerji Giderini Sağlayan Bloklara Eşdeğer Olacak Şekilde Düzeltilmesi.....	89
Şekil A.27. : Blokların Enerji Giderlerinin Minimum Enerji Giderini Sağlayan Bloklara Eşdeğer Olacak Şekilde Saydamlık Oranlarının Düzeltilmesi.....	90
Şekil A.28. : Farklı Isı Geçirme Katsayılarında Opak Bileşenlerine Sahip Blokların Bina Kabuk Maliyetleri.....	91
Şekil A.29. : Farklı Cam Türlerine Sahip Blokların Bina Kabuk Maliyetleri....	92
Şekil A.30. : Mevcut Termonfiziksel Değerleri Değıştirilen Blokların Bina Kabuk Maliyetleri.....	93
Şekil C.1. : A Blok Plan Tipi.....	107
Şekil C.2. : B Blok Plan Tipi.....	108
Şekil C.3. : C Blok Plan Tipi.....	109
Şekil C.4. : A Blok Cephe Görünüşleri.....	110
Şekil C.5. : B Blok Cephe Görünüşleri.....	111
Şekil C.6. : C Blok Cephe Görünüşleri.....	112

SEMBOL LİSTESİ

U_o	: Opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı, $W/m^2 \text{ } ^\circ C$
U_c	: Saydam bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı, $W/m^2 \text{ } ^\circ C$
ρ	: Yoğunluk, kg/m^3
c	: Özgül ısı, $kg/kg \text{ } ^\circ C$
a_o	: Yutuculuk katsayısı
r_o	: Yansıtıcılık katsayısı
τ_o	: Geçirgenlik katsayısı
λ	: Opak bileşeni oluşturan katmanların ısı iletkenlik katsayıları, $W/m \text{ } ^\circ C$
d	: Opak bileşeni oluşturan katmanların kalınlıkları, m
x	: Saydamlık oranı
t_i	: İç hava sıcaklığı, $^\circ C$
t_d	: Dış hava sıcaklığı, $^\circ C$
α_i	: İç yüzey ısı iletkenlik katsayıları, $W/m \text{ } ^\circ C$
α_d	: Dış yüzey ısı iletkenlik katsayıları, $W/m \text{ } ^\circ C$
$Q_{yıl}$	: Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı, J
Q_{ay}	: Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı, J
H	: Binanın özgül ısı kaybı, W/K
T_i	: Aylık ortalama iç sıcaklıklar, $^\circ C$
T_d	: Aylık ortalama dış sıcaklıklar, $^\circ C$
η_{ay}	: Kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü
$\Phi_{i,ay}$	: Aylık ortalama iç kazançlar, W
$\Phi_{g,ay}$	: Aylık ortalama güneş enerjisi kazançları, W
t	: Zaman, s
H_i	: İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı, W/K
H_h	: Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı, W/K
A_D	: Dış duvar alanı, m^2
A_P	: Pencere alanı, m^2
A_T	: Tavan alanı, m^2
A_t	: Döşeme alanı, m^2
A_d	: Dış hava ile temas eden döşeme alanı, m^2
A_{dsic}	: Daha düşük iç sıcaklıklara sahip bölgelere sınır oluşturan yapı elemanı yüzey alanı, m^2
U_D	: Dış duvarın ısı geçirgenlik katsayısı, W/m^2K
U_P	: Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı, W/m^2K
U_T	: Tavanın ısı geçirgenlik katsayısı, W/m^2K
U_t	: Zemine oturan tabanın / döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı, W/m^2K
U_d	: Dış hava ile temas eden tabanın ısı geçirgenlik katsayısı, W/m^2K
U_{dsic}	: Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayısı, W/m^2K
IU_1	: Varsa ısı köprülerinden iletilen ısı kaybı
l	: Isı köprülerinin uzunluğu, m
U_1	: Isı köprüsünün doğrusal geçirgenliği, W/mK

V_1	: Hacimsel hava değişim hızı, m ³ /h
n_h	: Hava değişim sayısı, h-1
V_n	: Havalandırılan hacim, m ³
A_n	: Faydalı bina kullanım alanı
$r_{i,ay}$	: i yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü
$g_{i,ay}$	: i yönünde saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü
$I_{i,ay}$	: i yönünde dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışı nım şiddeti, W/m ²
A_i	: i yönündeki toplam pencere alanı, m ²
$g_{\perp}$	: Laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışı nın için güneş enerjisi geçirme faktörü
$T_{i,ay}$	: Aylık ortalama iç ortam sıcaklığı, ° C
$T_{d,ay}$	: Aylık ortalama dış hava sıcaklığı, ° C
I_T	: Opak bileşenin dış yüzeyini etkileyen toplam güneş ışı nım şiddeti, W/m ²
t_{eci}	: Tek cam tabakalı saydam bileşenleri herhangi bir anda etkileyen sol-air sıcaklıklar, ° C
t_{ecn}	: Çift cam tabakalı saydam bileşenleri herhangi bir anda etkileyen sol-air sıcaklıklar, ° C
I_D, I_y	: Saydam bileşeni ele alınan anda etkileyen direkt ve toplam yaygın (yaygın gök yerden yansı mış) ışı nım yeğinlikleri, W/m ²
U_{ci}	: Saydam bileşenin tek camlı olması durumunda toplam ısı geçirme katsayısı, W/m ² °C
U_{cn}	: Saydam bileşenin çift camlı olması durumunda toplam ısı geçirme katsayısı, W/m ² °C
α_s	: Çift cam tabaka arasındaki havanın kondüktansı, W/m ² ° C
a_d, a_y	: Tek cam tabakasının direkt ve yaygın güneş ışı nımına karşı yutuculuğu, boyutsuz
τ_d, τ_y	: Tek cam tabakasının direkt ve yaygın güneş ışı nımına karşı geçirgenliği, boyutsuz
τ_{12D}, τ_{12y}	: Çift cam tabakasının direkt ve yaygın güneş ışı nımına karşı geçirgenliği, boyutsuz
a_{dD}, a_{dy}	: Çift tabakalı camda, dıştaki tabakanın direkt ve yaygın ışı nıma karşı yutuculukların içteki tabakadan etkilenerek aldıkları değerler, boyutsuz
a_{iD}, a_{iy}	: Çift tabakalı camda, içteki tabakanın direkt ve yaygın ışı nıma karşı yutuculukların içteki tabakadan etkilenerek aldıkları değerler, boyutsuz
t_{iyo}	: Kabuk elemanına ait(ağırlıklı ortalama) günlük ortalama iç yüzey sıcaklığı, °C
t_{oio}	: Opak bileşenin günlük ortalama iç yüzey sıcaklığı, °C
t_{cio}	: Saydam bileşenin günlük ortalama iç yüzey sıcaklığı, °C
t_{ci}	: Saydam bileşenin herhangi bir andaki iç yüzey sıcaklığı, °C
F_S	: Camın engeller tarafından gölgelenmemiş alanının tüm cam alanına oranı
t_{eo}	: Opak bileşeni etkileyen sol-air sıcaklık, ° C
t_{ec}	: Saydam bileşeni etkileyen sol-air sıcaklık, ° C
t_{eoo}	: Opak bileşeni etkileyen günlük ortalama sol-air sıcaklık, ° C
t_{eco}	: Saydam bileşeni etkileyen günlük ortalama sol-air sıcaklık, ° C
$1/\Lambda$	: Yapı bileşenin ısı geçirgenlik direnci
$1/\alpha_i$	: İç hava yüzeysel ısı iletim aracı, m ² °C/W
$1/\alpha_d$	: Dış hava yüzeysel ısı iletim aracı, m ² °C/W
q	: Kabuk elemanının birim alandan kaybedilen veya kazanılan günlük ortalama saatlik ısı miktarları, W/m ²

Q	: Kabuk elemanının kaybedilen veya kazanılan günlük ortalama saatlik ısı miktarları, W/m ²
t_{oi}	: Opak bileşen iç yüzey sıcaklığının herhangi bir T anındaki değeri, °C
a₁	: Bileşenin iç yüzeydeki malzemenin ısı yayılım katsayısı, m ² /s
λ₁	: Bileşenin iç yüzeydeki malzemenin ısı iletkenliği, W/m°C
b	: Bileşenin iç yüzeyinin hacmin saydam bileşenlerinden geçen güneş ışıınımı yutuculuk katsayısı, boyutsuz
S_i	: Hacimdeki tüm saydam bileşenlerden geçen güneş ışıınının, ele alınan kabuk elemanının iç yüzeyini etkileyen yağınlığı, W/m ²
t₂	: Bileşen içinde, bileşenin iç yüzeyinden (Δx) metre kadar içerdeki noktanın (T-ΔT) anındaki sıcaklığı, ° C
t_{oi}	: Bileşenin iç yüzey sıcaklığının (T-ΔT) anındaki değeri, ° C
t_{ci}	: Saydam bileşenin iç yüzey sıcaklığı, ° C
m	: Bir ısıtma mevsimi için gerekli olan yakıt ihtiyacı, m ³
Q_h	: Binanın ısıtma yükü, W
z	: Tesisin günlük çalışma süresi, h
Z	: İklim koşullarına göre tesisatın yıllık çalışma süresi, gün
H_u	: Tesiste yakılacak yakıtın alt ısı değeri, KJ/kg
η_k	: Isı üreticisinin toplam verimi

KONUTLARDA ENERJİ GİDERLERİNİN AZALTILMASINA YÖNELİK BİR ÇALIŞMA

ÖZET

Ülkemizin her geçen gün enerjide dışa bağımlılığı hızla artmaktadır. Toplam tüketilen enerjinin de büyük bir kısmının konutlarda kullanıldığı düşünülürse bu sektörde alınacak önlemlerin ülke ekonomisine katkıda bulunacağı açıkça görülmektedir.

Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı, konutlarda enerji giderlerinin azaltılmasına yönelik alternatiflerin üretilmesi ve bu alternatiflerin ilk yatırım maliyetlerine etkisinin irdelenerek, uygun değerleri sağlayan önerilerin geliştirilmesidir.

Bu amaçla yapılan örnek çalışma, İstanbul-Acıbadem semtinde bir toplu konut projesine bir bina simülasyon programı yardımı ile uygulanmıştır. Çalışma, 8 ana bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde, konutlarda enerji giderlerinin azaltılmasının önemi ve çalışmanın amacı açıklanmıştır.

İkinci bölümde, enerji giderlerinin kullanılmasını ve enerji giderlerinin azaltılmasını zorunlu kılan faktörler açıklanmış, Türkiye’de enerji kullanımına ilişkin bilgiler verilmiştir.

Üçüncü bölümde, konutlarda enerji giderlerinin azaltılmasında etkili olan faktörler anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde, konutlarda enerji giderlerinin azaltılmasını hedefleyen alternatiflerin geliştirilmesinde kullanılan yaklaşım açıklanmıştır.

Beşinci bölümde, yaklaşımın İstanbul’da bir toplu konut projesine uygulanması yapılan örnek çalışma açıklanmakta ve enerji giderlerinin azaltılmasına yönelik farklı alternatiflerin ve mevcut termofiziksel özellikler değerlerinin düzeltilmesi önerileri anlatılmıştır.

Altıncı bölümde, önerilen alternatiflerin uygulanması durumunda enerji giderlerine ve ilk yatırım maliyetine olan etkisinin incelenmesi sonucunda ortaya çıkan bulgular, grafikler aracılığıyla anlatılmıştır.

Yedinci bölümde çalışmanın sonuçları yer almaktadır.

Ekler bölümünde, uygulama sonuçlarına ilişkin grafikler, uygulamada kullanılan simülasyon programının açıklaması ve uygulamanın yapıldığı toplu konuta ait plan tipleri ve cephelerin mimari çizimleri yer almaktadır.

THE STUDY REGARDING TO THE REDUCTION OF ENERGY COST IN RESIDENCES

SUMMARY

The dependence of Turkey from the point of view of energy is increasing year by year. As the most part of the energy is consumed in residential buildings, improving precautions will contribute to the economy of the country.

The aim of this study is to develop alternatives to reduce energy consumption in residences and to present suggestions providing optimum values by examining the effect of these alternatives to the first cost.

For this reason, the approach is applied for the mass housing Project in İstanbul-Acıbadem by using building simulation programme. This study consists of eight main chapters.

In the first chapter, the aim of the study and the importance of the reduction of energy cost in residences are explained.

In the second chapter, the factors of requirements in energy usage and the obligation of the reduction of annual cost of energy in residences are explained, and the information regarding to the energy usage is given.

In the third chapter, the factors affecting the reduction of annual cost in residences are described.

In the fourth chapter, the approach used for the improvement of alternatives aiming the reduction of energy cost in the residences is explained.

In the fifth chapter, the approach is applied to the mass housing in İstanbul. The proposals of alternatives for reducing energy cost and improving the existing thermophysical values are mentioned.

In the sixth chapter, the effects of the proposal alternatives on the energy cost as well as first cost are discussed by considering the results of the application of the alternatives.

In the seventh chapter, the results of this study are explained.

The graphics regarding to the application results, the explanation of building simulation programme used in the study and architectural project of the housing estate are presented in the appendix.

1. GİRİŞ

Enerji, günümüz teknolojilerinden yararlanılarak daha rahat bir yaşam sürmek için gerekli önemli girdilerden biridir. Nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler, enerji tüketimindeki artışın en önemli etkenlerindendir. Dünya enerji kaynaklarının kıt ve tükenebilir olduğu düşünülecek olursa, binalarda enerji giderlerinin azaltılması üzerinde durulması gereken bir konudur.

Enerji tüketimindeki artışa karşın enerji kaynakları giderek azalmaktadır. Özellikle enerji kaynağı olarak fosil kaynaklarının kullanılması, bu yakıtların kısa bir sürede tükeneceğinin düşünülmesi, ayrıca çevre kirliliğine neden olması bu kaynakların optimum kullanımını gerektirmektedir. Diğer taraftan enerji tüketiminin büyük bir bölümünün konutlarda olduğu belirlenmektedir. Bu nedenle öncelikle konutlardaki enerji tüketimi azaltılmalı ve enerji giderlerinin azaltılmasına yönelik önerilerin geliştirilmesi gereklidir.

Konutlarda enerji giderlerinin azaltılması, öncelikle tasarım evresi aşamasında dış iklim koşullarını kontrol altına alacak şekilde tasarım parametrelerine ilişkin kararların alınması ile mümkündür.

Bu çalışma, konutlarda yıllık enerji giderlerinin hesaplanarak, yıllık enerji giderlerinin azaltılması için öneriler geliştirilmesini bir uygulama çalışması ile ele almaktadır. Uygulama çalışması, enerji giderlerinin azaltılmasında etkili olan tasarım parametre değerlerine ilişkin farklı alternatiflerin geliştirilmesi ve belirlenen bu alternatiflerin ilk yatırım maliyetlerine etkisinin de irdelenmesine yönelik örnek bir çalışmayı kapsamaktadır. Çalışma, İstanbul-Acıbadem semtinde bir toplu konut projesine uygulanmıştır. Toplu konutta bulunan her bir bina için yıllık ısıtma, soğutma ve aydınlatma yükleri ve enerji giderleri hesaplanmıştır. Ayrıca, enerji yüklerinin azaltılmasına ilişkin yapılan öneriler sonucu oluşacak enerji giderleri de hesaplanmış, mevcut durumdaki enerji giderleri ile karşılaştırılmıştır.

2. KONUTLARDA ENERJİ KULLANIMINI ve ENERJİ GİDERLERİNİN AZALTILMASINI ZORUNLU KILAN FAKTÖRLER

2.1 Konutlarda Enerji Kullanımını Zorunlu Kılan Faktörler

Konutlarda enerji kullanımını zorunlu kılan faktörler iklimsel konfor gereksinmesi ve görsel konfor gereksinmesi olmak üzere iki bölümde incelenmiştir.

2.1.1 İklimsel Konfor Gereksinmesi

Enerji tasarrufunu konutlarda zorunlu kılan etkenlerin başlıcası diğer yapılarda da olduğu üzere iklimsel konfor gereksinmesidir.

Çevresel etkenler arasında önemli bir yere sahip olan iklimsel etkenler altında sağlanan iklimsel konfor durumu, insanın belli değerlerdeki hava sıcaklığı, yüzey sıcaklıkları, nem ve hava hareketleri gibi iklimsel değişkenler etkisi altında iken konforsuzluk duymadığı durum olarak tanımlanabilir [1].

İklimsel konfor kavramı objektif olmayan bir kavramdır. Kullanıcıların %80 veya daha fazlasının iklimsel çevre koşullarından memnun olduğu durum iklimsel konfor durumu olarak kabul edilebilir [2].

Çeşitli hava sıcaklığı, yüzey sıcaklıkları, nem ve hava hareketi hızı değerleri birleşimleri olarak çok sayıda iklim durumu için, insana ilişkin bu faktörlerin ölçülmesi sonucunda,

- İnsan sağlığı açısından fizyolojik tepkilerin optimal değerlerde olmasını olanaklı kılan,
- İnsanın duygusal olarak iklimsel çevreden hoşnut kalması durumunun sağlandığı ve
- İnsan performansının maksimize edildiği

koşullar belirlenmiştir [3].

Belirlenen bu iklimsel konfor koşulları,

- İç çevre için iklimsel konfor standartlarının saptanmasına,
- İklimsel açıdan konforlu olması ve enerji tüketiminde minimizasyon sağlaması öngörülen, binalar ve yerleşme birimi dokuları için önerilecek dizayn kriterlerine,
- Binaların ve yerleşme birimlerinin iklimsel konfor ve enerji tüketimi açılarından değerlendirilmesinde kullanılabilecek kriterlerin belirlmesine

veri sağlar.

2.1.2 Görsel Konfor Gereksinmesi

Kullanıcının diğer tüm gereksinimleri ile birlikte, görsel gereksinmelerinin de, minimum yapma enerji harcanarak karşılanabilmesi, binanın doğal aydınlatma sistemi olarak kullanıcının görsel gereksinmelerini karşılamada optimal performans göstermesi ile olanaklıdır.

Sağlanması gereken görsel konfor koşulları aşağıdaki gibi belirtilmiştir;

- Doğal ve yapma aydınlatmaya ilişkin fizyolojik gereksinimler,

İstenen aydınlık düzeyi, kamaşmasız bir çevre, kabul edilebilir parıltı kontrastı, aydınlatmanın yer ve zaman bakımından düzgünlüğü, güneş ışını görme isteği, çevrenin istendiğinde karartılabilirliği,

- Hacim ve yüzeylerin görünümüne ilişkin istekler,

Renk, doku, düzen, düzlük-pürüzlülük, düşeylik-yataylık, dikdörtgenlik, vb.

- Hacim içi çevre ile dış dünya arasındaki görsel bağ isteği,

İç çevreden, dış dünyanın görülmesini sağlamak isteği, dışardan, içeriğin görülmesini engellemek isteği, bu bağı kıran saydam elemanların optik kırılmazlığa sahip kılınması isteği, şeklinde görülmektedir.

Psikolojik ve fizyolojik niceliğin kabul edilebilir düzeyde, ya da belirli değerlerde mekan içinde sağlanması ile karşılanabilmektedir.

Gerçekte görme ortamını belirleyen ya da, görsel konforun kalite ve kantitesini etkileyen etkenler;

-Aydınlık düzeyi

-Parıltı

-Renk

olarak ele alınmaktadır. Kulacının görsel konfor açısından konforlu olabilmesi, görsel konfor durumunda süreklilik sağlanabilmesi, kullanıcı performansının ve yapılan işteki verimliliğin artırılması yönlerinden, bu etkenlerin belirli değerlere ulaşması ya da belirli sınırlar içinde tutulması zorunludur.

Görsel konforu tanımlayan, aydınlık düzeyi, parıltı ve renk etkenlerine ilişkin değerler, İngiltere ve CIBS (The Chartered Institution Of Building Services) Aydınlatma Bölümü Teknik Komitesi tarafından hazırlanan ve yayınlanan “CIBS Code, For Interior Lighting-1984” den alınmıştır [4].

Konutlar için verilen konfor değerleri örnek olarak sunulmaktadır.

- **Aydınlık düzeyleri**

Yaşama hacimleri için 50 lux, yatak odaları için 50 lux, mutfaklar(banko) için 300 lux, banyolar için 100 lux, holler ve sahanlıklar için 150 lux, merdivenler için 100 lux olarak aydınlık düzeyleri belirlenmiştir.

- **Parıltı**

Cisimlerin görülebilirliğinde rol oynayan parıltı etkeninin, çok yüksek değerlere ulaşması ile kamaşma olayı meydana gelmektedir.

Bununla birlikte büyük parıltı kontrastları da gözün görme yeteneğini azalttığı gibi bir huzursuzluk ve konforsuzluk duyumu uyandırabilir. Parıltı kontrastlarının bu yönden değerlendirilmesi, kamaşma indisi adı verilen büyüklüklerin hesaplanarak, standartlarda çeşitli işlevdeki binalar ve mekanlar için belirtilen sınır değerleri ile karşılaştırılması sonucu yapılabilmektedir. Tasarım sürecinde ise, belirtilen kamaşma indisi sınır değerlerinin aşılmasını amacıyla ışık kaynakları ile yüzeylerin parıltı değerlerine ilişkin bazı kararların verilmesi gerekir.

- **Renk**

Enerji tasarrufuna katkısı açısından ele alındığında, tavanların ışık yansıtma katsayısı min. %70 , duvar ve pencerelerin ise min. %60 olması önerilmektedir.

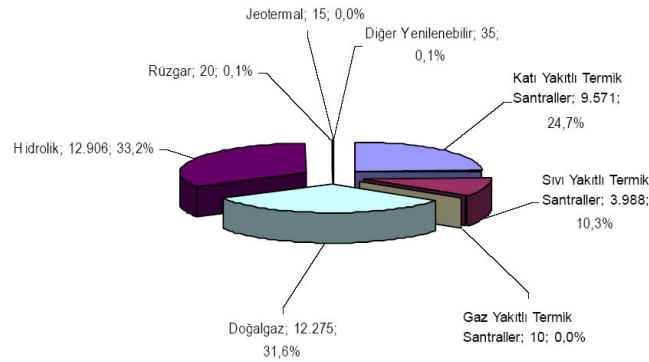
Kullanıcının daha çok fizyolojik açıdan görsel konforu belirlemede etkili olan bu etkenlere kazandırılması gereken bu değerlerin yanı sıra, hacim içindeki kullanıcıların psikolojik konforlarının sağlanmasına yönelik yapılan araştırmalara göre pencere alanının toplam cephe alanına oranının optimum %30, minimum %20 olması gerekmektedir.

Bu veriler doğrultusunda, bina aynı zamanda bir aydınlatma sistemi olarak doğru tasarlandığı takdirde, günışığının var olduğu saatlerde aydınlatmanın yapma ışık kaynakları ile takviyesi minimize edilebilir. Bu nedenle bina tasarımında günışığından maksimum yararlanarak aydınlatma için harcanacak enerji miktarının azaltılması hedeflenmelidir [4].

2.2 Konutlarda Enerji Giderlerinin Azaltılmasını Zorunlu Kılan Faktörler

Enerji ihtiyacının sürekli arttığı ama kaynakların sürekli azaldığı dünyada, enerjinin verimli kullanılması giderek önem kazanmaktadır. Enerji ihtiyacının karşılanmasında ülkemizde halen kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil kaynaklı yakıtlar öncelikli olarak kullanılmaktadır. Bu durumda, fosil yakıt taleplerinde kesintisiz bir artış söz konusudur. Buna karşılık fosil yakıt rezervlerinde paralel bir artış meydana gelmemektedir. Mevcut kullanım düzeylerinin sabit kalması durumunda bile özellikle petrol rezervlerinin kısa bir süre içerisinde tükeneceği tahmin edilmektedir. İlerleyen yıllarda, bu durum doğalgaz için söz konusu olacaktır.

Ülkemizde bu durumu değiştirecek bir politika izlenmemekte, enerjide dışa bağımlılık sürekli olarak artmaktadır. Bu bağımlılığın bir göstergesi 2005 yılı kurulu güç üretim ilişkisine baktığımızda ortaya çıkmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Türkiye'nin 2005 yılı kurulu gücünün kaynaklara göre detay dağılımı[5]

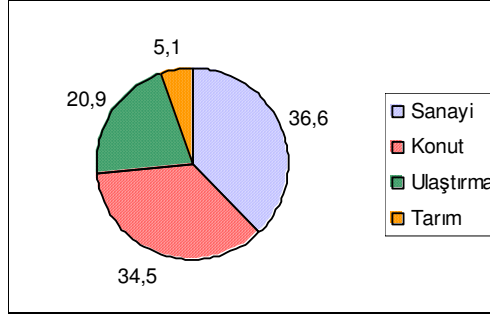
Ülkemizde yeterli enerji üretiminin yapılamaması, artan enerji taleplerinin karşılanmasında zorluklarla karşılaşılmasına neden olmaktadır. Enerji üretiminin, enerji talebini karşılama oranını; 1990 yılında %49 iken, 1995'te %43'e, 2000 yılında %34'e gerilemiştir. 2005 yılında bu oranının % 25'e düşeceği hesaplanmıştır [6].

Dolayısıyla, enerjide dışa bağımlılığın azalması yönünde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek kaçınılmazdır.

Yenilenebilir enerji kaynakları, yenilenebilirliği en az düzeyde çevresel etki yaratmaları, işletme ve bakım masraflarının az olması, yerli nitelikleri gibi özellikleri dolayısıyla ülkemiz için oldukça önemli bir yere sahiptir. Ancak ülkemizde yenilenebilir enerji kaynakları çok zengin olmasına ve ülkenin enerji ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayabilecek bir potansiyele sahip olmasına karşın yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları ya hiç kullanılmamakta ya da potansiyelin çok altında değerlendirilmektedir (Şekil 2.1).

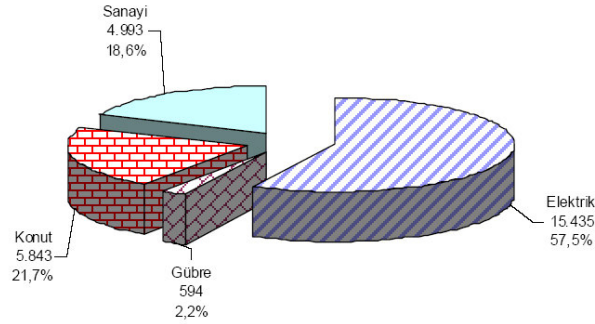
Hızla tükenen fosil yakıtların yerine bir yandan alternatif enerji kaynakları aranırken, diğer yandan mevcut kaynakların etkin biçimde değerlendirilmesi gündeme gelmiştir. Enerjinin etkin kullanımı, refah seviyesinden fedakarlık yapmaksızın kalite ve performansı düşürmeden bir mal veya hizmetin karşılanmasında gereksinim duyulan enerji miktarının azaltılması olarak algılanmalıdır. Enerjinin etkin bir biçimde kullanılmasıyla tasarruf edilecek enerji, daha ucuz ve daha kısa sürede elde edilebilen bir enerji kaynağıdır. Tübitak tarafından enerjinin etkin kullanımına yönelik önlemler geliştirilmiş ve politikalar üretilmiş, bunun sonucunda toplam enerji giderlerin azalması öngörülmüştür. Geliştirilen bu önlemler arasında toplam enerji giderleri arasında önemli bir yere sahip olan konutların enerji giderlerinin azaltılması yer almaktadır [7].

1990-2001 arasındaki enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımı incelendiğinde; konutlarda ve sanayilerde kullanılan enerjinin; toplam enerji tüketiminin ortalama %70-75'i dolaylarındadır. Dolayısıyla bu sektörlerde enerji verimliliğine öncelikli olarak önem verilmeli ve gerekli düzenlemeler yapılarak hayata geçirilmelidir (Şekil 2.2) .



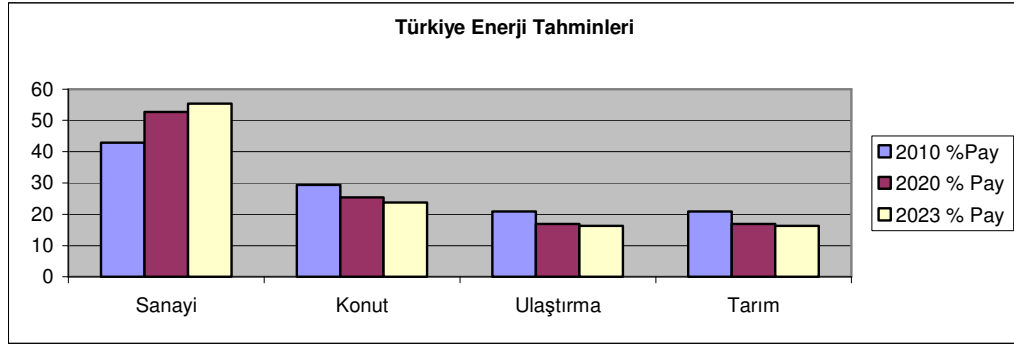
Şekil 2.2 Türkiye’de enerji tüketimini sektörel dağılımı [8]

Fosil enerji kaynaklarıyla birlikte yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarını daha etkin kullanma yönünde çalışmalar sürmekle birlikte; fosil enerji kaynağı olan doğal gazın talep de hızlı bir şekilde artış göstermektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Türkiye’de doğalgaz tüketiminin sektörel dağılımı[9]

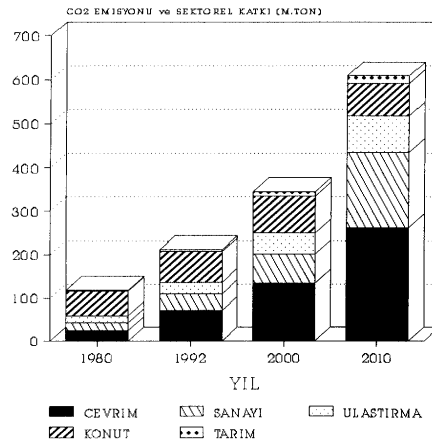
Buna göre önümüzdeki 20 sene için yapılan tahminlerde, enerji tüketiminde sanayi sektörünün toplam tüketime oranla payının artacağı, buna karşılık konutlarda bu payın düşeceği görülmektedir. 2023 yılında bu payların sanayi sektöründe %55.4, konut sektöründe 23.7, ulaştırma ve tarım sektöründe %16.3 değerlerine ulaşacağı tahmin edilmektedir (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4 Türkiye’de önümüzdeki 20 sene enerji tüketimi tahminleri[8]

Artan nüfus ve endüstriyel gelişme sonucu dünyanın ortak ve en önemli sorunlarından biri haline gelen, insan yaşamını tehdit eden çevre kirliliğini önleme çözümlerinin başında enerjinin etkin kullanımı gelmektedir. Artan çevre sorunları, sadece enerjinin kullanımı aşamasında değil üretim aşamalarında da yerel ve bölgesel emisyonların önlenmesi için daha duyarlı olunmasını gerektirmektedir. Ülkelerin enerji tüketimlerinin ve çıkardıkları emisyonların azaltılmasını sağlayacak teknolojilerin geliştirilmesi önemlidir. Enerjinin etkin kullanımına yönelik teknolojiler çevre dostu olup, zararlı emisyon çıkışını azaltmaktadır [10].

Önümüzdeki on yıl için karbondioksit emisyonları tahminleri yapılmış ve Şekil 2.5’teki grafikte bu değerler belirtilmiştir. Çevrim sektörünün 1980 yılındaki %20 oranındaki payının 2010 yılında %43’e, sanayi sektörünün %16 olan payının %28’e, tarım sektörünün %2 olan payının %3’e yükseleceği, ulaştırma sektörünün %14 olan payını aynı şekilde koruyacağı, buna karşılık konut sektörünün 1980 yılında %47 olan payının 2010 yılında %12’ye düşeceği tahmin edilmektedir.



Şekil 2.5 Türkiye’deki CO₂ emisyonlarının sektörel dağılımı[11]

Gerek hava kirliliği gerek mevcut rezervlerin gün geçtikçe tükenmesi gibi nedenlerden dolayı, enerji tüketimi ve giderlerinin azaltılmasının kaçınılmaz olduğu görülmüştür. Enerji kayıplarının büyük bir bölümünün de, konutlardan kaynaklandığı saptanmış, dolayısıyla bu sektörde alınacak kararların toplam enerji tüketimi ve giderlerini azaltacağı belirlenmiştir.

Bu nedenle, tasarım aşamasındayken tasarım parametrelerine ilişkin alınacak kararlar ile enerji tüketimi ve giderlerinin azaltılması zorunludur.

3. ENERJİ GİDERLERİNİN AZALTILMASINDA ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER

Enerji giderlerinde etkili olan faktörler iki ana grupta ele alınabilirler. Birinci grupta fiziksel çevresel etkenler, ikinci grupta ise yapma çevreye ilişkin tasarım parametreleri yer almaktadır [3].

3.1 Dış çevreye ilişkin parametreler

3.1.1 İklimsel Faktörler

İklimsel faktörler; hava sıcaklığı, güneş ışıınımı, hava nemi ve rüzgar gibi iklim elemanlarının ulaştığı değerlerin bir bileşkesidir. Enerji korunumlu bina üretiminin temelini, dış çevrede belirli bir iklim durumunun geçerli olduğu koşullarda, yapı eleman ve bileşenlerinin edilgen ısıtma ve iklimlendirme durumunun geçerli olduğu durumlarda, yapı eleman ve bileşenlerinin edilgen ısıtma ve iklimlendirme sisteminin öğeleri olarak tasarlanmaları oluşturmaktadır [12].

- **Güneş ışıınımı**

Yeryüzüne ulaşan güneş ışıınım şiddeti; atmosfer koşulları, güneş sabitesi, bulunan yerin deniz yüzeyinden olan yüksekliği, güneşin yükseliş açısı, güneşin azimut açısı, güneşin geliş açısı gibi etkenlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Güneş ışıınımı, havanın toprağın ve çevredeki diğer cisimlerin ısınmalarına sebep olarak, sıcaklık yükselmeleri meydana getirmektedir [13].

Yükseliş açısı(β):Güneş ışıını ile güneş ışıının yatay düzlem üzerindeki izdüşümü arasındaki açıdır.

Azimut açısı(Σ):Güneş ışıının yatay düzlemdeki izdüşümünün güneyden(veya kuzeyden)yaptığı sapma açısıdır ve yatay düzlemde ölçülmektedir

Cephe azimut açısı(γ):Güneş ışıının yatay düzlemdeki izdüşümü ile cephenin normalinin aynı düzlem üzerindeki izdüşümüdür.

- **Rüzgar**

Atmosferik basınç farklılıkları, hava akımlarının oluşmasına neden olmaktadır. Atmosferik basınç farklılıklarına, yoğunluk farkları ve hava kütleleri arasındaki yoğunluk farklarına da sıcaklık farkları yol açmaktadır. Hava akımlarının yönünü basınç bölgelerinin yeri, hızını da basınç farkı miktarları belirlemektedir.

Birim zamanda yapı kabuğundan içeri giren hava miktarı arttıkça:

- Hacmin hava değişimi sayısı ve dolayısıyla iç hava hızı artmaktadır.
- Dış havanın hacim içi havasıyla karışım oranı büyümekte ve iç hava sıcaklığı ve nemi dış hava koşullarına yakın değerlere ulaşmaktadır.

- **Hava sıcaklığı**

Gölgeye yerleştirilmiş bulunan ve ölçü gövdesi yeryüzünden belirli bir yükseklikte olan kuru termometrenin belirlediği değerdir. Günlük hava sıcaklığı değişimi, atmosfer koşullarına bağlıdır. Berrak atmosfer koşullarında, ısıtım şiddeti yüksek ve aynı zamanda da atmosfere ısıtım kaçması söz konusu olduğundan, günlük sıcaklık değişimi büyük olmaktadır. Kapalı atmosfer koşullarında ise, bulutlar, ısıtım kaçmasını önlediklerinden sıcaklık değişimi küçük ölçüde meydana gelmektedir.

- **Hava nemi**

Yeryüzündeki su birikintilerinin buharlaşması sonunda, atmosferde sürekli olarak su buharı bulunmaktadır. Su buharının değişimi çeşitli faktörlere bağlıdır: sıcaklık, rüzgar, hava basıncı vb. gibi.

Dış hava nemi, hacim içi bioklimatik konfor durumuna şu şekillerde etkili olmaktadır;

Dış havanın doğal vantilasyon sonucunda hacim içerisine katılmasıyla; hacim içine giren dış hava iç hava ile karışarak onun özelliklerinde değişim meydana getirmektedir. Hacme eklenen su buharı, hacim içi havasının bağıl neminde artma ve sıcaklığında azalma meydana getirecektir [13].

3.1.2 Doğal Işık

Binalar dış çevrede geçerli olan aydınlık koşulları altında doğal aydınlatma sistemleri olarak işlev görmektedirler. Bu nedenle binanın doğal aydınlatma sistemi olarak tasarlanmalarında da yöresel dış aydınlık koşullarına bağlı kalınmalıdır.

Dış aydınlık koşullarını ifade eden değişken olarak çoklukla ‘dış yatay aydınlık düzeyi’ kullanılmaktadır [4].

3.1.3 Coğrafi Faktörler

Coğrafi faktörler de, enerji giderlerinde etkili olan fiziksel çevresel faktörler olarak ele alınabilir.

- Bulunan bölgenin enlemi
- Bulunan bölgenin boylamı
- Deniz yüzeyinden olan yüksekliklerdir.

Enlem açısı (Φ) : Yeryüzünde, ele alınan yüzeyin bulunduğu noktanın ekvatora kuzey veya güney yönünde olan açısal uzaklığıdır.

Boylam açısı (L) : Yeryüzünde, ele alınan yüzeyin bulunduğu noktanın başlangıç boylamına doğu veya batı yönünde olan açıdır [14].

3.2 Yapma Çevreye İlişkin Tasarım Parametreleri

İç iklim elemanlarının dış iklim elemanlarının değerlerine bağlı olarak alacağı değerler, yapma çevre değişkenleri olarak nitelenen tasarım parametrelerinin performanslarına bağlıdır. Dolayısıyla bu parametreler iç iklim durumu ve yapma ısıtma yüklerinin belirleyicileri olmak gibi ortak bir özelliğe sahiptirler [3].

Enerji giderlerinde etkili olan yapma çevreye ilişkin tasarım parametreleri;

-Isıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumunda etkili olan ve

-Aydınlatma enerjisi korunumunda etkili olan

tasarım parametreleri olarak iki grupta incelenebilir.

3.2.1 Isıtma Ve İklimlendirme Enerjisi Korunumunda Etkili Olan Tasarım Parametreleri

Isıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumunda rol oynayan yapma çevreye ilişkin başlıca tasarım parametreleri olarak,

- Binanın yeri
- Binanın diğer binalara göre konumu
- Binanın yönlendiriliş durumu
- Binanın formu
- Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri

ele alınabilir [4].

3.2.1.1 Bina Yeri

Bina konumu, gerek hava akımlarının gerek güneş ışınlamalarının bina üzerindeki etkisi açısından etkili bir tasarım parametresidir. Bu parametrenin içeriğinde;

- Yerey parçasının baktığı yön
- Yerey parçasının eğimi
- Yerey parçasının konumu
- Yerey parçasının örtüsü

yer alır.

Bu parametrelere ilişkin uygun değerler yörelerde geçerli olan iklimsel koşullar ve insanın iklimsel ihtiyaçlarına bağlı olarak belirlenirler ve yerleşmeler için en uygun olan bölgeleri tanımlarlar.

Yerleşme bölgeleri için iklimsel etkilerin optimizasyonunu hedefleyerek yapılan doğru bir yer seçimi aşağıdaki olumlu sonuçların elde edilmesini olanaklı kılar:

- Yapma ısıtma ve iklimlendirme ihtiyacının ve buna bağlı olarak enerji harcamalarının minimize edilmesi ve dolayısıyla hava kirliliğinin önlenmesi
- Kirlletici niteliğe sahip yerleşme birimlerinin diğer fonksiyonlara sahip yerleşme birimlerinde olan kirlletici etkilerinin önlenmesi

- Maksimum bina yoğunluğu insan sağığından ödün vermeksizin gerçekleştirerek arazinin rasyonel kullanımının sağılanması [4].

3.2.1.2 Binanın Diğer Binalara Göre Konumu

Binayı etkileyen dış iklim elemanlarından güneş ışıını ve hava hareketi hızı, çevre binaların veya diğer engellerin ele alınan binadan uzaklığına, yüksekliğine ve bu binaya göre konumlandırılış durumuna bağılı olarak değışkenlik gösterir. Çevre binaların ve diğer engellerin ele alınan binanın cepheleri üzerinde oluşturacağı gölgeli alanlarda direkt güneş ışıınımdan ısı kazancı söz konusu değıldir. Binanın bu alanları yalnızca yaygın güneş ışıınımdan etkilenecek ve dolayısıyla binanın güneş ışıınımdan kazandığı ısı miktarının fonksiyonu olan iç hava sıcaklığı ve ortalama ışıınımsal sıcaklık gibi iklimsel konforu etkileyen iç iklim elemanlarının değıerleri, cepheleri hiç gölgelenmemiş bir binaya oranla çok daha düşecektir.

Güneş ışıınımlarından maksimum yararlanılmak istendiğinde, bina aralıkları komşu binaların ve diğer engellerin en uzun gölge boyuna eşit ya da bundan büyük olmalıdır [23].

3.2.1.3 Binanın Yönlendiriliş Durumu

Güneş ışıını ve rüzgar gibi dış iklim elemanları yöne göre değışim gösterirler. Güneş ışıınıının ısıtıcı ve rüzgarın serinletici etkisi binanın yönlendiriliş durumuna göre değışir ve dolayısıyla bu değışken aracılığıyla, iklimsel konfor gereksinmelerine bağılı olarak optimize edilebilirler.

Ayrıca, binaların yönlendiriliş durumlarına bağılı olarak, binayı çevreleyen kabuk elemanının dış yüzeyindeki güneş ışıını yeğlinliği ve dolayısıyla kabuğun birim alanından geçen ısı miktarı değışkenlik gösterir [14].

3.2.1.4 Binanın Formu

Hacmin yatay ve düşey doğrultudaki boyutları, hacmi çevreleyen elemanların ve dolayısıyla kabuk elemanının yüzey alanını belirleyen değışkenlerdir. Hacmin taban alanı sabit kalsa bile, planda hacmin genişliğinin derinliğine oranı olarak tanımlanan biçim faktörü de kabuk elemanının yüzey alanının değışimini etkiler. Dış kabuğun iç yüzey sıcaklıkları diğer yüzeylerin sıcaklığından farklı olduğu için, kabuk alanının değışimi, ortalama ışıınımsal sıcaklığın, kabuk elemanından geçen ısı miktarının ve

dolayısıyla iç hava sıcaklığının değişimine yol açar. Bu nedenle de mekanın yatay ve düşey doğrultudaki boyutları ve biçim faktörü iklimsel konforu etkileyen yapma çevre değişkenleri olarak kabul edilir [15].

3.2.1.5 Bina Kabuğunun Optik Ve Termofiziksel Özellikleri

Konutlarda yıllık enerji giderlerinin en aza indirilmesi, diğer faktörler içinde en etkili olan bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin, bulunduğu şartlara göre en uygun biçimde seçilmesiyle mümkündür.

İç çevre iklimsel koşulları ve yapma ısıtma ve iklimlendirme yükleri bina kabuğundan yitirilen ve kazanılan toplam ısı miktarlarına bağlı olarak değişim gösterir. Dolayısıyla bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri aynı zamanda gerek iç iklimsel koşulların gerekse yapma ve ısıtma iklimlendirme yüklerinin belirleyicileridir [2].

Toplam ısı geçirme katsayısı (U) bina kabuğunun gerek opak, gerekse saydam bileşenlerine ilişkin bir termofiziksel özelliktir ve farklı iki çevreyi ayıran bir bina bileşeninin iki tarafında etkili olan hava sıcaklıkları arasındaki fark 1 °C iken, 1 m² alandan, bu alana dik doğrultuda 1 saatte geçen toplam ısı miktarı olarak tanımlanmaktadır. Opak bileşenler için toplam ısı geçirme katsayısı aşağıdaki bağlantı yardımıyla hesaplanabilir[16].

$$U_o = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_d}} \quad (3.1)$$

U_o :opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı, W/m²K

α_i, α_d :iç ve dış yüzeysel ısı iletkenlik katsayıları, W/m²K

$d_1, d_2, \dots, d_n$:opak bileşeni oluşturan malzemelerin kalınlıkları, m

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$:opak bileşeni oluşturan malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları, W/m²K

- **Opak ve Saydam Bileşenlerin Güneş Işınımına Karşı Yutuculuk, Geçirgenlik ve Yansıtıcılık Katsayıları**

Yutuculuk, geçirgenlik ve yansıtıcılık katsayıları, sırasıyla bileşen tarafından yutulan, geçirilen ve yansıtılan güneş ışınımı miktarlarının bileşen dış yüzeylerine gelen

toplam güneş ışınlamına oranlarıdır. Dış kabuğun dış yüzeyindeki güneş ışınlamı kabuğun optik özelliklerine bağlı olarak güneş ısı kazancına dönüşür [17]. Güneş ışınlamına karşı yutuculuk (a), geçirgenlik (τ), yansıtıcılık (r) katsayıları boyutsuz katsayılardır ve aşağıdaki bağıntılarla ifade edilirler;

Opak bileşenler için;

$$a_o + r_o = 1 \quad (3.2)$$

a_o : bileşenin yutuculuk katsayısı

r_o : bileşenin yansıtıcılık katsayısı

Saydam bileşenler için;

$$a_c + r_c + \tau_c = 1 \quad (3.3)$$

a_c : saydam bileşenin yutuculuk katsayısı

r_c : saydam bileşenin yansıtıcılık katsayısı

τ_c : saydam bileşenin geçirgenlik katsayısı

- **Opak Bileşenin Zaman Geciktirmesi ve Genlik Küçültme Faktörü**

Zaman geciktirmesi, gün içinde kabuk bileşenini etkileyen maksimum sol-air sıcaklığın etkisinin, bileşenin iç yüzünde maksimum yüzey sıcaklığını oluşturuncaya kadar geçen zaman süresi olarak tanımlanmaktadır.

Genlik küçültme faktörü ise, gün içinde ele alınan bileşene ilişkin maksimum iç yüzey sıcaklığı ile ortalama iç yüzey sıcaklıkları farkının, maksimum sol-air sıcaklık ile ortalama sol-air sıcaklık farkına oranıdır.

Zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü gibi termofiziksel özellikler, ısı depolama niteliklerinden ötürü, kabuğun opak bileşenleri için söz konusu edilmektedir. Bu özellikler bileşeni oluşturan malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları(λ), kalınlıkları(d), yoğunlukları(ρ), özgül ısıları(c) ve dolayısıyla ısı kapasitelerinin(pc) fonksiyonlarıdır [17].

- **Saydamlık Oranı**

Saydamlık oranı, bina kabuğu ve güneş enerjisinden yararlanma konusunda önemli bir parametredir. Saydamlık oranı, saydam ve opak yapı bileşenlerinden oluşmuş bina elemanlarına ilişkin bir özellik olup, saydam bileşen alanının, toplam cephe alanına oranıdır [3].

Kabuk elemanının birim alanından yitirilen ve kazanılan ısı miktarları ve dolayısıyla iç iklim elemanları olan iç yüzey ve iç hava sıcaklıkları söz konusu termofiziksel özelliklere bağlı olarak değişim gösterirler [18].

3.2.2 Aydınlatma Enerjisi Korunumunda Etkili Olan Tasarım Parametreleri

Görsel gereksinmelerin karşılanması ve aydınlatma enerjisi korunumu açılarından kontrol altına alınmış bir yapma çevrenin oluşturulmasında etkili olan tasarım parametreleri iki bölümde incelenmektedir.

Bu parametrelerin bir kısmı doğal aydınlatma, bir kısmı da yapma aydınlatma alt sistemi tasarım parametreleri olarak, ışığın kökenine bağlı olarak sınıflandırılabilirler. Ancak, bütünleşik aydınlatma alt sistemi tasarım parametreleri olarak tümünün göz önünde alınması gerekmektedir.

Dış aydınlık koşullarının, iç çevre görsel koşullarının oluşumundaki etkililik derecesi bu parametrelerin değerlerine bağlıdır. Dolayısıyla bu parametreler iç aydınlık koşullarının ve yapma aydınlatma enerjisi gereksinmesinin belirleyicileri olmak gibi bir niteliğe sahiptirler. Bu niteliklerinden ötürü sözkonusu parametreler hacimlerin ve binaların aydınlatma sistemi olarak tanımlanmaları bu parametreler için önerilebilecek optimal değerler aracılığıyla yapılabilir.

Kullanıcı, ele alınan bir zaman dilimi içinde, belirli bir eylemi veya eylemleri, mimarlığın temel ögesi olan hacim içinde gerçekleştirir. Bu eylem veya eylemler sırasında kullanıcı performansının en üst düzeye ulaştırılması için gerekli olan görsel konfor koşulları, genellikle hacim için tanımlanmıştır. Bu nedenlerden ötürü, temel yapma çevre düzeyini hacim ölçeğinde ele alınması uygun görülmektedir.

Hacim ölçeğinde ele alınan yapma çevreye ilişkin tasarım parametreleri, doğal aydınlatma alt sistemi açısından iki ana grupta incelenmektedir.

- **Doğal tasarım parametreleri**

Bu parametreler, mimarın ya da aydınlatma mühendislerinin kontrolü dışındadır. Yıl ve gün içerisinde sürekli değişim gösterirler. Ancak, yapma çevre elemanlarına belirli performans özellikleri kazandırılarak, bunların kontrol altına alınabilmeleri olanaklıdır. Bu grup içinde ele alınan doğal aydınlatma alt sistemi parametreleri ;

- Göğün parıltı dağılımı ve aydınlığı,
- Güneşin pozisyonu, parıltı ve aydınlık etkisi,
- Yer örtüsünün ışık yansıtma özellikleri,
- Doğal engellerin boyut, konum ve ışık yansıtma özellikleri,

Bu parametrelerin ilk ikisi, “Günüşığı” da dediğimiz doğal ışık kaynağı olarak ele alınmaktadır. Günüşığının niteliği ve niceliğinin değişimi kontrol edilemediğine göre, onun hacim içinde oluşturacağı görsel koşulları istenen değerlere ulaştırmada fiziksel tasarım parametreleri rol oynayacaktır [4].

- **Fiziksel tasarım parametreleri**

Bu grup parametreler, tümüyle, yapma çevreye ilişkindirler ve mimarın ya da aydınlatma mühendislerinin kontrolü altındadırlar. Aşağıdaki gibi sıralanabilirler :

Yapma engellerin (çevre bina ve benzeri yapılar) boyut, konum ve ışık yansıtma özellikleri,

- Pencerelerin baktığı yön,
- Pencerelerin boyut, biçim ve yerleştiriliş düzeni,
- Pencerelerin ışık geçirme özellikleri,
- Hacim boyutları
- İç yüzeylerin ışık yansıtma özellikleri,

Bu parametrelerin alacağı değerler kombinasyonu, aydınlık düzeyi, parıltı ve renk olarak tanımlanan görsel konfor etkenlerini, belirli fotometrik büyüklüklere ulaştıracaklardır. Varılan bu büyüklüklerin, görsel konfor gereksinimleri olarak belirlenmiş değerlere eşit ya da kabul edilebilir yakınlıkta olması durumunda, doğal aydınlatma alt sistemini oluşturan yapma çevre elemanlarının optimum performans gösterdikleri sonucuna varılarak değerlendirilebilirler. Öte yandan varılan

büyüküklerin görsel konfor gereksinmelerini karşılayamaması durumunda, karşılayabilecek duruma getirilmesi için, parametrelere ilişkin değerklerin ne olması gerektiğı, başka bir deyişle, çevreleyen elemanların doğal aydınlatma alt sistemi içerisinde optimum performansı gösterebilmesi için, almak zorunda olduğı performans değerklerinin ne olması gerektiğı belirlenmelidir [4].

4. KONUTLARDA ENERJİ GİDERLERİNİN AZALTILMASINDA KULLANILAN YAKLAŞIM

Bu bölümde, konutlarda yıllık enerji giderlerinin azaltılmasına yönelik en uygun tasarım parametrelerinin belirlenmesinde kullanılacak yaklaşım açıklanmaktadır. Yaklaşımın amacı, yıl boyunca konutlarda oluşacak enerji giderlerinin en aza indirilmesi için tasarım aşamasından alınacak kararların belirlenmesidir. Yaklaşımın diğer bir amacı da, alınacak bu kararların ilk yatırım maliyetine olan etkisinin hesaplanması ve en düşük enerji giderlerini sağlayan seçeneklerin belirlenmesidir. Bu çalışmada kullanılan yöntemler, aşağıdaki gibidir.

4.1 Dış İklim Verilerinin Toplanması

Binaların toplam enerji giderlerinin hesaplanabilmesi için seçilen dizayn günleri için, hava sıcaklıklarının saatlik ortalama değerleri, hava nemliliklerin saatlik ortalama değerleri, güneş ışıınımı değerleri, çeşitli yönlerde esen rüzgarlara ilişkin hız ve esme sayısına ait değerlerinin gerçek atmosfer koşullarında ölçülen verilere göre belirlenmesi gerekmektedir. Gerçek atmosfer koşulları, atmosferin yöresel bileşimini ve yöresel bulutluluk koşullarını göz önüne alarak tanımlayan atmosfer koşullarıdır. Ayrıca, ısıtmanın ve soğutmanın istendiği dönem ve saatler belirlenmeli, yapılacak olan hesaplamalar bu dizayn günlerine ait meteorolojik verilere dayandırılmalıdır.

4.2 İç İklim Verilerinin Belirlenmesi

İklimsel konfor açısından bir hacimdeki iç yüzey sıcaklıkları iç hava sıcaklığı kadar önemlidir. Kabuk iç yüzey sıcaklığı günlük ortalamasının iklimsel konfor açısından belirli bir değere sahip olunması gerektiği bilinmektedir. Kabuk eleman iç yüzey sıcaklığı günlük ortalamasının iklimsel konfor açısından izin verilebilir değeri,

$$t_{iyo} = t_i \pm \varepsilon \quad (4.1)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

Burada;

t_{iyo} : kabuk elemanı iç yüzey sıcaklığı günlük ortalamasının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri, ° C

t_i : İç hava sıcaklığının konfor değeri, ° C

ε : İklimsel konfor açısından bina kabuğu iç yüzey sıcaklığı ile iç hava konfor sıcaklığı arasındaki izin verilebilir sınır fark değeri, ° C

Soğuk ve ılımlı iklim bölgelerinde ısıtmanın istendiği dönem baskın olduğu için, bu tür iklim türüne sahip yörelerde kabuk elemanı iç yüzey sıcaklığı günlük ortalamasının iklimsel konfor açısından izin verilebilir değeri,

$$t_{iyo} = t_i - \varepsilon \quad (4.2)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.[19]

4.3 Yıllık Enerji Giderlerinde Etkili Olan Yapma Çevresel Etkenlerin Belirlenmesi

4.3.1 Binanın Yeri

Isıtma ve soğutma yüküne ait değişimlerin hesaplanmasında ve uygun tasarım parametrelerinin önerilmesinde kullanılmak üzere, binanın bulunduğu yörede geçerli olan iklimsel koşulların yanı sıra, binanın yer aldığı arazinin eğimi, konumu, yönü ve örtüsü gibi değişkenler belirlenmelidir.

4.3.2 Binanın Diğer Binalara Göre Konumu

Isı geçişi hesaplarında kullanılmak üzere, hacmin dış cephesinin ne kadar direkt güneş ışınımı aldığını belirlemek amacıyla, ele alınan binanın diğer binalara göre nasıl konumlandırıldığı belirlenmelidir.

4.3.3 Binanın Formu

Bina kabuğundan geçen ısı miktarını hesaplayabilmek amacıyla, binayı çevreleyen elemanların ve dolayısıyla kabuk elemanının yüzey alanını belirleyen, hacmin yatay ve düşey doğrultudaki boyutları ve bunun bir fonksiyonu olan binanın biçim faktörü belirlenmelidir.

4.3.4 Binaın Yönlendiriliş Durumu

Güneş ışıınıından kazanılan ısı miktarı yönlele göre farklılık gösterdiğinden, ısı geğışi hesaplarında kullanılmak üzere, binaın yönlendiriliş durumunun belirlenmesi gerekmektedir.

4.3.5 Bina Kabuğunun Optik ve Termofiziksel Özellikleri

Bina kabuğundan kazanılan ve kaybedilen ısı miktarlarının belirlenmesi için, optik ve termofiziksel özelliklere ait değler belirlenmesi gerekir.

Opak bileşenin dış yüzeylerinin güneş ışıınıına karşı yutuculuk katsayısı, cephenin açık veya koyu renkli olması ile değışkenlik gösterdiğinden cephe rengine bağı olarak, opak bileşenin dış yüzeylerinin güneş ışıınıına karşı yutuculuk katsayısı belirlenmelidir.

Bina kabuğundan opak bileşenini oluşturan malzemelerin belirlenmesinde ise, yine piyasada kullanılan çeşitli opak bileşen malzemeleri, yalıtım malzemeleri, sıvalar, örtüler ve kaplama malzemeleri tespit edilerek bu malzemelerin ısı geğışine ilişkin fiziksel özellikleri (λ, ρ, c, a, v_b) belirlenmelidir.

Bina dış kabuğundan enerji korunumunda etkili olan ve bir yönetmelikte kontrol edilmesi öncelikle uygun bulunan termofiziksel özellikleri; toplam ısı geğırme katsayısı ve saydamlık oranıdır.

Kabuk elemanın saydam bileşenlerinin optik ve termofiziksel özellikleri, piyasada üretilen cam ve doğrama türlerine bağı olan belirli seçeneklerle sınırlıdır. Bu nedenle, enerji giderlerinin azaltılması yönünde optimal performans gösteren bina kabuğunun belirlenmesinde izlenecek yol; öncelikle saydam bileşen türünün optik ve termofiziksel özelliklerine, saydamlık oranına ve yöne bağı olarak opak bileşenin toplam ısı geğırme katsayısının izin verilebilir maksimum değrinin belirlenmesidir.

Kapalı bir mekanda iç yüzey sıcaklıkları, iklimsel konfor ve enerji korunumu açısından iç hava sıcaklığı kadar önemli bir faktör olduğundan, opak kabuk bileşeninin toplam ısı geğırme katsayısının izin verilebilir maksimum değrinin belirlenmesinde göz önünde bulundurulacak ana ilke; opak ve saydam bileşenlerden oluşmuş bina kabuğunun ortalama iç yüzey sıcaklığının, iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değlerini aşmamasıdır.

- **Dış Kabuk Elemanını Etkileyen Sol-Air Sıcaklıklarının Hesaplanması**

Binayı etkileyen sıcaklık, sadece bina dışı çevrenin kuru termometre sıcaklığı değildir. Genellikle gündüz saatleri için söz konusu olan, hava sıcaklığı ve güneş ışıınım etkileri, dış dizayn sıcaklığı olarak sol-air sıcaklıklarının kullanılmasıyla birleşik olarak ele alınabilir. Sol-air sıcaklıkların değerleri, hava sıcaklığı ve güneş ışıınımı şiddetinin yanı sıra,kabuk bileşeninin optik özelliklerine ve bileşenin saydam olması durumunda toplam ısı geçirme katsayısına da (U_c) bağlıdır. Kabuk elemanının optik özelliklerinin seçimi mimara bırakıldığından, kuru termometre sıcaklığından farklı olarak sol-air sıcaklıklarda bir ölçüde kontrolü altındadır.

Güneş ışıınımı şiddetinin yöne göre değişim göstermesi nedeniyle, kabuk bileşenlerini etkileyen sol-air sıcaklıklar da, bileşenin yönlendiriliş durumuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Dolayısıyla, iç dizayn sıcaklıkları olarak konfor sıcaklıklarının alındığı koşullarda iç hava ve iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farkın konforsuzluk yaratmayacak sınırlar arasında tutulabilmesi açısından, sol-air sıcaklıklara bağlı olarak belirlenecek uygun termofiziksel özelliklerinde yönlere göre değişim göstereceği açıktır. Opak ve saydam kabuk bileşenlerini oluşturan malzemenin güneş ışıınımına karşı davranışları farklı olduğundan bu bileşenleri etkileyen sol-air sıcaklıklar ayrı ayrı hesaplanmalıdır [20].

a-Opak Bileşenleri Etkileyen Sol-Air Sıcaklıkların Hesaplanması

Opak bileşenin yüzeyini, güneş ışıınımı yutuculuk katsayısına ve yönlendiriliş durumuna bağlı olarak, herhangi bir anda etkileyen sol-air sıcaklık(t_{eo}) aşağıdaki bağıntısıyla hesaplanabilir [18].

$$t_{eo} = t_d + \frac{I_t \cdot a_o}{\alpha_d} \quad (4.3)$$

Burada;

t_d :dış hava sıcaklığı , ° C

I_t :opak bileşenin dış yüzeyini etkileyen toplam güneş ışıınım şiddeti, W/m²

a_o :opak bileşenin güneş ışıınımına karşı yutuculuğu

α_d :dış yüzeysel ısı iletim katsayısı, W/m²°C

Toplam güneş ışınlm şiddeti, direkt ve yaygın ışınlm şiddetlerinin toplamına eşittir. Bileşenin gölgede olduğu durumlar için ise, direkt ışınlm değeri sıfır olarak alınacaktır. Diğeri bir deyişle, bileşenin gölgede olması durumunda toplam güneş ışınlm şiddeti bileşen üzerindeki yaygın ışınlm şiddetine eşit olacaktır. Günlük ortalama sol-air sıcaklık(t_{eo}) ise aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanır.

$$t_{eo} = \left(\sum_{i=1}^{24} t_{eo} \right) / 24 \quad (4.4)$$

b-Saydam Bileşenleri Etkileyen Sol-Air Sıcaklıkları Hesaplanması

Saydam bileşenin tek veya çift cam tabakasından oluşması durumuna göre, herhangi bir anda etkili olan sol-air sıcaklık aşağıdaki bağıntılar yardımıyla hesaplanabilir [18].

$$t_{eci} = t_d + I_d \left(\frac{a_d}{\alpha_{cd}} + \frac{\tau_d}{U_{ci}} \right) + \left(\frac{a_y}{\alpha_{cd}} + \frac{\tau_y}{U_{ci}} \right)$$

$$t_{ech} = t_d + I_d \cdot \left[\frac{\tau_{12d}}{U_{ch}} + \frac{a_{dd}}{\alpha_{cd}} + a_{id} \left(\frac{1}{\alpha_{cd}} + \frac{1}{\alpha_{cs}} \right) \right] + I_y \cdot \left[\frac{\tau_{12y}}{U_{ch}} + \frac{a_{dy}}{\alpha_{cd}} + a_{iy} \left(\frac{1}{\alpha_{cd}} + \frac{1}{\alpha_{cs}} \right) \right] \quad (4.5)$$

t_{eci} , t_{ech} :sırasıyla tek ve çift cam tabakalı saydam bileşenleri herhangi bir anda etkileyen sol-air sıcaklıklar, °C

t_d :dış hava sıcaklığı, °C

I_d , I_y :saydam bileşeni ele alınan anda etkileyen direkt ve toplam yaygın ışınlm yeğnlikleri, W/m². Bileşenin gölgede olması durumunda direkt ışınlm şiddetinin değeri sıfır olarak alınacaktır.

U_{ci} , U_{ch} :saydam bileşenin sırasıyla tek camlı ve çift camlı olması durumlarında toplam ısı geçirme katsayısı, W/m²°C

α_d :dış yüzeysel ısı iletim katsayısı, W/m²°C

α_s :çift cam tabaka arasındaki havanın kondüktansı, W/m²°C

a_d , a_y :tek cam tabakasının sırasıyla direkt ve yaygın güneş ışınlmına karşı yutuculuğu

t_d, t_y : tek cam tabakasının sırasıyla direkt ve yaygın güneş ışınlamına karşı geçirgenliği

t_{12d}, t_{12y} : çift cam tabakasının sırasıyla direkt ve yaygın güneş ışınlamına karşı geçirgenliği

a_{db}, a_{dy} : çift cam tabakalı camda, dıştaki tabakanın direkt ve yaygın güneş ışınlamına karşı yutuculuklarının içindeki tabakadan etkilenecek aldıkları değerler

a_{id}, a_{iy} : çift cam tabakalı camda, dıştaki tabakanın direkt ve yaygın güneş ışınlamına karşı yutuculuklarının dıştaki tabakadan etkilenecek aldıkları değerler

Saydam bileşene ait günlük ortalama sol-air sıcaklık(t_{eco}) ise aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$t_{eco} = \left(\sum_{i=1}^{24} t_{ec} \right) / 24 \quad (4.6)$$

- **Opak Bileşenin İç Yüzey Sıcaklığının İklimsel Konfor Açısından İzin Verilebilir Sınır Değerinin Hesaplanması**

Bina kabuğu, opak ve saydam bileşenlerden oluştuğuna göre bu bileşenlerin oluşturduğu kabuk elemanının günlük ortalama iç yüzey sıcaklıkları, saydamlık oranına bağlı olarak

$$t_{iyo} = t_{oio} \cdot (1-x) - t_{cio} \cdot x \quad (4.7)$$

bağıntısını gerçekleştirecek değerlerde olmalıdır.

t_{iyo} : kabuk elemanına ait (ağırlıklı ortalama) günlük iç yüzey sıcaklığı, °C (Bu bağıntıda yer alan t_{iyo} değeri opak ve saydam bileşenden oluşan kabuk elemanına ait, konfor koşulu olarak verilen, iç yüzey sıcaklığıdır.)

t_{oio} : opak bileşenin günlük ortalama iç yüzey sıcaklığı, °C

t_{cio} : saydam bileşenin günlük ortalama iç yüzey sıcaklığı, °C

x : saydamlık oranı

Saydam bileşenler için göz önünde bulundurulabilecek seçenek sayısı sınırlı olduğundan, önce saydam bileşen türü belirlenerek bu bileşenlerin iç yüzey sıcaklıkları hesaplanmalı ve buna bağlı olarak opak bileşenler için izin verilebilen iç yüzey sıcaklığı sınır değeri belirlenmelidir.

Saydam bileşenlerin iç yüzey sıcaklıkları cam türüne bağlı olarak aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$t_{ci} = t_i + \left[U_c(t_{ec} - t_i) - (F_s \cdot I_D \cdot \tau_D + I_y \cdot \tau_y) \right] / \alpha_i \quad (4.8)$$

t_{ci} : saydam bileşenin herhangi bir andaki iç yüzey sıcaklığı, °C

U_c : saydam bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı, W/m²°C

I_d, I_y : saydam bileşeni ele alınan anda etkileyen direkt ve yaygın güneş ışıınımı şiddetleri, W/m²°C

τ_d, τ_y : camın direkt ve yaygın güneş ışıınımına karşı geçirgenlikleri

F_s : camın engeller tarafından gölgelenmiş alanının tüm cam alanına oranı

α_i : iç yüzeysel ısı iletim katsayısı, W/m²°C

t_i : iç hava sıcaklığı konfor değeri, °C

t_{ec} : saydam bileşeni etkileyen sol-air sıcaklık, °C

Saydam bileşenin günlük ortalama iç yüzey sıcaklığı (t_{cio}) ise, hesap yapılan saatlerdeki sıcaklıkların aritmetik ortalaması olup,

$$t_{cio} = \left(\sum_{i=1}^{24} t_{ci} \right) / 24 \quad (4.9)$$

bağıntılarıyla hesaplanır.

Seçilen saydam bileşen türüne göre, saydam bileşen günlük ortalama değerleri hesaplandıktan sonra, opak bileşenlerin günlük ortalama iç yüzey sıcaklıklarının iklimsel konfor açısından izin verilebilen sınır değerleri, seçilen saydamlık oranına da dayandırılarak aşağıdaki bağıntılar aracılığıyla hesaplanabilir.

$$t_{cio} = (t_{iyo} - t_{cio} \cdot x) / (1 - x) \quad (4.10)$$

t_{cio} : opak bileşenin günlük ortalama iç yüzey sıcaklığının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri, °C

- **Opak Bileşenin İstenen Toplam Isı Geçirme Katsayısının (U_o) Belirlenmesi**

Opak bileşenin istenen toplam ısı geçirme katsayısı, iklimsel konfor açısından izin verilebilir opak bileşen iç yüzey sıcaklığına bağlı olarak,

$$U_o = \frac{\alpha_i \cdot (t_{cio} - t_i)}{t_{eco} - t_i} \quad (4.11)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir,

U_o : opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısının iklimsel konfor ve enerji korunumu açısından izin verilebilir maksimum değeri, W/m²°C

t_{eco} : opak bileşeni ele alınan yönlendiriliş durumunda etkileyen günlük ortalama sol-air sıcaklık , °C

Hesaplanan bu değer, opak kabuk bileşenin toplam ısı geçirme katsayısının enerji korunumu açısından birim alandan akan sınır ısı kayıp miktarını sağlayan izin verilebilir maksimum değerdir.

- **Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatiflerinin Önerilmesi**

Aynı toplam ısı geçirme katsayısını sağlayan kabuk elemanına ait farklı opak bileşen alternatifleri üretmek olanaklıdır. Önerilen toplam ısı geçirme katsayılarının gerçekleştirilmesi için piyasada bulunan, farklı termofiziksel özelliklere sahip malzemelerden oluşmuş opak bileşen katmanlaşma alternatifleri, ısı geçişine ilişkin en etkin katmanlardan olan ana duvar malzemeleri çeşitlendirilerek,

$$U_o = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_d}} \quad (4.12)$$

bağıntısı yardımıyla belirlenebilir.

Burada ;

U_o : opak bileşene ait toplam ısı geçirme katsayısı, $W/m^2°C$

$1/\Lambda$:yapı bileşeninin ısı geçirgenlik direnci, $W/m^2°C$

$1/\alpha_i$:iç hava yüzeysel ısı iletim direnci, $m^2°C/ W$

$1/\alpha_d$:dış hava yüzeysel ısı iletim direnci, $m^2°C/ W$

4.4 Yıllık Enerji Giderlerinin Belirlenmesi ve Sonuçların Karşılaştırılması

Yıllık enerji giderleri içerisinde yer alan ısıtma enerjisi giderleri, ısıtma sisteminin gösterdiği performans sonucu, ısıtma süresi boyunca tükettiği yakıt miktarına, soğutma enerjisi giderleri ise soğutma sisteminin gösterdiği performans sonucu, soğutma süresi boyunca tükettiği elektrik enerjisi miktarına bağlıdır. Ayrıca, aydınlatma enerjisi giderleri de yıllık enerji giderleri arasında önemli bir paya sahiptir. Bu nedenle, ısıtma, soğutma ve aydınlatma enerjisi giderlerinin toplamı yıllık enerji giderlerini vermektedir.

4.4.1 Isıtma Ve Soğutma Dönemlerinin Belirlenmesi

Isıtma ve soğutma dönemlerinde, yıllık enerji giderlerinin hesaplanabilmesi için yörelere göre değişen ısıtma ve soğutma dönemlerinin bilinmesi gerekmektedir. Isıtma ve soğutma dönemleri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

- **Isıtmanın İstendiği Dönemlerin Belirlenmesi**

Hacimdeki iklimsel konforun sağlanmasında pasif sistemlerin yanı sıra ek bir yapma ısıtma sisteminin çalıştırılacağı göz önünde tutulursa, bu ısıtma sisteminin çalıştırıldığı dönem süresi, yapma ısıtmanın istendiği dış hava sıcaklığına bağlı olarak, daha önce yapılmış olan, “Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı” adlı bilimsel araştırmadan elde edilen grafikler aracılığı ile belirlenmektedir [4].

- **Soğutmanın İstendiği Dönemin Belirlenmesi**

Bu çalışmada soğutmanın istendiği dönem süresi İklimsel Konfor Grafiği aracılığı ile belirlenmektedir. İklimsel Konfor Grafiği’nde görülen durgun hava koşulları için konfor bölgesi’nin üst sınırını belirleyen 0.25 m/sn hava hareketi hızı eğrisi ve iç çevrede izin verilebilen maksimum hava hareketi hızını belirleyen 0.8 m/sn iç hava

hareketi hızı eğrisi arasında kalan dönem, doğal vantilasyonla konforun ihtiyaçlar açısından sağlanabileceği dönemdir. 0.80 m/sn'nin üzerinde iç hava hareketi ihtiyacı istenen dönem ise doğal vantilasyonun yetersiz kaldığı ve istenen iç iklimsel koşulların sağlanabilmesi için soğutma enerjisine ihtiyaç duyulan dönemdir.

Sol-air sıcaklık, dış hava sıcaklığı ve güneş ışıınının birleşik etkisini ifade ettiği için, dış hava sıcaklığından daha yüksek bir sıcaklıktır, yöne ve zamana göre değişkenlik gösterir. Bu nedenle sol-air sıcaklıklar ve bağıl nemlilik değerleri, iklimsel konfor grafiğine işlenerek hacim içerisinde istenen hava hareketi hızları (Vist) ele alınan her yön ve her bir saat için belirlenmektedir. Bu değerlerden yararlanılarak belirlenen 0.25 m/sn ve 0.8 m/sn istenen iç hava hareketi hızı değişim eğrileri apsisler ekseninde aylar ve karakteristik günleri ordinatlar ekseninde ise gün saatleri olan grafik sisteme işlenerek soğutmanın istendiği dönem belirlenebilir [4].

4.4.2 Tüm bina kabuğundan kaybedilen ve kazanılan ısı miktarlarının hesaplanması

Konfor koşullarının sağlanması için gerekli yapma ısıtma ve soğutma yüküne olan ihtiyacın azalması, ısıtmanın istendiği dönemde toplam ısı kaybının ve soğutmanın istendiği dönemde toplam ısı kazancının azaltılmasıyla mümkündür.

Kabuk elemanının birim alanından kaybedilen ve kazanılan günlük ortalama saatlik ısı miktarları, elemanın termofiziksel özelliklerinin belirlenmiş değerlerine (cephe elemanının baktığı yöne göre farklı opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı, ısı geçişi ve ısı depolama özelliklerine bağlı olarak, zaman geciktirme ve genlik küçültme faktörü ve farklı saydamlık oranı bileşimlerine) bağlı olarak hesaplanmaktadır.

Kabuk elemanının birim alanından kaybedilen ve kazanılan günlük ortalama saatlik ısı miktarları, günlük ortalama sol-air sıcaklıkların (t_{eoo}, t_{eco}) dış dizayn sıcaklıkları olarak alındığı koşullarda aşağıdaki bağıntı aracılığıyla hesaplanabilir.

$$q = U_o \cdot (t_i - t_{eoo}) \cdot (1 - x) + U_c \cdot (t_i - t_{eco}) \cdot x \quad (4.13)$$

q : kabuk elemanının birim alanından kaybedilen veya kazanılan günlük ortalama saatlik ısı miktarları, W/m²

U_o : opak bileşene ait toplam ısı geçirme katsayısı, W/m²°C

U_c : saydam bileşene ait toplam ısı geçirme katsayısı, $W/m^2\text{°C}$

t_i : iç hava sıcaklığı konfor değeri, °C

x : saydamlık oranı

t_{eoo} : opak bileşeni etkileyen günlük ortalama sol-air sıcaklık, °C

t_{eco} : saydam bileşeni etkileyen günlük ortalama sol-air sıcaklık, °C

Tüm bina dış kabuğundan gerçek atmosfer koşullarında kaybedilen ve kazanılan ortalama saatlik ısı miktarları, bir önceki adımda hesaplanan birim alandan kaybedilen veya kazanılan ortalama saatlik ısı kayıpları veya kazançlarının ait olduğu yöne bakan cephesinin alanı ile çarpılması ve her bir cepheden bu çarpım sonucu elde edilen ısı kaybı veya kazancı miktarlarının toplanması sonucu elde edilebilir. Buna göre tüm bina kabuğundan kaybedilen veya kazanılan günlük ortalama saatlik ısı miktarları (Q);

$$Q = (q_{1\text{ort}} \cdot A_1) + (q_{2\text{ort}} \cdot A_2) + \dots + (q_{n\text{ort}} \cdot A_n) + (q_{\text{ç}} \cdot A_t) + (q_d \cdot A_d) \quad (4.14)$$

$q_1, q_2, \dots, q_n$: binanın farklı yönlere bakan her bir cephesi için kabuk elemanının birim alanından kaybedilen veya kazanılan günlük ortalama saatlik ısı miktarları, W/m^2

$A_1, A_2, \dots, A_n$: binanın farklı yönlere bakan her bir cephesine ait yüzey alanları, m^2

$Q_{\text{ç}}$: çatı elemanının (dam + tavan) birim alanından kaybedilen veya kazanılan günlük ortalama saatlik ısı miktarları, W/m^2

A_d : döşeme alanı, m^2

Düz çatı elemanının birim alanından kaybedilen ve kazanılan günlük ortalama saatlik ısı miktarları (4.14) bağıntısıyla yönden bağımsız olarak hesaplanmaktadır. Bu nedenle çatı elemanına ait tek bir toplam ısı geçirme katsayısı ($U_{\text{ç}}$) ve opak bileşene ait tek bir sol-air sıcaklık değeri (t_{eoo}) vardır [18].

4.4.3 Enerji Giderlerinin Hesaplanması ve Hesaplamaların Karşılaştırılması

Konutlarda yıllık enerji giderleri içinde yer alan ısıtma giderleri, ısıtmanın istendiği dönem boyunca tüketilen yakıt miktarına, soğutma enerjisi giderleri ise soğutmanın istendiği dönem boyunca tüketilen elektrik enerjisi miktarına bağlıdır.

Isıtma ve soğutma dönemlerinin süresinin belirlenmesi, iklimsel konfor grafiği aracılığıyla elde edilmiştir. Bu dönem sürelerinin yörelere bağlı olarak uzamasıyla, iç konfor koşullarını sağlamak için ısıtma ve soğutma sistemlerinin daha uzun devrede olması nedeniyle enerji giderleri artacaktır.

Isıtma süresine bağlı olarak tüketilen yıllık yakıt miktarı,

$$m = \frac{Q_h \cdot z \cdot Z}{2 \cdot H_u \cdot \eta_k} \quad (4.15)$$

m : bir ısıtma mevsimi için gerekli olan yakıt ihtiyacı, m^3

Q_h : binanın ısıtma yükü, W

z : tesisin günlük çalışma süresi, h

Z : İklim koşullarına göre tesisatın yıllık çalışma süresi, gün

H_u : tesiste yakılacak yakıtın alt ısı değeri, kJ/kg

η_k : ısı üreticisinin toplam verimi

soğutma süresine bağlı olarak tüketilen yıllık elektrik miktarı ise, binanın günlük ısı kazancına ve yıl boyunca soğutma sisteminin çalışma süresine bağlı olarak hesaplanmaktadır.

Soğutma süresine bağlı olarak tüketilen yıllık elektrik miktarı,

$$E_y = Q \cdot 86400 \times 10^3 \cdot 0,278 \cdot 10^3 \text{ (kwh)} \quad (4.16)$$

formülü ile hesaplanır.

Q : günlük ortalama kazanılan ısı miktarı (W)

x : soğutma sisteminin yıllık çalışma süresi (gün)

($W = J/ sn$, $1kj = 0,278 \cdot 10^3 \text{ kwh}$ 'dır.)

Yıllık enerji giderlerini en aza indiren alternatiflerin belirlenebilmesi için önceki bölümde anlatılan hesap yöntemi aracılığı ile bulunan yıllık ısı kayıp ve kazanç miktarları, yıllık harcanan yakıt, elektrik ve aydınlatma enerjisi miktarları, yıllık ısıtma, soğutma ve aydınlatma giderleri ve yıllık enerji giderleri farklı alternatifler için karşılaştırılmaktadır.

Konutlarda enerji giderlerinin azaltılmasına yönelik geliştirilen alternatiflerin, ekonomik yönden de karşılaştırılması için ilk yatırım maliyeti hesaplarının yapılması gerekmektedir. İlk yatırım maliyeti hesaplamaları, bina kabuğu bileşenlerine ait m^2 veya m^3 cinsinden metraj çıkarılması ve bu metraja göre bulunan toplam malzeme miktarlarının, inşaat sektöründe esas kabul edilen Bayındırlık ve İskan Bakanlığının hesapların yapıldığı seneye ait İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları ile çarpılması sonucu ortaya çıkar [21].

5. YAKLAŞIMIN İSTANBUL'DA BULUNAN BİR TOPLU KONUTA UYGULANMASI

5.1 Uygulamada İzlenen Yol

Bu çalışmada yıllık enerji giderlerinin azaltılmasında kullanılan, Bölüm 4'te açıklanmış olan yaklaşım, İstanbul-Acıbadem semtinde bulunan bir toplu konut için uygulanmıştır. Uygulamada enerji hesaplamaları bir bina enerji simülasyonu programı yardımıyla yapılmıştır. Enerji performansının değerlendirilmesi ve enerji giderlerinin azaltılmasına yönelik geliştirilen alternatifler, bina kabuğunun ilk yatırım maliyeti ile birlikte değerlendirilmiştir. Uygulama çalışmasında yapılan kabuller ve izlenen yol aşağıda yer almaktadır.

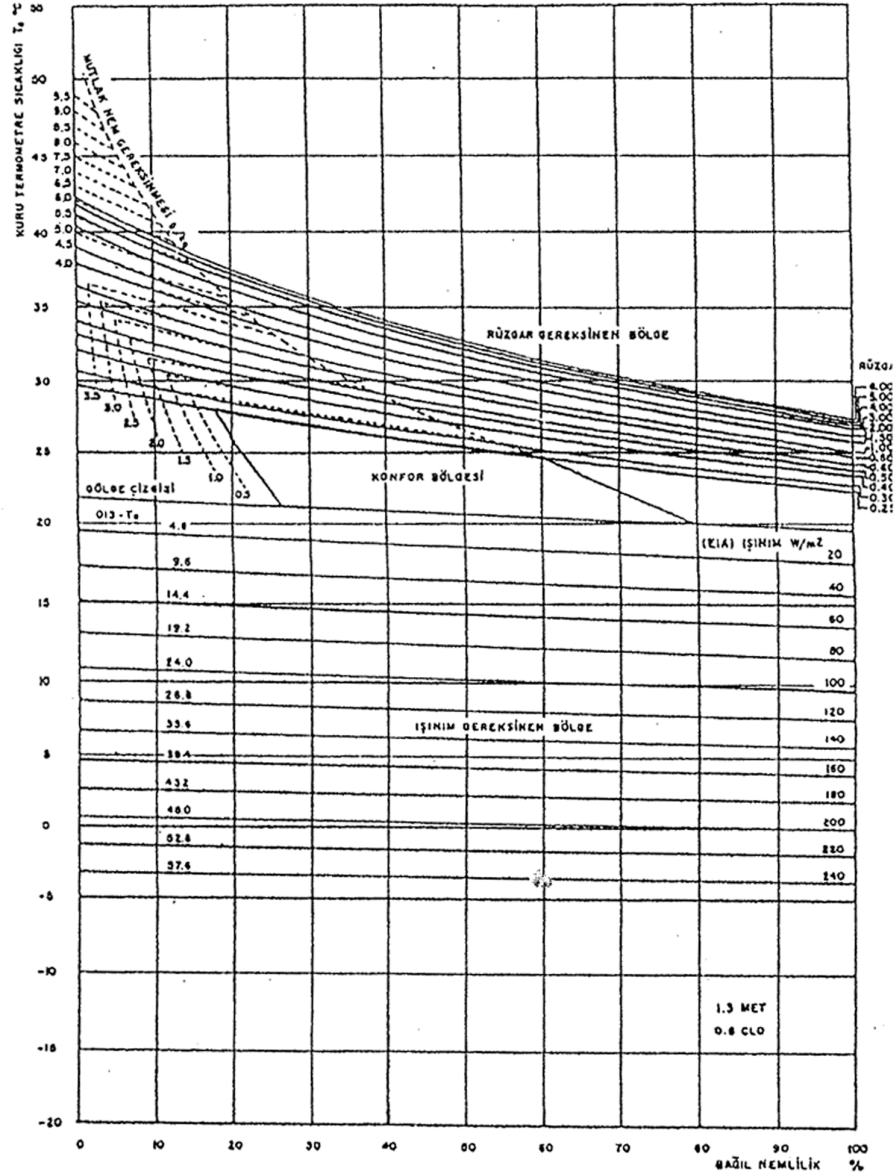
5.1.1 Dış İklim Verileri

Uygulama çalışmasında, tüm hesaplamalar meteorolojik veriler doğrultusunda hazırlanmış meteorolojik veri dosyasının, kullanılan simülasyon programına aktarılmasıyla gerçek atmosfer koşulları altında yapılmıştır. Isıtmanın istendiği dönemi karakterize eden gün olarak 21 Ocak, soğutmanın istendiği dönemi karakterize eden gün olarak da 21 Temmuz dizayn günleri olarak seçilmiştir [22].

Uygulama çalışmasının yapıldığı İstanbul-Acıbadem semti için güneş ışıınımı ve dış hava sıcaklığı gibi dış çevre iklim elemanlarının günlük ve saatlik ortalama değerleri, Göztepe Meteoroloji İstasyonunun meteorolojik ölçümlerine dayandırılmıştır.

5.1.2 İç İklim Verilerinin Belirlenmesi

Hesaplamalarda kullanılan binalarda istenen iç hava sıcaklığının iklimsel konfor grafiği (Şekil 5.1) aracılığı ile ısıtmanın istendiği dönemde 20 °C, soğutmanın istendiği dönemde ise 25°C olduğu kabul edilmiştir. Uygulamada, binadaki iklimlendirme yapılan tüm hacimlerde iç hava sıcaklığının eşit olduğu varsayılmıştır.



Şekil 5.1 İklimsel konfor grafiği

5.1.3 Yapma Çevreye İlişkin Tasarım Parametrelerinin Belirlenmesi

Binaya ilişkin tasarım parametreleri, iç hava sıcaklığı konfor değeri ve yapma ısıtma ve soğutma yüklerinin belirleyicileri olduğundan, ısı kayıp ve kazançlarının azaltılması yoluyla yıllık enerji giderlerinin azaltılması yönünde ele alınan binalara ilişkin tasarım parametre değerleri aşağıda verilmiştir.

5.1.3.1 Binanın Yeri

Uygulamada günümüzde sayıları hızla artmakta olan toplu konutlardan biri olan İstanbul-Acıbadem’de bulunan bir toplu konut seçilmiştir. Seçilen toplu konut 41° kuzey enlemi, 28° doğu boylamında yer almaktadır.



Şekil 5.2 Toplu konutun bulunduğu bölgenin hava fotoğrafı[25]

5.1.3.2 Binanın Diğer Binalara Göre Konumu(Bina Aralıkları)

Bu çalışma için binaların enerji ekonomisi açısından günde beş saat direkt güneş ışınlamı alması hedeflenmiş ve 11:00 - 15:00 arasındaki saatler için, mevcut vaziyet planı üzerinde binaların gölge analizleri Tablo 5.1’de gösterilen profil açıları yardımı ile yapılmıştır. Mevcut durumda ele alınan saatler arasında bazı binaların direkt güneş ışığı almadığı görüldüğünden, binaların belirlenen saatlerde, birbirlerine gölge atmayacak şekilde konumlandırıldığı bir vaziyet planı (Şekil 5.4) önerilmiş ve tüm hesaplamalar, bu kabul doğrultusunda yapılmıştır.

Tablo 5.1 İstanbul’da 21 Ocak için hazırlanmış profil açıları

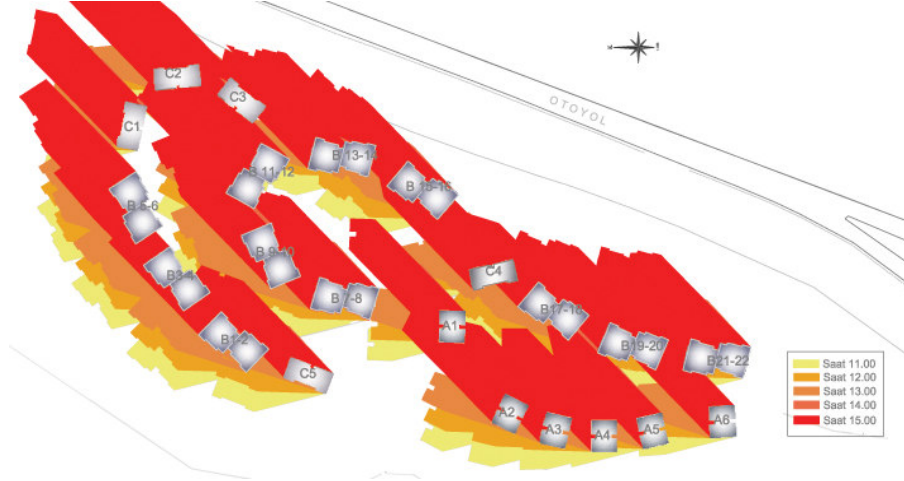
21 Ocak		PROFİL AÇILARI (ENLEM : 40° N)														
YONLAR	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
8,00			35°	15°	10°	5°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°			
9,00				40°	20°	15°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°			
10,00				45°	25°	20°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°			
11,00					50°	30°	25°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°		
12,00					90°	55°	50°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°		
13,00						75°	70°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°		
14,00							61°	56°	51°	56°	61°	66°	71°	76°	81°	
14,30							75°	66°	56°	51°	56°	61°	66°	71°	76°	
15,00							87°	77°	67°	57°	52°	57°	62°	67°	72°	
16,00								84°	74°	64°	54°	49°	54°	59°	64°	
BİNA GÖLGESİ (GÖLGE UZUNLUĞU) (M) (GÖLGE AÇISI) (°)																

5.1.3.3 Binaların Formu

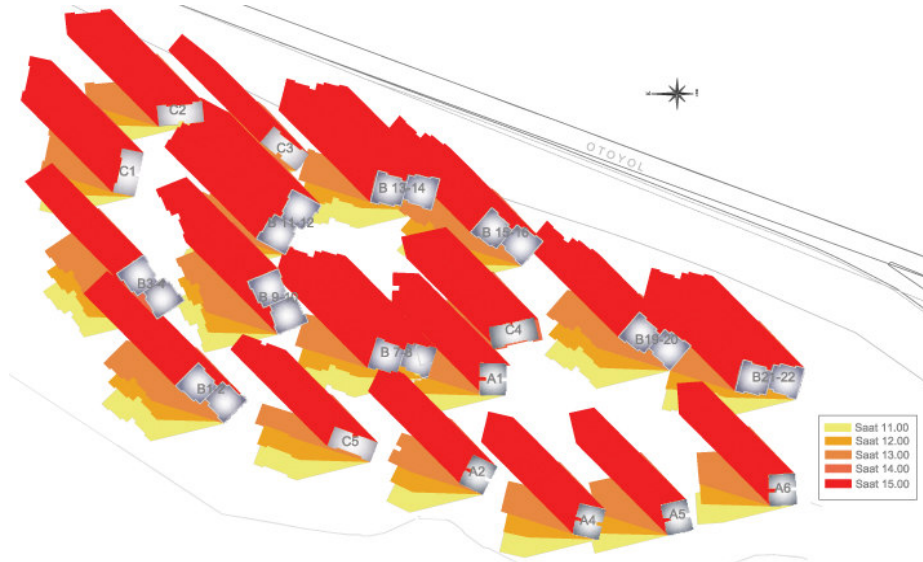
Uygulamada kullanılan konutlar, kare dikdörtgen forma yakın 3 ayrı tipten oluşmaktadır. Konutlar 8 kat ve 2 bodrum kattan oluşmaktadır.

5.1.3.4 Binaların Yönlendiriliş Durumu

Binaların yönlendiriliş durumları vaziyet planında verilmektedir.(Şekil 5.3.) Hesaplamalar vaziyet planındaki yönlele bağılı olarak yapılmıştır.



Şekil 5.3 Mevcut Vaziyet Planında Saatlere Göre Gölge Analizi



Şekil 5.4 Önerilen Vaziyet Planında Saatlere Göre Gölge Analizi

5.1.3.5 Bina Kabuğunun Optik Ve Termofiziksel Özellikleri

Yapma ısıtma, soğutma ve aydınlatma sistemleri kullanıldığında; bina kabuğu, sahip olduğu optik ve termofiziksel özelliklere bağlı olarak hacimde gerçekleşen iç hava ve iç yüzey sıcaklıkları ve hacme ait ısı kayıplarının belirlenmesinde en önemli etkindir. Bu çalışmada bina kabuğuna ait termofiziksel değerleri aşağıdaki gibidir :

- Binaların cephe malzemesinin sıva olduğu kabul edilmiş, cephe bileşeninin güneş ışınlamına karşı yutuculuk katsayısı $a_o = 0,60$, yüzey pürüzlülüğü katsayısı ise 6 olarak saptanmıştır.
- Opak bileşenin mevcut saydamlık oranları esas alınmıştır. Saydamlık oranları, Tablo 5.2’de verilmiştir.

Tablo 5.2 Blokların saydamlık oranları

YÖN	G	K	D	B
A1	% 23.0	% 20.0	% 38.0	% 38.0
YÖN	GGB	KKD	BKB	DGD
A2	% 23.0	% 20.0	% 38.0	% 38.0
YÖN	G	K	D	B
A4	% 23.0	% 20.0	% 38.0	% 38.0
YÖN	KKB	GGD	BGB	DKD
A5	% 23.0	% 20.0	% 38.0	% 38.0
YÖN	K	G	B	D
A6	% 23.0	% 20.0	% 38.0	% 38.0

YÖN	K	B	G	D
C1	% 25.0	% 33.0	% 35.0	% 33.0
YÖN	D	B	K	G
C2	% 25.0	% 35.0	% 33.0	% 33.0
YÖN	GD	KB	GB	KD
C3	% 25.0	% 35.0	% 33.0	% 33.0
YÖN	BGB	DKD	KKB	GGD
C4	% 25.0	% 35.0	% 33.0	% 33.0
YÖN	BKB	DGD	GGB	KKD
C5	% 25.0	% 35.0	% 33.0	% 33.0

YÖN	GD	KB	GB	KD
B 1-2	% 32.0	% 32.0	% 41.0	% 41.0
YÖN	GD	KB	GB	KD
B 3-4	% 32.0	% 32.0	% 41.0	% 41.0
YÖN	DGD	BKB	KKD	GGB
B 7-8	% 32.0	% 32.0	% 41.0	% 41.0
YÖN	GGD	KKB	BKB	DKD
B 9-10	% 32.0	% 32.0	% 41.0	% 41.0
YÖN	GGB	KKD	BKB	DGD
B 11-12	% 32.0	% 32.0	% 41.0	% 41.0
YÖN	BKB	DGD	GGB	KKD
B 13-14	% 32.0	% 32.0	% 41.0	% 41.0
YÖN	KB	GD	GB	KD
B 15-16	% 32.0	% 32.0	% 41.0	% 41.0
YÖN	BKB	DGD	GGB	KKD
B 19-20	% 32.0	% 32.0	% 41.0	% 41.0
YÖN	BKB	DGD	GGB	KKD
B 21-22	% 32.0	% 32.0	% 41.0	% 41.0

-Saydam bileşen türü plastik doğramalı, lowe kombinasyonlu penceredir. Cam sistemi 3+6+3 mm olan low e kombinasyonlu camların ısı geçirme katsayısı $U_c=2.47 \text{ W/m}^2\text{K}$ ‘dir.

-Opak bileşenin mevcut ısı geçirgenlik katsayısı 0,56 W/ m²K olup bu değer, TS 825 Standartı'nın 2.bölge için önerdiği 0,60 W/ m²K değerinin altındadır(Tablo 5.3).

Tablo 5.3 Opak bileşen katmanları ve toplam ısı geçirme katsayısı

Poz no.	Malzeme	Isı iletkenlik Değeri(w\mk)	Kalınlık(cm)	Isıl iletkenlik (W\m2K)
27.507	Çimento Sıva	1,4	2	0,56
04.612/2b	Expanded polistren	0,04	5	
18.011/A	Delikli harnan tuğlası	0,052	19	
27.525	Alçı Sıva	0,7	2	

5.1.4 Yıllık Enerji Giderlerinin Belirlenmesi ve Sonuçların Karşılaştırılması

Bu bölümde, farklı kabuk alternatifleri, farklı yönde gölgeleme elemanlarının kullanılması durumu ve güneş ışığı kontrolünün uygulanması durumu için yıl boyunca oluşacak ısıtma, soğutma ve aydınlatma giderleri aşağıdaki adımlar doğrultusunda hesaplanmıştır.

5.1.4.1 Isıtma Ve Soğutma Dönemlerinin Belirlenmesi

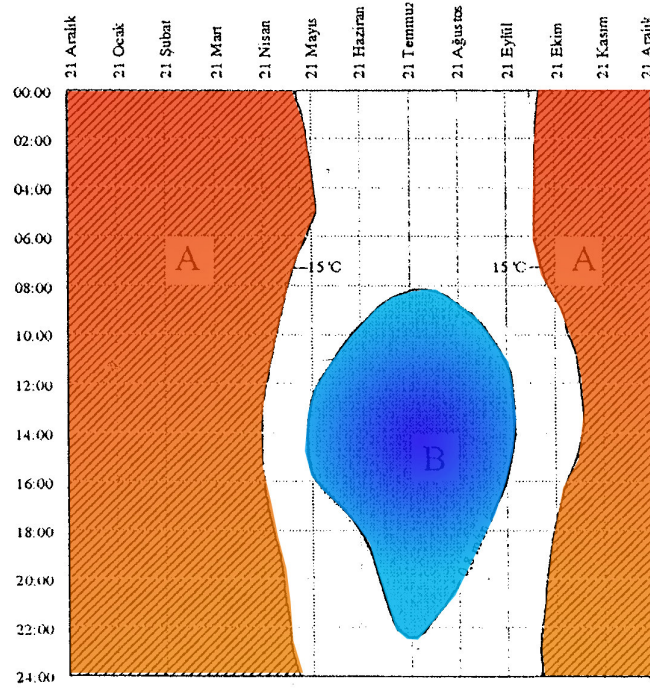
Isıtma ve soğutma dönemlerinde yıllık enerji harcamalarının hesaplanabilmesi için ısıtma ve soğutma istenen dönemlerin tam olarak bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada İstanbul bölgesi için ısıtma ve soğutma dönemleri aşağıdaki grafikler yardımıyla hesaplanmıştır.

- **Isıtmanın İstendiği Dönemin Belirlenmesi**

Isıtma döneminin belirlenmesinde, İstanbul ili için daha önce yapılmış çalışmalardan elde edilen grafik kullanılmıştır. Bu grafik Şekil 5.5'te verilmiştir. Bu çalışmada ısıtmanın istendiği dönem süresi belirlenirken ısıtma sisteminin günün 24 saati devrede olduğu kabul edilmiştir. İstenilen hesaplamaların yapılabilmesi için simülasyon programında ısıtma sistemin ısıtmanın istendiği dönem içerisinde dış hava sıcaklığına bağlı olarak dış hava sıcaklığı 15°C'nin altına düştüğü zaman çalıştığı kabul edilmiştir.

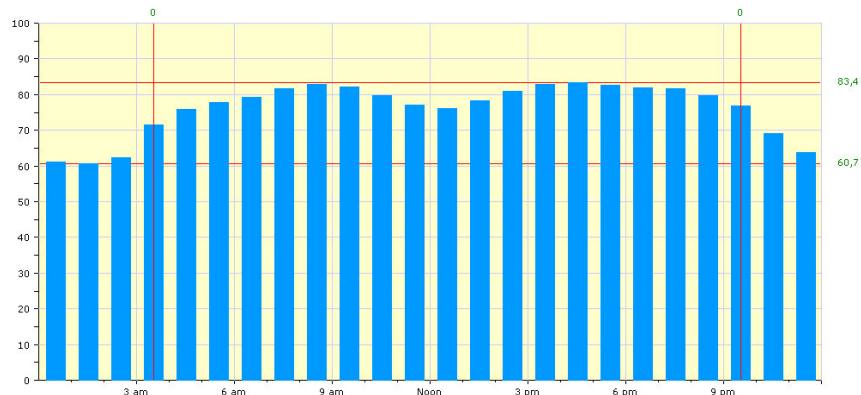
- Soğutmanın İstendiği Dönemin Belirlenmesi

Soğutmanın istendiği dönem süresinin belirlenmesinde, daha önce bu konuda yapılmış bir bilimsel çalışmadan yararlanılmıştır [24]. Soğutma döneminde de sistemin, sistemin dış hava sıcaklığına bağlı olarak dış hava sıcaklığı 25°C'nin üstüne çıktığı zaman çalıştığı varsayılmıştır.



Şekil 5.5 Isıtma ve soğutmanın istendiği dönemler[24]

Her iki sistemde de, sistem kullanıcı yoğunluğuna bağlı olarak çalıştırılmıştır. Programda kullanılan kullanıcı yoğunluğu profili Şekil 5.6'te belirtilmiştir.



Şekil 5.6 Kullanıcı yoğunluğu profili (E-Quest 3.55)

5.1.4.2 Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Ve Kazanılan Isı Miktarlarının Hesaplanması

Bu bölümde hesaplamalar E-QUEST 3.55 adlı bina enerji simülasyon programı yardımıyla yapılmıştır. Program, kullanımı 1970’lerde başlayan günümüzde de halen devam eden Doe-2.1e simülasyon programıyla entegre çalışmaktadır. Programın hesaplamaları hangi veriler doğrultusunda, hangi adımlar ile yaptığı Ek-B’de açıklanmıştır.

Hesaplamalarda direkt güneş ışınlamalarının ulaştığı ve ulaşmadığı bölüm olmak üzere iki ayrı zon olduğu kabul edilmiş, güneş ışınlamalarının ulaşmadığı çekirdek bölümlerinde güneşten kazanılan ısı miktarı hesaplamalara dahil edilmemiştir. Binalardaki hacimlerde iç dizayn sıcaklıklarının aynı olduğu kabul edilmiştir. Ancak, aydınlatma elemanlarından ve kullanıcıların vücut ısılarından kazanılan ısı miktarları, kişi başına düşen hava akımı hızları, aydınlatma yükleri mekandaki kullanıcı yoğunluğuna göre değişiklik göstermektedir. Program, yapılan hesaplamalarda bina kabuğunun termofiziksel özelliklerinin fonksiyonu olan zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörünü ihmal etmiştir.

5.1.4.3 Aydınlatma Enerjisi Miktarlarının Hesaplanması

Bu bölümde de hesaplamalar, bina simülasyon programı ile yapılmıştır. Hesaplamalarda kullanılan yöntem, birim alan başına düşen enerji miktarının mekanlara göre ASHRAE standartları altında belirlenmesi ve bu miktarların toplam alanla çarpılması sonucu elde edilmesidir. Tablo 5.4’te E-quest programında hesaplamalarda kullanılan tablo gösterilmektedir.

Tablo 5.4 Mekanlara göre birim alan başına düşen aydınlatma enerjisi miktarı

MEKAN	%	W/m2
Yaşam alanı	71	5,38
Koridor	16	6,13
Depo	7	12,81
Çamaşırlık	6	13,78

5.1.4.4 Enerji Giderlerinin Hesaplanması ve Hesaplama Sonuçlarının Karşılaştırılması

Bölüm 5.1.4.2. ve 5.1.4.3’de yapılan hesaplamalarda bulunan sonuçlara bağlı olarak mevcut durum ve önerilen alternatifler için ısıtmanın istendiği dönemde yıllık yakıt miktarları, soğutmanın istendiği dönemde ise elektrik enerjisi miktarları ve ayrıca aydınlatma enerjisi miktarları hesaplanmıştır.

Günlüğü kontrolü simülasyonunda, gün içerisinde dış ortamda oluşacak dış aydınlık düzeyine bağlı olarak, belirtilmiş iç aydınlık düzeyini sağlayacak şekilde aydınlatma elemanlarının ışık seviyeleri ayarlanır. Bu duruma göre tüketilen aydınlatma enerjisi miktarı birim alana düşen aydınlatma enerjisi üzerinden hesaplanır.

Bu hesaplamalar sonucu ısıtma için gereken yakıt miktarı(kwh) İGDAŞ, 2006 yılı şubat ayı doğalgaz fiyatları ile çarpılarak, soğutma ve aydınlatma için gereken elektrik miktarı(kwh)) ise TEDAŞ, 2006 yılı ocak ayı elektrik enerjisi fiyatları ile çarpılarak, yıllık yakıt ve elektrik enerjisi maliyetleri hesaplanmıştır.

Yapılan hesaplamalar sonucunda mevcut durum için belirlenen yıllık ısı kazancı ve kaybı miktarları, yıllık ısıtma, soğutma ve aydınlatma giderleri ile enerji giderlerinin azaltılması yönünde geliştirilen alternatiflerin sağladığı yıllık giderler karşılaştırılmıştır. Yıllık enerji giderlerinin karşılaştırma grafikleri Ek-A Şekil A.7’de verilmiştir. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda yıllık minimum enerji giderlerini sağlayan alternatifler belirlenmiş ve değerlendirme sonuçları bulgular bölümünde açıklanmıştır.

Yapılan karşılaştırmalarda, belirlenen alternatiflerin ilk yatırım maliyetleri de göz önünde bulundurularak bu alternatiflerden en minimum enerji giderini sağlayan alternatifin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bina kabuğu için ilk yatırım maliyetleri, bina kabuğunu bileşenlerine ait metrajların Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 2005 birim fiyatları ile çarpılarak elde edilmiştir. Önerilen yaklaşık bütün alternatiflerde ilk yatırım maliyeti karşılaştırılmış ve karşılaştırma grafikleri Ek-A Şekil A.28, Şekil A.29, Şekil A.30’da verilmiştir.

5.2 Enerji Giderlerinin Azaltılmasına Yönelik Önerilerin Geliştirilmesi

Bu bölümde, enerji giderlerinin azaltılmasına yönelik öneriler iki şekilde geliştirilmiştir ;

1. Farklı alternatiflerin geliştirilmesi,
2. Mevcut binaların kabuklarının termofiziksel özellikleri değerlerinin minimum enerji gideri sağlayacak şekilde düzeltilmesi

Farklı alternatiflerin geliştirilmesi,

- Farklı opak bileşen katmanlaşma alternatiflerinin önerilmesi,
- Farklı saydam bileşen alternatiflerinin önerilmesi,
- Soğutma yüklerini azaltmak amacı ile gölgeleme elemanlarının önerilmesi
- Güneş ışığı kontrolünün önerilmesi'ni

kapsamaktadır.

Her öneri için yıllık enerji giderleri hesaplanmıştır. Sonuçlar karşılaştırma amacıyla grafikler şeklinde derlenmiştir.

5.2.1 Farklı Alternatiflerin Geliştirilmesi

• Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatiflerinin Önerilmesi

Bu adımda, bina kabuğunda farklı yalıtım kalınlıklarının kullanılmasıyla elde edilen farklı toplam ısı geçirme katsayılarının (U değerlerinin) kullanılması durumunda kabuğun enerji giderlerine olan etkisini belirlemek için farklı opak bileşen katmanlaşma alternatifleri geliştirilmiştir. Bu geliştirilen alternatiflerin bina kabuğu maliyetine etkisini incelemek için de, bu alternatiflerin birim fiyatları hesaplanmış ve mevcut bina kabuğunun gerçekleştirdiği maliyetle karşılaştırılmıştır.

Tablo 5.5 Opak katmanlaşma alternatifleri

Katman No.	Poz no.	Malzeme	Isı iletkenlik Değeri (W/mK)	Kalınlık (cm)	Isı iletkenlik (W/m ² K)	Birim Maliyet (m ²)	Toplam Birim Maliyet (m ²)
1	27.507	Çimento Sıva	1,4	2	0,35	5,94	59,10
	04.612/2b	Expanded polistren	0,04	9,44		30,21	
	18.011/A	Klinker Tuğla	0,052	19		15,16	
	27.525	Alçı Sıva	0,7	2		7,79	
2	27.507	Çimento Sıva	1,4	2	0,45	5,94	50,62
	04.612/2b	Expanded polistren	0,04	6,79		21,73	
	18.011/A	Klinker Tuğla	0,052	19		15,16	
	27.525	Alçı Sıva	0,7	2		7,79	
3	27.507	Çimento Sıva	1,4	2	0,55	5,94	45,47
	04.612/2b	Expanded polistren	0,04	5,18		16,58	
	18.011/A	Klinker Tuğla	0,052	19		15,16	
	27.525	Alçı Sıva	0,7	2		7,79	
4	27.507	Çimento Sıva	1,4	2	0,65	5,94	42,04
	04.612/2b	Expanded polistren	0,04	4,11		13,15	
	18.011/A	Klinker Tuğla	0,052	19		15,16	
	27.525	Alçı Sıva	0,7	2		7,79	
5	27.507	Çimento Sıva	1,4	2	0,75	5,94	39,13
	04.612/2b	Expanded polistren	0,04	3,2		10,24	
	18.011/A	Klinker Tuğla	0,052	19		15,16	
	27.525	Alçı Sıva	0,7	2		7,79	
6	27.507	Çimento Sıva	1,4	2	0,85	5,94	37,18
	04.612/2b	Expanded polistren	0,04	2,59		8,29	
	18.011/A	Klinker Tuğla	0,052	19		15,16	
	27.525	Alçı Sıva	0,7	2		7,79	
7	27.507	Çimento Sıva	1,4	2	0,95	5,94	35,71
	04.612/2b	Expanded polistren	0,04	2,13		6,82	
	18.011/A	Klinker Tuğla	0,3	17,5		15,16	
	27.525	Alçı Sıva	0,7	2		7,79	
8	27.507	Çimento Sıva	1,4	2	1,05	5,94	34,23
	04.612/2b	Expanded polistren	0,04	1,67		5,34	
	18.011/A	Klinker Tuğla	0,052	19		15,16	
	27.525	Alçı Sıva	0,7	2		7,79	
9	27.507	Çimento Sıva	1,4	2	1,15	5,94	33,56
	04.612/2b	Expanded polistren	0,04	1,46		4,67	
	18.011/A	Klinker Tuğla	0,052	19		15,16	
	27.525	Alçı Sıva	0,7	2		7,79	
10	27.507	Çimento Sıva	1,4	2	1,25	5,94	32,28
	04.612/2b	Expanded polistren	0,04	1,06		3,39	
	18.011/A	Klinker Tuğla	0,052	19		15,16	
	27.525	Alçı Sıva	0,7	2		7,79	

- Saydam Bileşen Alternatiflerinin Önerilmesi**

Mevcut bina kabuğu saydam bileşeni ısı geçirme katsayısı 2.47 W/ m²K ‘dir. Bu adımda, farklı saydam bileşen alternatiflerinin kullanılması durumunda enerji giderlerinin irdelenmesi amacıyla bir çalışma yapılmıştır (Tablo 5.6).

Grafiklerden de görüldüğü üzere, mevcut durumun diğer alternatiflere göre uygun sonucu verdiği görülmektedir.

Tablo 5.6 Saydam Bileşen Alternatifleri

	U-SI	SC	SHGC	Tsol	Rfsol	Tvis	Rfvis
Tekcam	6,31	1	0,86	0,84	0,08	0,9	0,08
Çift cam	3,23	0,88	0,76	0,7	0,13	0,81	0,15
Çift lowe	2,47	0,69	0,6	0,54	0,22	0,77	0,14
Lowe+güneş kontrolü	2,41	0,35	0,31	0,21	0,14	0,41	0,08
Reflekte çift cam	2,79	0,17	0,14	0,05	0,34	0,07	0,41

U-SI : toplam ısı geçirgenlik katsayısı, W/m²K

SC : gölgeleme katsayısı

SHGC : güneş ısı kazanç katsayısı

Tsol : güneş enerjisi toplam geçirgenlik katsayısı

Rfsol : güneş enerjisi toplam yansıtıcılık katsayısı

Tvis : günışığı geçirgenlik katsayısı

Rfvis : günışığı yansıtıcılık katsayısı

• Gölgeleme Elemanlarının Önerilmesi

Binalar Tablo 5.2’te gösterildiği gibi geniş pencere alanlarına sahiptirler. Bu nedenle yaz döneminde pencereden kazanılacak ısı kazançları oldukça fazla olabileceğinden, soğutma yüklerinin dolayısıyla enerji giderlerinin azaltılması için, güney, batı ve doğu cepheleri için gölgeleme elemanları önerilmiştir. Bina cephesine yerleştirilecek gölgeleme elemanlarının hareketli olduğu ve ısıtmanın istendiği dönemde kullanılmadığı, dolayısıyla ısıtma yüklerine etkisi olmadığı kabul edilmiştir.

Gölgeleme elemanı boyutları belirlenirken, her pencerenin %50’sinin gölgede kaldığı kabul edilmiş, dizayn günü olarak da 21 temmuz alınmıştır. Bu çalışmada önerilen gölgeleme elemanları, güneş yükseklik açıları, genişlik açıları, duvara normal profil açıları ve duvara paralel profil açılarını gösteren gölgeleme maskesi yardımıyla tasarlanmıştır.

- **Günişığı Kontrolünün Uygulanması**

Binalarda oluşturulmuş mevcut aydınlatma sisteminin enerji tasarrufuna yönelik kontrol edilmesi için günişığı kontrolü önerilmiştir. Günişığı kontrolü simülasyonunda, gün içerisinde dış ortamda oluşacak dış aydınlık düzeyine bağlı olarak, konutlarda uygun bir değer olarak kabul edilen 50 lux iç aydınlık düzeyini sağlayacak şekilde aydınlatma armatürlerinin ışık seviyeleri ayarlanır. Işık kaynaklarının ışık seviyelerinin minimum % 10'a kadar azaltıldığı, bu değerlerin altında olması gereken durumlarda kapatıldığı kabul edilmiştir. Maksimum parlama değerinin ise 20 olduğu varsayılmıştır. Aydınlatma armatürlerinin kontrol edilmesi sensörler yardımıyla gerçekleştirilir. Daha önce yapılan hesaplamalarda da belirtildiği üzere bina da çevre zon ve çekirdek zon olmak üzere iki zon bulunmaktadır. Simülasyonda sensörler güneş ışınlamalarının ulaştığı bölüm olan çevre zonun plan düzlemi üzerinde tam ortasına yerleştirilmiştir. Sensörlerin gün boyunca aydınlık düzeyini kontrol ettiği kabul edilmiş ve bu şekilde aydınlatma enerjisi giderlerinin azaltılması hedeflenmiştir.

5.2.2 Mevcut Termofiziksel Özellikler Değerlerinin Düzeltilmesi

Toplu konutta bulunan bütün blokların yıllık ısı kayıpları ve kazançları hesapları yapılmış, bu yönde enerji giderleri açısından her plan tipi için en az enerji giderini sağlayan bloklar tespit edilmeye çalışılmıştır.

Her plan tipi için belirlenen ısıtma ve soğutma yükleri farklılıkların, blokların farklı yönlendiriliş durumunda kaynaklandığı, dikdörtgen ve kare plan tipine sahip bloklardan doğu-batı ekseninde konumlandırılmış olanların daha az ısıtma ve soğutma enerjisi giderlerine sahip oldukları görülmüştür.

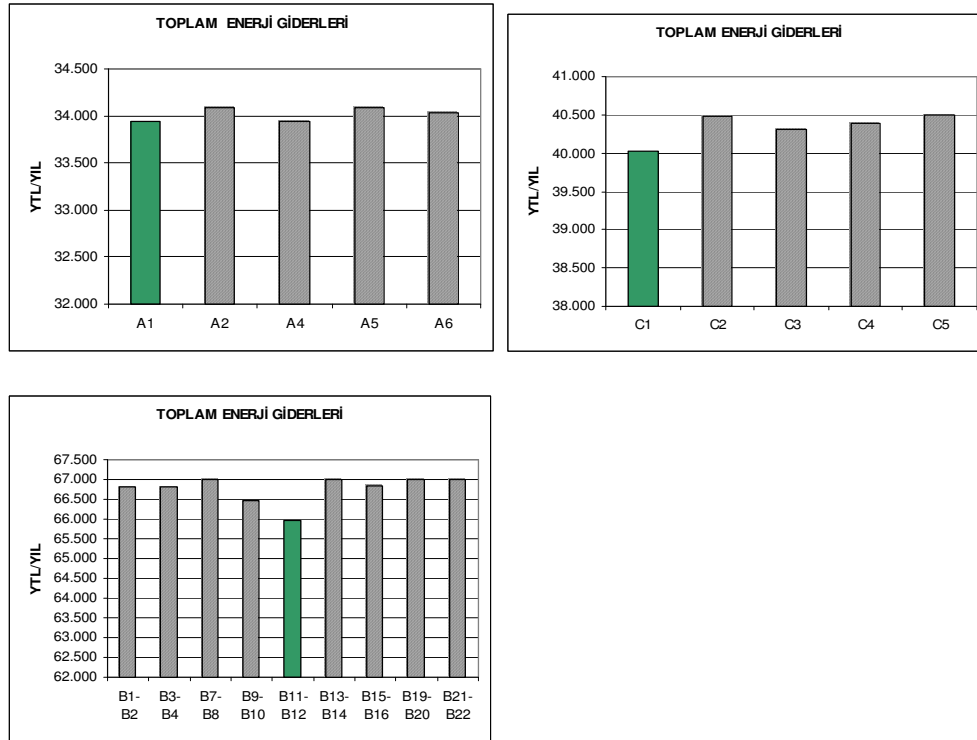
A bloklar arasında A1 blok, B bloklar arasında B11-12 blok, C bloklar arasında C1 blok en az enerji giderleri sağlayan bloklar olarak saptanmıştır. Bu doğrultuda, diğer blokların da ısıtma ve soğutma enerjisi giderlerinin en az enerji giderleri sağlayan blok ile aynı gider değerine sahip olması için, opak kabuk bileşeninin ısı geçirme katsayılarının ve saydamlık oranlarının olması gereken değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalara ilişkin sonuçlar Şekil A.27, Şekil A.28'de verilmektedir.

6. BULGULAR

Bu çalışmada, mevcut durumun ve önerilen alternatiflerin yıllık soğutma, ısıtma ve aydınlatma yükleri, soğutma, ısıtma, aydınlatma giderleri ve bu giderlerin toplam enerji giderlerine olan etkisi karşılaştırılmıştır.

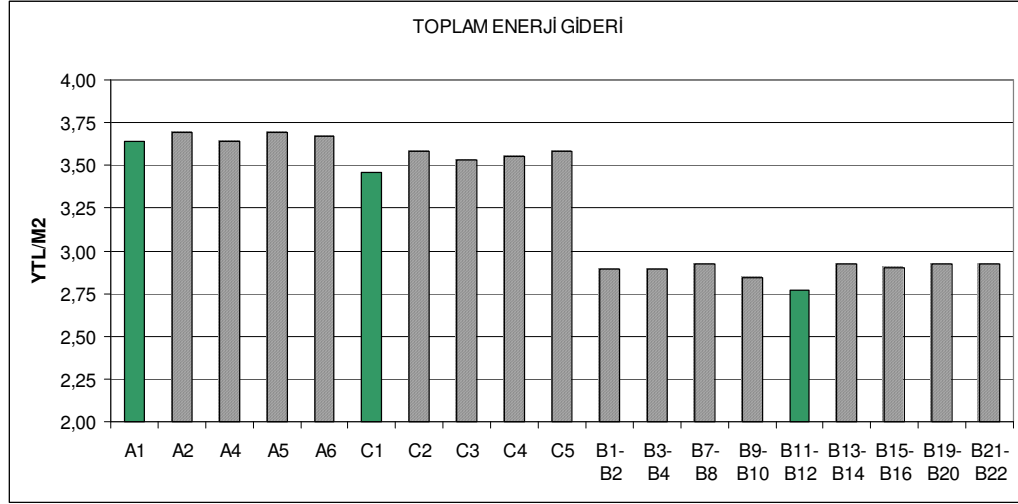
6.1 Mevcut Durumun Enerji Giderlerinin Ve İlk Yatırım Maliyetlerinin Belirlenmesi

Toplu konutta bulunan bütün blokların toplam ısıtma, soğutma ve aydınlatma giderleri Şekil 6.1’de gösterilmiştir. A tipi bloklarda A1 blok, C tipi bloklarda C1 blok, B tipi bloklarda ise B11-12 blokları en az enerji giderlerini sağlamaktadır. A1 bloğun yıllık toplam enerji gideri 33.941 Ytl, B11-12 bloğunun 65.976 Ytl, C1 bloğunun ise 40.019 Ytl olarak hesaplanmıştır.



Şekil 6.1 Blokların Toplam Enerji Giderleri

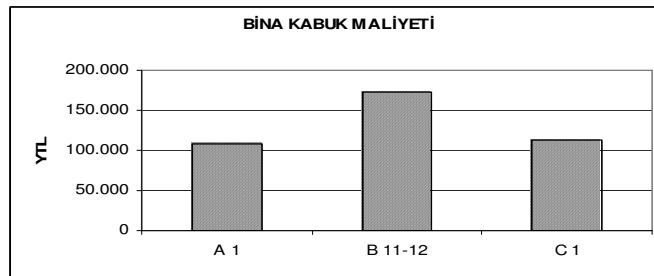
Binaların toplam alanları eşit olmadığından, karşılaştırma yapılması açısından m² başına düşen enerji giderleri de hesaplanmıştır. A1 bloğunun birim alan başına düşen enerji gideri 3,64 Ytl/m², B11-12 bloğunun 2,77 Ytl/m², C1 bloğunun ise 3,45 Ytl/m² olarak hesaplanmıştır (Şekil 6.2). Görüldüğü üzere A ve C blokları arasında büyük farklılıklar görülmemektedir. B bloklarda ise A ve C bloklara göre yaklaşık %12 bir fark göze çarpmaktadır. Bunun sebebi, toplam bina yüzey alanının toplam hacime olan oranın bu bloklarda daha az olmasıdır.



Şekil 6.2 Bloklarda birim alan başına düşen enerji giderleri

Bloklardaki ısıtma, soğutma ve aydınlatma giderleri ve ısıtma, soğutma ve aydınlatma yükleri de ayrıca hesaplanmıştır.(Şekil A.1, Şekil A.2, Şekil A.3)

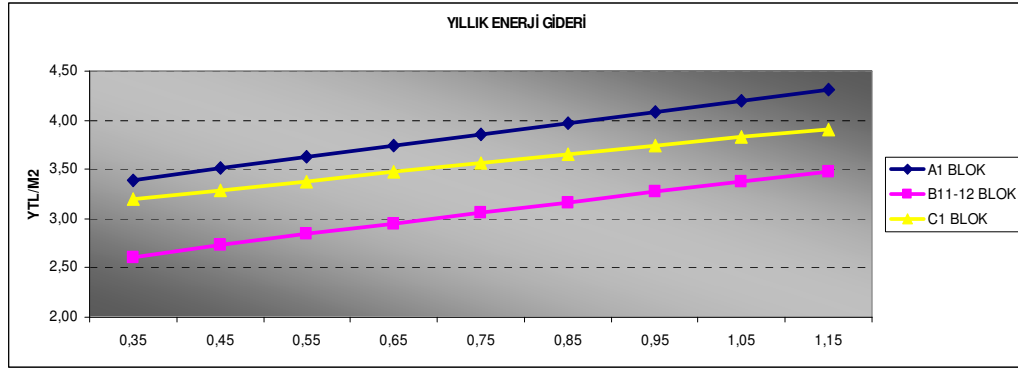
Bina kabuğunda yalıtım olarak 5 cm ekspande polistren levha ve lowe kombinasyonlu (3+6+3 mm) camlar bütün bloklarda kullanılmış olup, ilk yatırım maliyetleri Bayındırlık Bakanlığı birim fiyatları üzerinden hesaplanmıştır. Bina kabuk maliyeti A bloklarda 107.287 Ytl, B bloklarda 171.796 Ytl, C bloklarda da 112.199 Ytl olarak saptanmıştır.(Şekil 6.3)



Şekil 6.3 Blokların Bina Kabuk Maliyetleri

6.2 Opak Bileşen Alternatiflerinin Önerilmesi

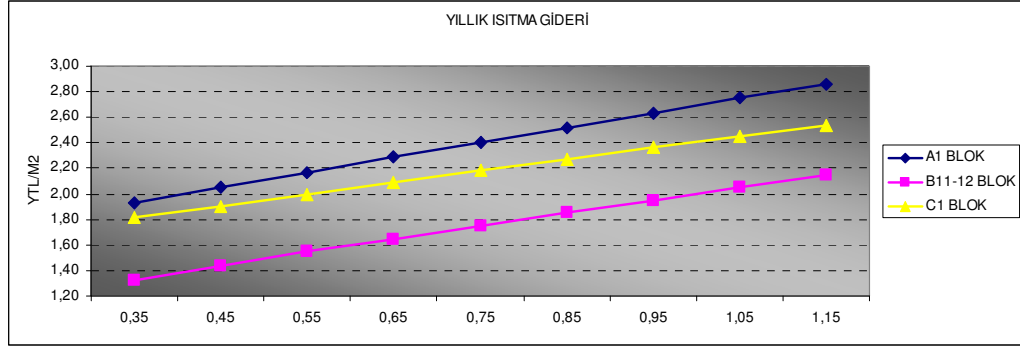
Katmanlaşma, aynı yalıtım malzemesinin farklı kalınlıkları kullanılarak farklı ısı geçirme katsayılarının elde edilmesiyle oluşturulmuştur (Tablo 5.5). Bu bölümde de, malzeme kalınlıklarının artmasının getirdiği ek maliyetin toplam ısıtma ve soğutma giderlerine olan etkisi incelemiştir. En düşük U katsayı değeri 0,35 W/m²K için yıllık toplam ısıtma ve soğutma giderleri A1 bloğunda 10.714 Ytl, B11-12 bloğunda 17.392 Ytl, C1 bloğunda da 12.156 Ytl'dir. Mevcut 0,56 W/m²K değeri için ısıtma ve soğutma giderleri ise A1 bloğunda 11.514 Ytl, B11-12 bloğunda 18.525 Ytl, C1 bloğunda 13.101 Ytl'dir. birim alan başına düşen yıllık enerji giderleri ise A1 bloğunda 1,93 Ytl, B11-12 bloğunda 1,33 Ytl, C1 bloğunda ise 1,81 Ytl'dir.(Şekil 6.4)



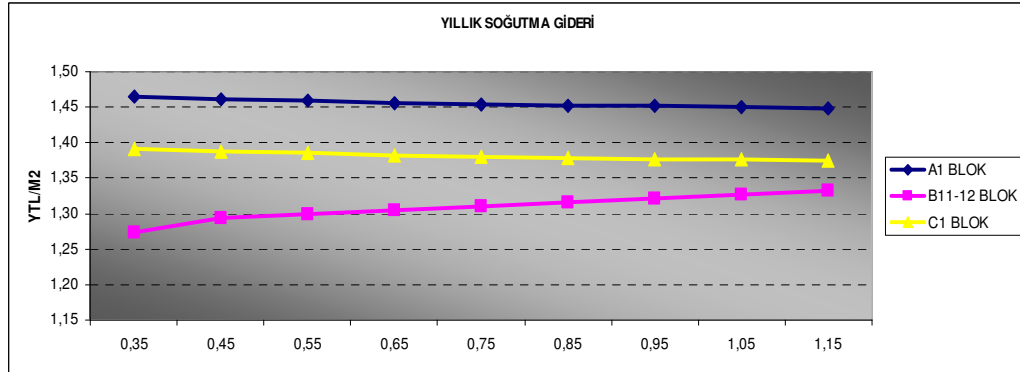
Şekil 6.4 Bloklarda Birim Alan Başına Düşen Yıllık Enerji Giderleri

Farklı kabuk alternatiflerindeki ısıtma ve soğutma giderleri incelendiğinde, kabuktaki yapılan önermeler ısıtma giderlerini büyük ölçüde etkilerken, soğutma giderlerinde bu etki gözlenememektedir (Şekil 6.5, Şekil 6.6).

Toplam ısıtma,soğutma yükleri ve giderleri Şekil A.8, Şekil A.9, Şekil A.10'da belirtilmiştir.



Şekil 6.5 Farklı opak bileşenlere sahip bloklarda birim alan başına düşen yıllık ısıtma enerjisi giderleri



Şekil 6.6 Farklı opak bileşenlere sahip Bloklarda birim alan başına düşen yıllık soğutma enerjisi giderleri

Malzeme kalınlıklarının artmasıyla doğru orantılı olarak toplam bina kabuk maliyetlerinde de artış gözükmemektedir. 0,35 W/m²K değeri için kabuk maliyetleri A1 bloğunda 132.834 Ytl, B11-12 bloğunda 208.500 Ytl, C1 bloğunda ise 139.144 Ytl olarak öngörülmektedir. Mevcut 0,56 W/m²K değeri için olan kabuktaki ilk yatırım maliyetleri Şekil 6.3'te belirtildiği gibi A1 bloğunda 107.287 Ytl, B 11-12 bloğunda 171.796 Ytl, C1 bloğunda 112.199 Ytl'dir.

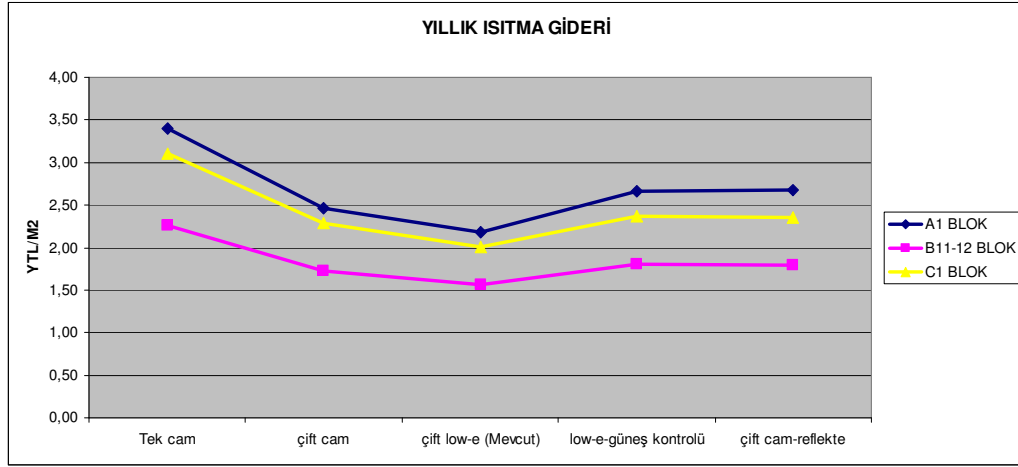
Sonuç olarak 0,35 W/m²K değerinin seçilmesiyle mevcut duruma göre elde edilecek enerji gideri tasarrufu A1 bloğunda %7, B11-12 bloğunda %6, C1 bloğunda ise %7'dir. Bina kabuğu maliyetinde ise mevcut ısı geçirme katsayısı olan 0,56 W/m²K değerine göre bloklarda %20'ye varan bir artış gözlenmektedir(Şekil A.28).

6.3 Saydam Bileşen Alternatiflerinin Önerilmesi

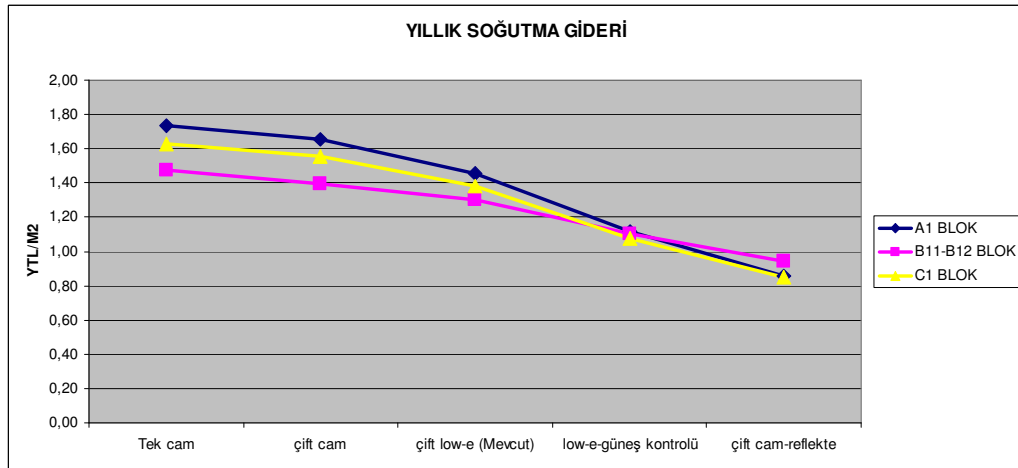
Çoğunluğu ülkemizde uygulanmakta olan farklı saydam bileşenler önerilmiş, bileşenlerin ısıtma, soğutma ve toplam giderlerdeki etkisi incelenmiştir. Isıtma giderlerinde en düşük enerji giderini sağlayan cam türünün mevcutta kullanılan

low-e kaplamalı çift camın olduğu görülmüştür (Şekil 6.7). A1 bloğundaki ısıtma gideri 6.906 Ytl, B 11-12 bloğunda 10.465 Ytl, C1 bloğunda 7.617 Ytl'dir (Şekil A.14, Şekil A.15, Şekil A.16).

Soğutma giderlerinde ise, en düşük enerji giderini sağlayan saydam bileşenin reflekte çift cam olduğu görülmüştür (Şekil 6.8). A1 bloğundaki soğutma gideri 2.703 Ytl, B11-12 bloğunda 6.332 Ytl, C1 bloğunda 3.229 Ytl'dir (Şekil A.14, Şekil A.15, Şekil A.16). Bu cam türünün seçilmesiyle soğutma giderlerinden elde edilecek enerji gideri tasarrufu A1 bloğunda % 42, B 11-12 bloğunda % 27, C1 bloğunda % 39 'dur. Görüldüğü gibi çift reflekte cam da soğutma giderlerinde azalma görülmesine karşın ısıtma giderlerinde artış gözlenmektedir.

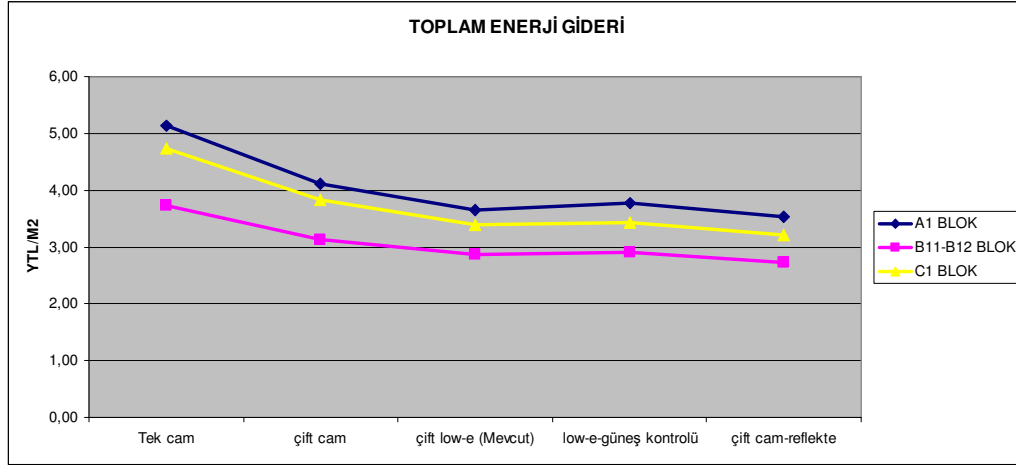


Şekil 6.7 Farklı saydam bileşenlere sahip bloklarda birim alan düşen ısıtma giderleri



Şekil 6.8 Farklı saydam bileşenlere sahip bloklarda birim alana düşen soğutma giderleri

Toplam enerji giderleri incelendiğinde minimum enerji giderini sağlayan saydam bileşenin ise reflekte çift cam olduğu görülmüştür (Şekil 6.9). A1 bloğunda toplam enerji gideri 11.170 Ytl, B11-12 bloğunda 18.295 Ytl, C1 bloğunda ise 12.152 Ytl'dir. Çift reflekte camın kullanılması durumunda low-e kaplamalı çift cama göre toplam enerji giderlerinde elde edilecek tasarruf A1 bloğunda %3, B 11-12 bloğunda % 5, C1 bloğunda ise %6'dır (Şekil 6.9).



Şekil 6.9 Farklı saydam bileşenlerine sahip bloklarda birim alana düşen toplam enerji giderleri

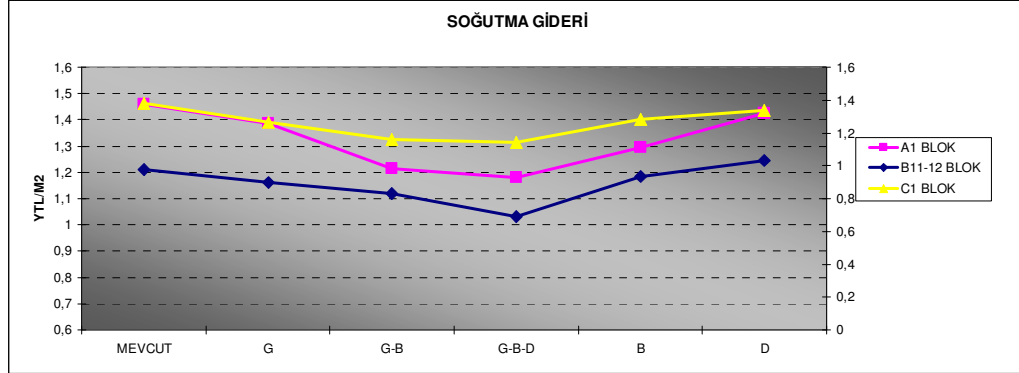
Düşük enerji giderleri sağlaması açısından reflekte çift camın kullanılmasının uygun olduğu saptanmıştır. Fakat reflekte camın ışık geçirgenlik değerleri düşük olduğu için bu tip konutlarda kullanılmasının görsel konfor açısından uygun olmayacağı ve konutlarda aydınlatma giderlerini arttıracığı düşünülmektedir. Bu nedenle konutlarda low-e kaplamalı çift camın uygun olduğu görüşüne varılmıştır.

6.4 Gölgeleme Elemanlarının Önerilmesi

Güney, batı ve doğu cephelerine uygulanan gölgeleme elemanlarının soğutma ve toplam enerji giderlerine olan etkisi incelenmiştir. Isıtmanın istendiği dönemde gölgeleme elemanlarının kullanılmamasından dolayı bu önermede ısıtma yüklerinin ve giderlerinin değişmediği varsayılmıştır. İlk yatırım maliyetleri incelendiğinde, özellikle hareketli gölgeleme elemanlarının bütün cephedeki pencerelere uygulanması durumunda oldukça yüksek ilk yatırım maliyetlerini oluşturduğu olduğu ilgili firmalarla yapılan görüşmelerle belirlenmiştir. Dolayısıyla bina kabuğu maliyetleri göz önünde bulundurulduğunda bu tür elemanların soğutma yüklerinin

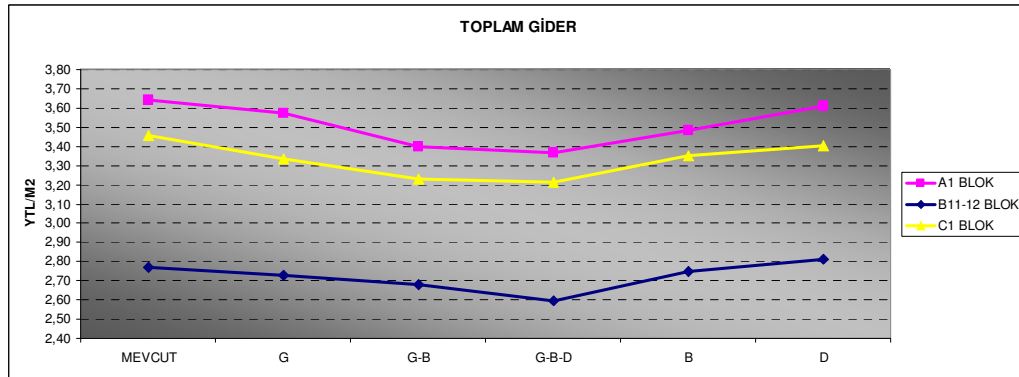
fazla olduğu sıcak iklim bölgelerinde tercih edilmesinin daha uygun olabileceği görülmüştür.

Farklı yönlerde uygulanan gölgeleme elemanlarının oluşturduğu soğutma giderleri incelendiğinde güney ve batı cephelerindeki uygulamaların soğutma enerjisi giderlerini oldukça azalttığı görülmüştür (Şekil 6.10).



Şekil 6.10 Farklı yönlerde gölgeleme elemanlarının uygulanması durumunda bloklarda birim alan başına düşen soğutma enerjisi giderleri

Üç cephede gölgeleme elemanlarının uygulanması durumunda, toplam soğutma giderleri A1 bloğunda 3.728 Ytl, B11-12 bloğunda 6.893 Ytl, C1 bloğunda 4.332 Ytl'dir. Soğutma giderlerinde elde edilecek tasarruf her üç blokta da %8'dir (Şekil A.20, Şekil A.21, Şekil A.22). En düşük enerji giderini sağlayan üç cephede de gölgeleme elemanı kullanılması durumunda; birim alan başına düşen enerji giderleri A1 bloğunda 3,37 Ytl/m², B11-12 Bloğunda 2,60 Ytl/m², C1 bloğunda ise 3,21 Ytl/m²'dir (Şekil 6.11).

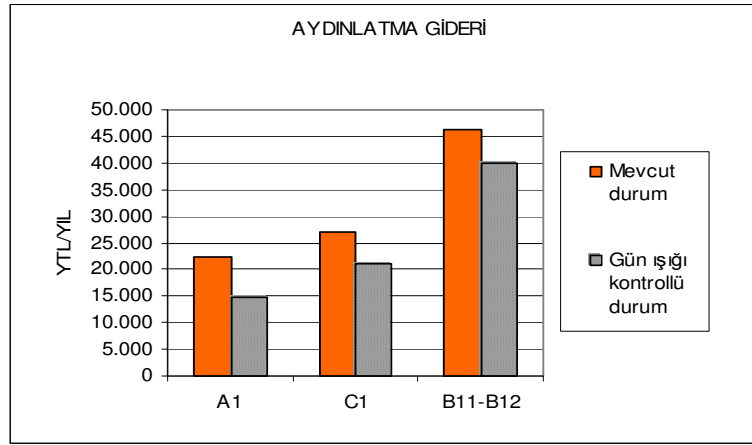


Şekil 6.11 Farklı yönlerde gölgeleme elemanlarının uygulanması durumunda bloklarda birim alan başına düşen toplam enerjisi giderleri

Isıtma giderlerinin değişmediği kabul edildiği için toplam enerji giderlerinde de benzer sonuçlar görülmüştür. Toplam enerji giderlerinde A1 bloğunda 10.634 Ytl, B11-12 bloğunda 17.358 Ytl, C1 bloğunda 12.182 Ytl değeri saptanmıştır. Üç cephede de gölgeleme elemanı uygulanması durumunda bloklarda %9 oranında enerji giderinde tasarruf edilmiştir (Şekil A.20, Şekil A.21, Şekil A.22).

6.5 Güneşli Kontrolünün Önerilmesi

Güneşli kontrolü simülasyonunda kullanılan veriler ve kontrol parametreleri ASHRAE standartları altında belirlenmiş ve Bölüm 5.2.1’de açıklanmıştır. Bu önerme doğrultusunda oluşacak aydınlatma enerjisi tasarrufları Şekil 6.12’deki grafikte belirtilmiştir.



Şekil 6.12 Güneşli Kontrolü Uygulanması Durumunda Bloklardaki Aydınlatma Enerjisi Giderleri

Aydınlatma enerjisi gideri A1 bloğunda 14.775 Ytl, B11-12 bloğunda 39.910 Ytl, C1 bloğunda 21.223 Ytl’dir. Mevcut aydınlatma giderleri ise A1 bloğunda 22.426 Ytl, B11-12 bloğunda 46.150 Ytl, C1 bloğunda 26.918 Ytl’dir. Yapılan güneşli simülasyonu sonucu elde edilen enerji gideri tasarrufu, A1 bloğunda % 35, B11-12 bloğunda %14, C1 bloğunda ise %22 olarak saptanmıştır.

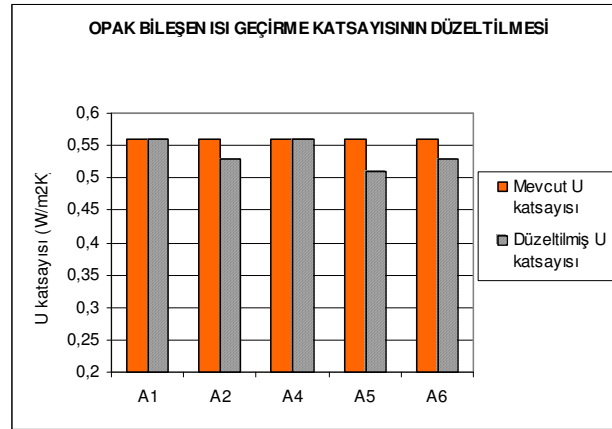
Konutlardaki aydınlatma giderlerinin toplam enerji giderlerinin büyük bir bölümünü oluşturduğu düşünülürse, bu enerji giderlerinden elde edilecek enerji tasarrufunun toplam enerji giderlerine katkısı büyük olacaktır.

Güneşli kontrolündeki ilk yatırım maliyeti her yapıya göre ayrı tasarlanmasından dolayı bloklar için açık bir maliyet belirlenememiştir.

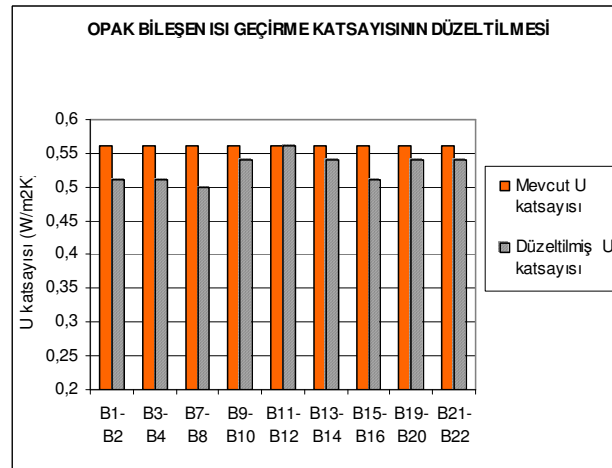
6.6 Mevcut Termofiziksel Değerlerinin Düzeltilmesi

Konutlar içerisinde bulunan üç tip bloktan en düşük enerji giderine sahip bloklar A1, B11-12 ve C1 bloğu belirlenmiştir ve diğer blokların toplam enerji giderlerinin de bu bloklara eşdeğer olması için kabuğun sağlaması gereken çeşitli saydamlık oranları ve ısı geçirme katsayıları Bölüm 5.2.2’de anlatıldığı gibi belirlenmiştir.

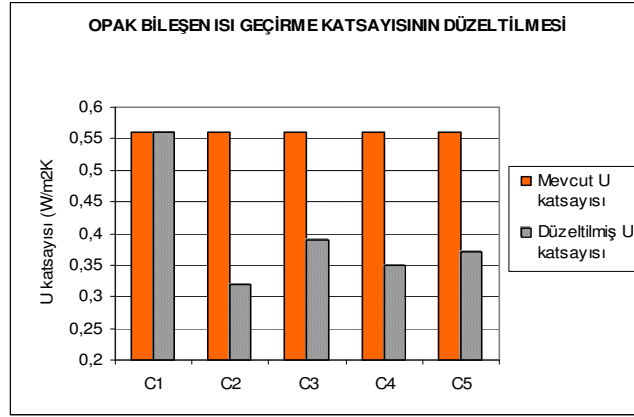
Isı geçirme katsayıları bu doğrultuda düzeltilmiş ve Şekil 6.13, Şekil 6.14 ve Şekil 6.15’deki grafiklerde verilmiştir. A2 bloğunda 0.51, A5 bloğunda 0.51, A6 bloğuna 0.53 W/m²K, B1-2, B3-4, B15-16 bloklarında 0.51, B7-8 bloğunda 0.5, B9-10, B13-14, B19-20, B21-22 bloklarında 0.54 W/m²K, C2 bloğunda 0.32, C3 bloğunda 0.39, C4 bloğunda 0.35, C5 bloğunda 0.37 W/m²K değerleri saptanmıştır.



Şekil 6.13 A Bloklarda Isı Geçirme Katsayılarının Düzeltilmesi



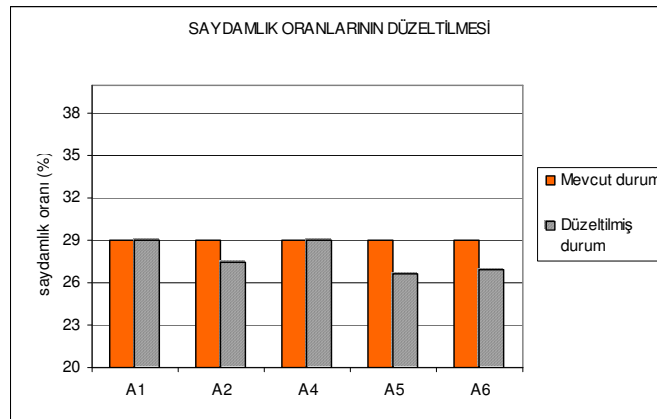
Şekil 6.14 B Bloklarda Isı Geçirme Katsayılarının Düzeltilmesi



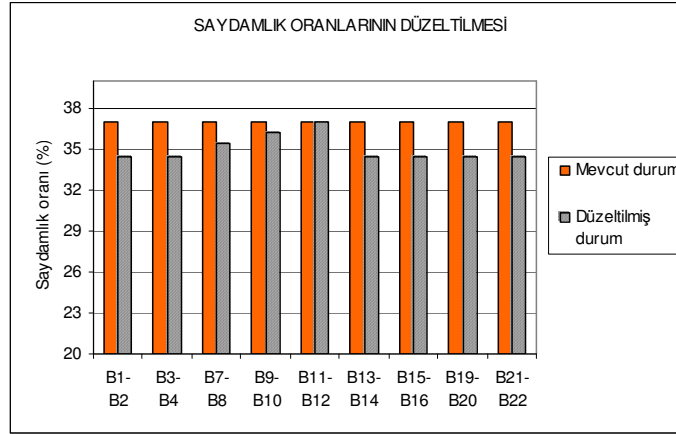
Şekil 6.15 C Bloklarda Isı Geçirme Katsayılarının Düzeltilmesi

Yukarıda görüldüğü gibi yön faktörünün önemi bu önermede ortaya çıkmıştır. A ve B blokların yönlendiriliş durumları birbirine yakın olmasından dolayı ısı geçirme katsayılarındaki düzeltmelerde mevcuta oranla az bir fark belirlenirken, C bloklarındaki değer düzeltmelerinde büyük farklılıkların yapılması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

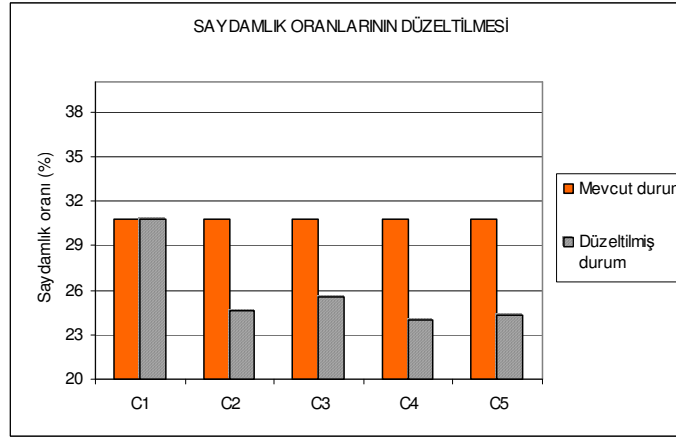
Saydamlık oranlarının düzeltilmesinde de C bloktaki yön faktöründen dolayı, düzeltilmiş değerlerle mevcut değerler arasındaki fark büyüktür. En az enerji giderini sağlayan bloklara eşdeğer enerji giderlerini sağlaması için A bloklarında %29 olan saydamlık A2 bloğunda %27.5'a, A5 bloğunda % 26.5'a, A6 bloğunda %27'e, B bloklarında % 37 olan saydamlık oranı B1-2, B3-4, B13-14, B15-16, B19-20, B21-22'de % 34.5'a, C bloklarında %31 olan saydamlık oranı C2 bloğunda %24.5'a, C3 bloğunda %25.5'a, C4 bloğunda %24'e C5 bloğunda %24.5'a düşmektedir.(Şekil 6.16, Şekil 6.17, Şekil 6.18)



Şekil 6.16 A Bloklarda Saydamlık Oranlarının Düzeltilmesi

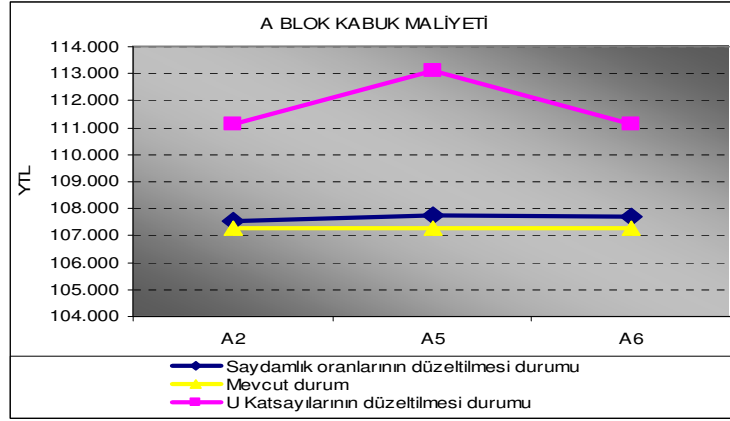


Şekil 6.17 B Bloklarda Saydamlık Oranlarının Düzeltilmesi

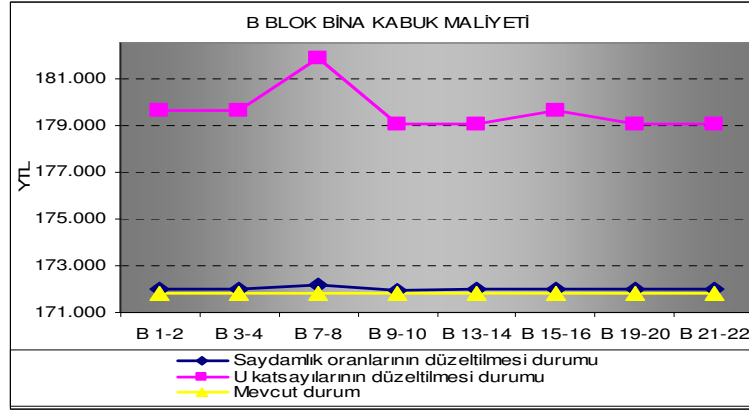


Şekil 6.18 C bloklarda saydamlık oranlarının düzeltilmesi

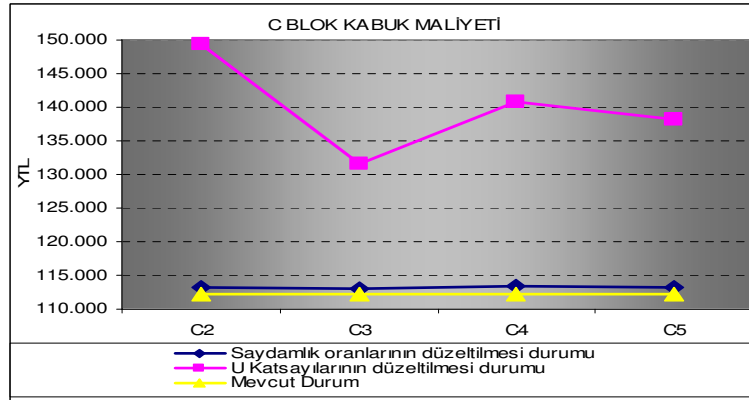
Hesaplanan bina kabuk maliyetleri, tasarım aşamasında bu değerlerin düzeltilmesi varsayımında oluşan bina kabuğu ilk yatırım maliyeti ile mevcut ilk yatırım maliyetinin karşılaştırılmasıdır. Bu durumda önerilen değerlerin oluşturacağı ilk yatırım maliyetleri karşılaştırıldığında saydamlık oranlarının azaltılmasının ve opak bileşen oranlarının artırılmasının maliyetinin daha az olacağı görülmüştür. Bu bloklarda saydamlık oranlarının düzeltilmesi sonucunda, saydamlık oranlarının insan psikolojisi açısından dış mekan ile irtibatın sağlanması yönünde olması gereken değer olan %20'nin altına düşmediği görülmüştür. Dolayısıyla bu yönde yapılacak bir düzeltmenin daha kabul edilebilir olduğu saptanmıştır (Şekil 6.19, Şekil 6.20, Şekil 6.21).



Şekil 6.19 Mevcut termofiziksel özellikleri değiştirilen A blokların bina kabuk maliyetleri



Şekil 6.20 Mevcut termofiziksel özellikleri değiştirilen B blokların bina kabuk maliyetleri



Şekil 6.21 Mevcut termofiziksel özellikleri değiştirilen C blokların bina kabuk maliyetleri

7. SONUÇLAR

Bu çalışmada konutlarda yıllık enerji giderlerinin azaltılmasına yönelik önerilerin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada kullanılan yaklaşımda İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi'nde konuya ilişkin daha önce yapılan bilimsel çalışmalar temel alınmaktadır.

Çalışma İstanbul-acıbadem semtinde bulunan bir toplu konuta uygulanmıştır. Uygulama çalışmasında yapılan hesaplamalar, E-QUEST adlı bina simülasyon programı aracılığı ile yapılmıştır. Program günlük ve saatlik meteorolojik veriler doğrultusunda simulasyonu yapılan binanın yıllık enerji yüklerini ve enerji giderlerini hesaplayabilmektedir. Dolayısıyla tasarım aşamasında alınması gereken kararlara yardımcı olup, enerji korunumu açısından doğru kararların alınmasını olanaklı kılmaktadır.

Bu doğrultuda, mevcut binalardaki enerji giderlerini belirlemek amacıyla binanın simülasyonu yapılmıştır. Öncelikle binanın yerleşme ölçeğindeki değerlendirmesi yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda her binanın günde en az beş saat direkt güneş ışıınımı alacak şekilde konumlandırıldığı bir vaziyet planı önerilmiştir. Mevcut binaların yeri, yönlendiriliş durumları, formları ve bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerine ilişkin veriler simülasyon programına girdi oluşturmaktadır.

Yıllık enerji giderlerini hesaplamak için ilk adımda, uygulama çalışmasının yapıldığı İstanbul-Acıbadem semti için güneş ışıınımı ve dış hava sıcaklığı gibi dış çevre iklim elemanlarının günlük ve saatlik ortalama değerleri, Göztepe Meteoroloji İstasyonunun meteorolojik ölçümlerine dayandırılmıştır. Isıtma ve soğutmanın istendiği dönemler belirlenmiş, ısıtma ve soğutma sisteminin çalıştırılma süreleri konfor koşullarını sağlayacak şekilde ele alınmıştır. Bu girdiler doğrultusunda yıllık ısıtma, soğutma ve aydınlatma giderleri saptanmıştır. Minimum enerji giderlerinin sağlanabilmesi için, hesaplanan enerji giderlerinin azaltılmasına ilişkin öneriler

geliştirilmiştir. Bu öneriler, tasarım evresinde alınması gereken kararlara yönelik olarak farklı alternatifler önerilmesi ve bina kabuğunun mevcut termofiziksel özellikler değerlerinin düzeltilmesini kapsamaktadır.

Geliştirilen önerilerin uygulanması durumunda oluşacak ilk yatırım maliyetleri ve enerji giderleri, mevcut durum ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar, özellikle tasarım aşamasında alınacak kararların enerji giderlerini önemli ölçüde azalttığını ortaya koymaktadır. Çalışmanın diğer bir amacı da alınacak kararların bina kabuğunun ilk yatırım maliyetine olan etkisini irdelemektir. Yapılan bu tür hesaplamalar, uygulanacak alternatiflerin belirlenmesine ilk tasarım aşamasında doğru kararların alınmasını olanaklı kılacaktır. Bu şekilde tasarımcı, binanın sadece kullanım aşamasında değil tasarım sürecinden itibaren enerji giderlerini minimize edecek şekilde tasarlanmasını ve yapılmasını sağlayabilmektedir.

Sonuç olarak, konut sektörünün enerji harcamalarında büyük bir yüzde teşkil ettiği düşünülecek olursa, konutlarda enerji giderlerinin azaltılması ile sağlanabilecek katkının diğer sektörlerde de enerji giderlerinin azaltılmasını ve dolayısı ile, ülke enerji giderlerinin azaltılmasını sağlayacağı açıktır. Bu açıdan yıllık enerji giderlerinin azaltılmasına yönelik çalışmaların öncelikle çok sayıda kullanıcı, tasarımcı, yapımcıyı ilgilendiren toplu konutlarda yapılması büyük bir önem taşımaktadır. Ayrıca, bu tür çalışmalar ile mimari tasarım sürecinde alınacak doğru kararlar, binaların sınırlı ve kıt olan kaynakları daha az tüketerek çevre kirliliğini önleyen, sağlıklı, konforlu, sürdürülebilir yerleşmelerin gerçekleştirilmesini sağlayabilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] [www.milekontkur.gov.tr/internet_dergi/ birinci_sayi/hidayet_mat6.htm](http://www.milekontkur.gov.tr/internet_dergi/birinci_sayi/hidayet_mat6.htm) (Erişim Tarihi : 23/11/2005)
- [2] **ASHRAE, Standart 55-81**, 1981. Thermal Comfort Conditions For Human Occupancy, American Society Of Heating Refrigerating And Air Conditioning Engineers.Atlanta
- [3] **Zeren, L., Berköz, E., Küçükdoğdu, M., Ok, V., Yılmaz, Z.**, Türkiye’de Yeni Yerleşmeler Ve Binalarda Enerji Tasarrufu Amacıyla Bir Mevzuat Modeli’ne İlişkin Çalışma, Araştırma Raporu, İstanbul Teknik Üniversitesi, 1987
- [4] **Berköz , E., Küçükdoğdu, M., Yılmaz, Z., Kocaaslan, G., Ve Diğerleri**, 1995 Enerji Etkin Konut Ve Yerleşme Tasarımı, Tübitak-İntag 201, Araştırma Raporu İstanbul.
- [5] www.teias.gov.tr (Erişim Tarihi : 05/09/2005)
- [6] **A.K.Dağsöz, H.M.Yüksel**, “Yapılarda Isı Yalıtımının Bireylere Ve Ülke Ekonomisine Katkıları” Ulusal Enerji Verimliliği Kongresi, 2000
- [7] **Tübitak –TTGV** Bilim-Teknoloji-Sanayi Tartışmaları Platformu, Enerji Teknolojileri Politikası Çalışma Grubu Raporu, 1998
- [8] **Tübitak**, 2003 Enerji Ve Doğal Kaynaklar Raporu, Vizyon 2003 Teknoloji Öngörü Projesi, Ankara
- [9] **TMMOB**, Makine Mühendisleri Odası, 2006. “Türkiye’nin Doğal Gaz Temin Ve Tüketim Politikalarının Değerlendirilmesi Raporu” Ankara
- [10] **Özbalta, N.** 2003 “Yalıtım Ve Enerji Yönetimi” TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yalıtım Ve Enerji Kongresi, Eskişehir
- [11] <http://ekutup.dpt.gov.tr/cevre/eylempla/ekincie/havakirl.html>
- [12] **Özbalta, N.,GÖKSAL, T.**, 2002 “Enerji Korunumunda Düşük Enerjili Bina Tasarımları”.Tesisat Mühendisliği Dergisi . Sayı:69, Makine Mühendisleri Odası. İstanbul
- [13] **Berköz,E.**, Biyoklimatik Konfor Yönünden Tavan Yüksekliğinin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Metod, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 1969

- [14] **Berköz,E.**, Güneş Işınımı Ve Yapı Dizaynı, Profesörlük Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul , 1983, S:203-208
- [15] **Manioğlu, G.**, 1995. İklimsel Konfor Ve Enerji Ekonomisi Açısından Isıtma Sisteminin İşletme Şekline Bağlı Olarak Bina Kabuğunun Isıl Performansının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [16] **TS-825**, 1999.Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [17] **Kocaaslan, G.**, 1991. Hacimlerin Pasif Isıtma Sistemleri Olarak Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul. , S:4-5
- [18] **Yılmaz, Z.,Koçlar, G., Manioğlu,G.**, 2000. Isıtma Enerjisi Tasarrufu Açısından Bina Kabuğu Isı Yalıtım Değerinin Bina Formuna Bağlı Olarak Belirlenmesi, İ.T.Ü. Araştırma Fonu, Proje No: 985
- [19] **Giovani, B.**, 1969 . Man, Climate And Architecture, Londra, Elsevier Co.,
- [20] **Berköz, E., Yılmaz, Z., Yıldız, E., Kocaaslan, G., Altun, C.**, 1989. Türkiye'nin Çeşitli İklim Bölgeleri İçin Isıtma Enerjisi Tasarrufu Açısından Optimum Kabuk Seçeneklerinin Belirlenmesi, İ.T.Ü Yapı Ve Deprem Uygulama-Araştırma Merkezi, İstanbul.
- [21] **T.C. Bayındırlık Ve İskan Bakanlığı**, 2001 Yılına Ait, İnşaat Birim Fiyatlarına Esas İşçilik-Araç Ve Gereç Rayiç Listeleri, Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı, Sayı:20
- [22] **Zeren, L.**, Ve Diğerleri, 1980. New Bioclimatic Chart For Environmental Design, Portekiz, Proc. Of International Congress On Building Energy Manangement.
- [23] **Bayazıt, N., Dülgeroğlu, Y., Yılmaz, Z.**, 1992.Toplu Konut Standartları-Mekan, Fiziksel Çevre, Bina Ekonomisi, Toplu Konut Yapımcıları Derneği, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi,İstanbul.
- [24] **Akşit,F.**, 2002. Soğutma Enerjisi Korunumunu Hedefleyen Cephe Dokusunun Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul., S:48
- [25] <http://earth.google.com> (Erişim Tarihi : 17/11/2005)
- [26] www.tedas.gov.tr (Erişim Tarihi : 5/3/2006)
- [27] www.igdas.gov.tr (Erişim Tarihi : 5/3/2006)
- [28] www.birimfiyat.com (Erişim Tarihi : 21/01/2006)

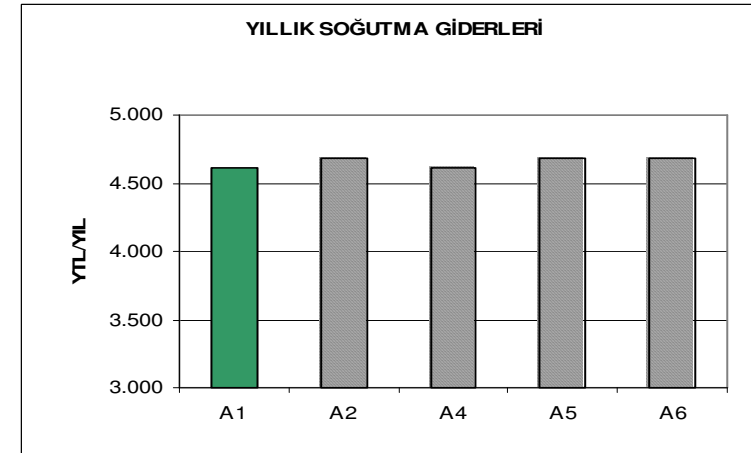
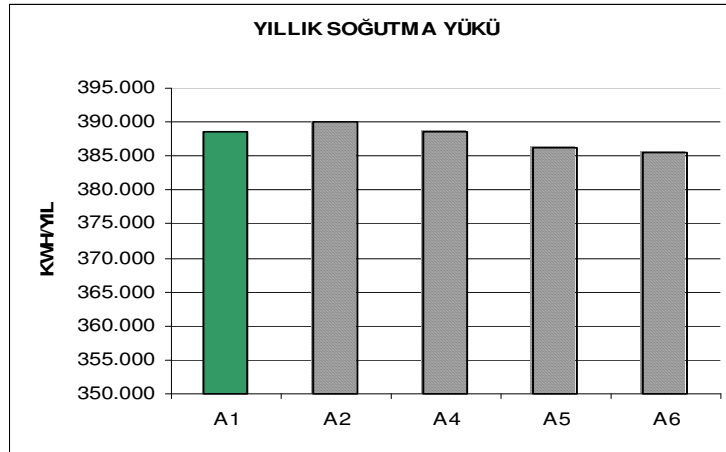
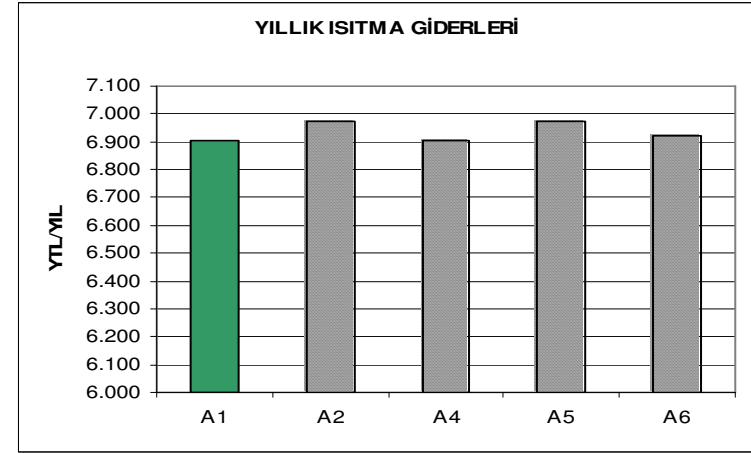
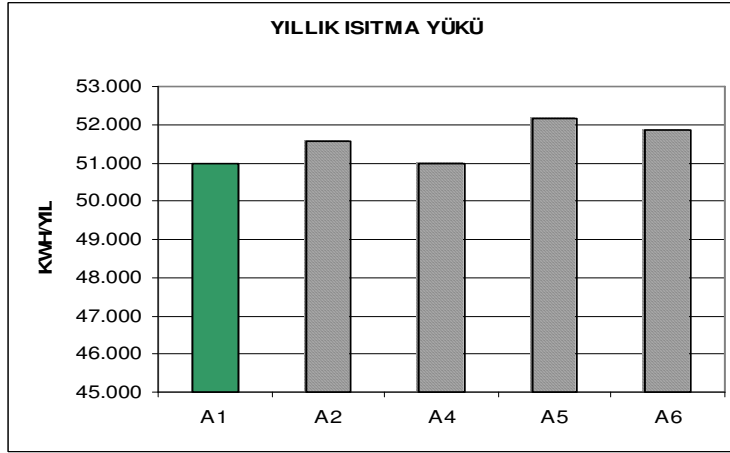
[29] www.birimfiyat.net (Erişim Tarihi : 21/01/2006)

[30] Almondhill Konutları Satış Ofisi, 2006. Kişisel grşme

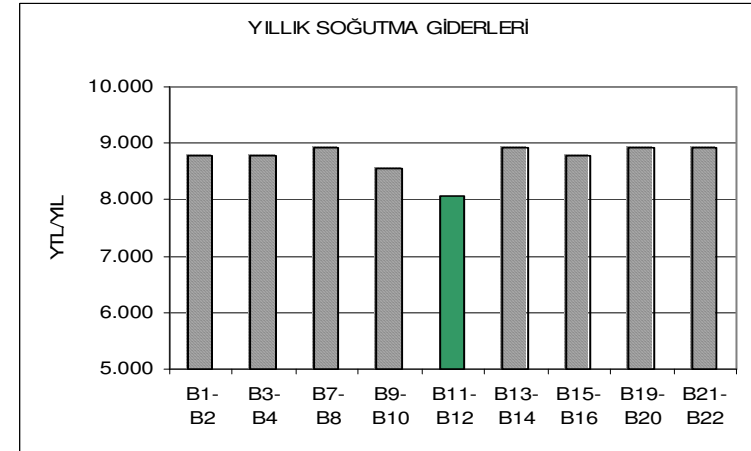
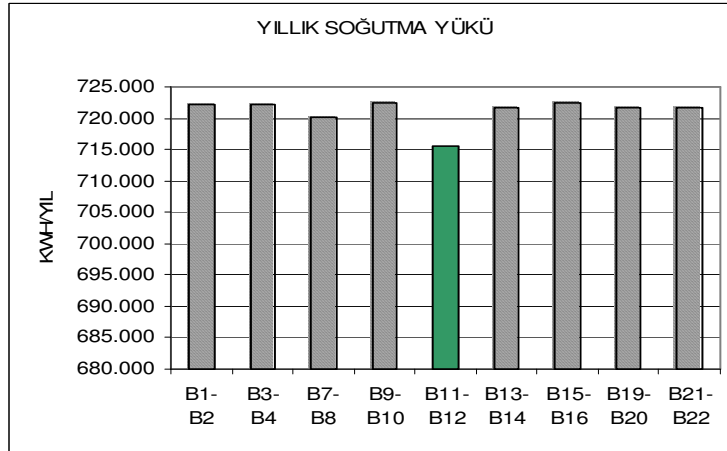
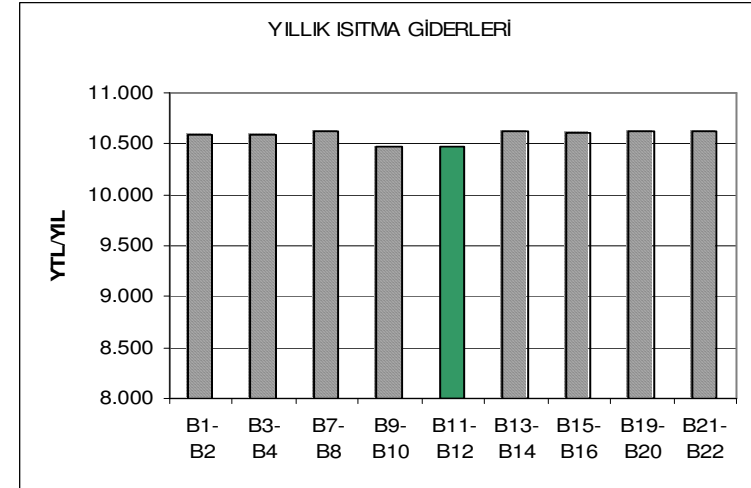
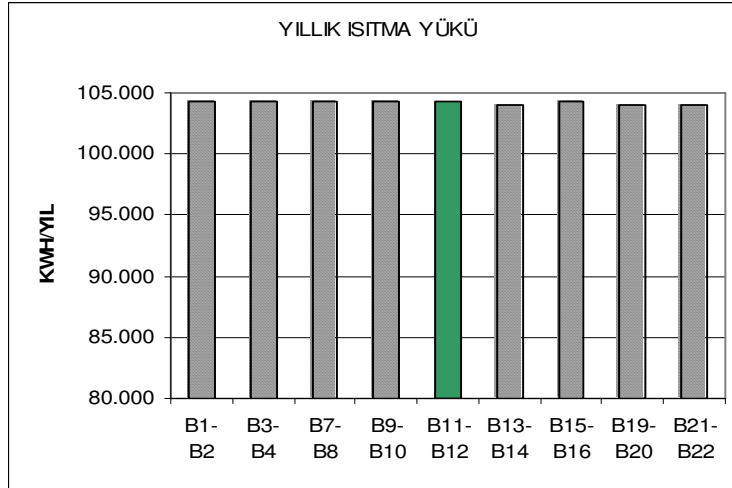
EKLER

EK-A	Yıllık enerji giderleri grafikleri.....	64
EK-B	Bina enerji simülasyon programı E-Quest.....	94
EK-C	Toplu konuta ait plan tipleri ve cepheler.....	107

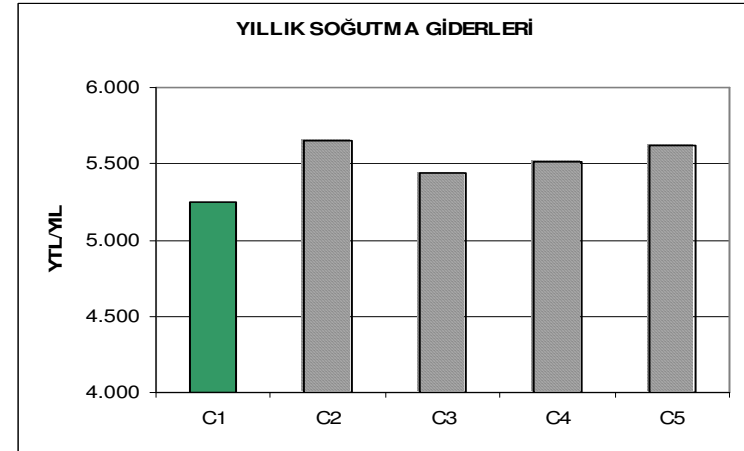
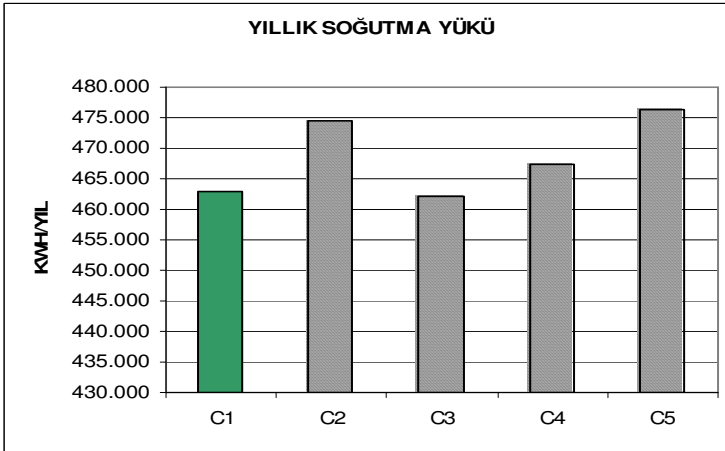
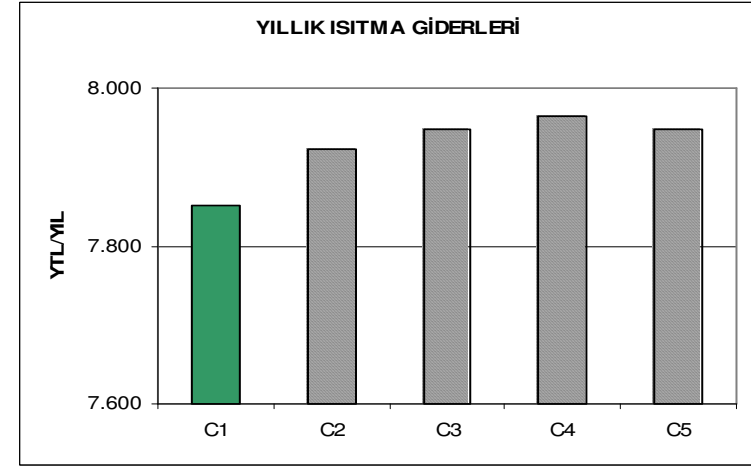
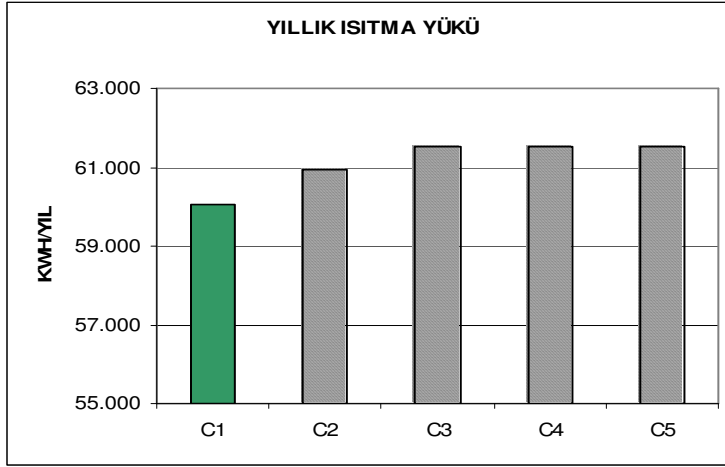
EK-A Yıllık enerji giderleri grafikleri



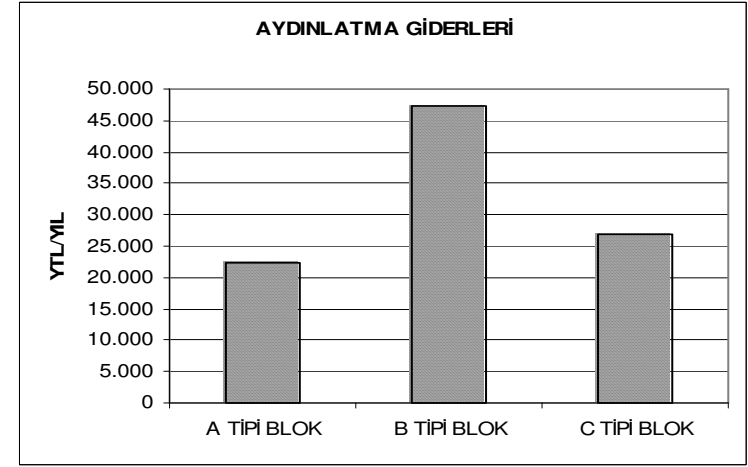
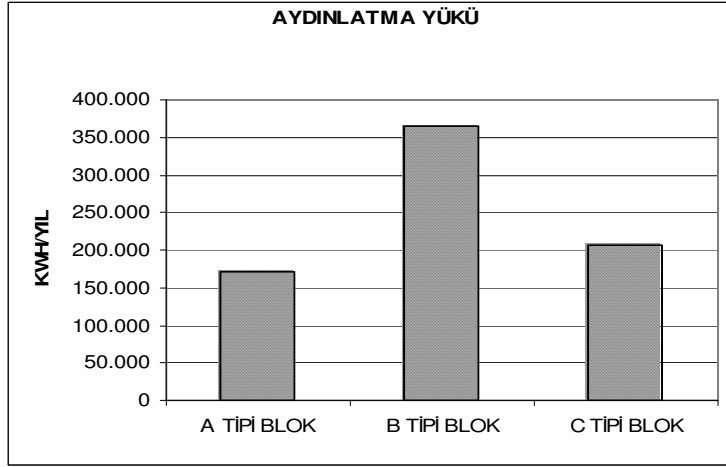
Şekil A.1. A Tipi Blokların Mevcut Yıllık Isıtma, Soğutma Yükeleri Ve Isıtma, Soğutma Giderleri



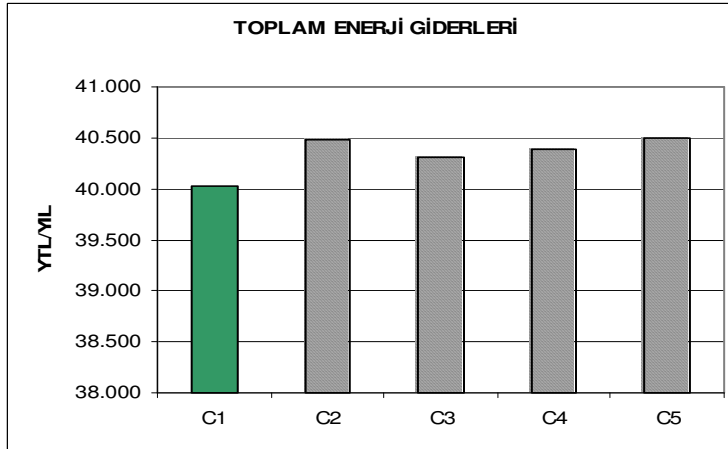
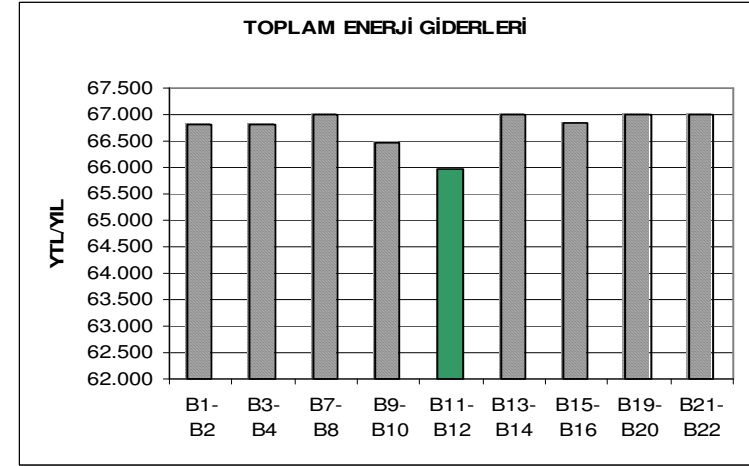
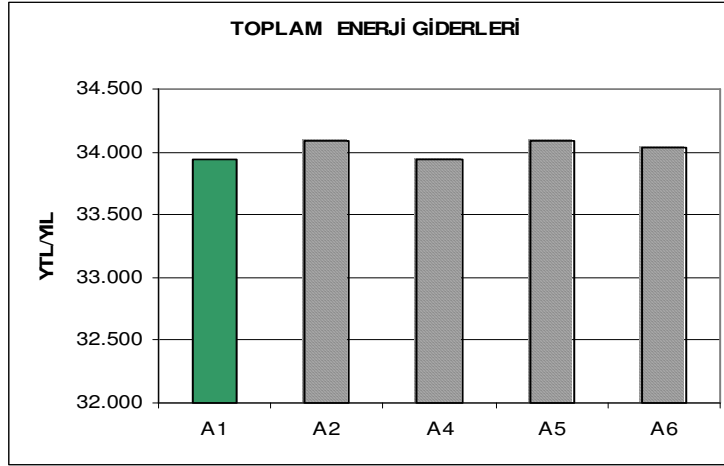
Şekil A.2. B Tipi Blokların Mevcut Yıllık Isıtma, Soğutma Yükleri Ve Isıtma, Soğutma Giderleri



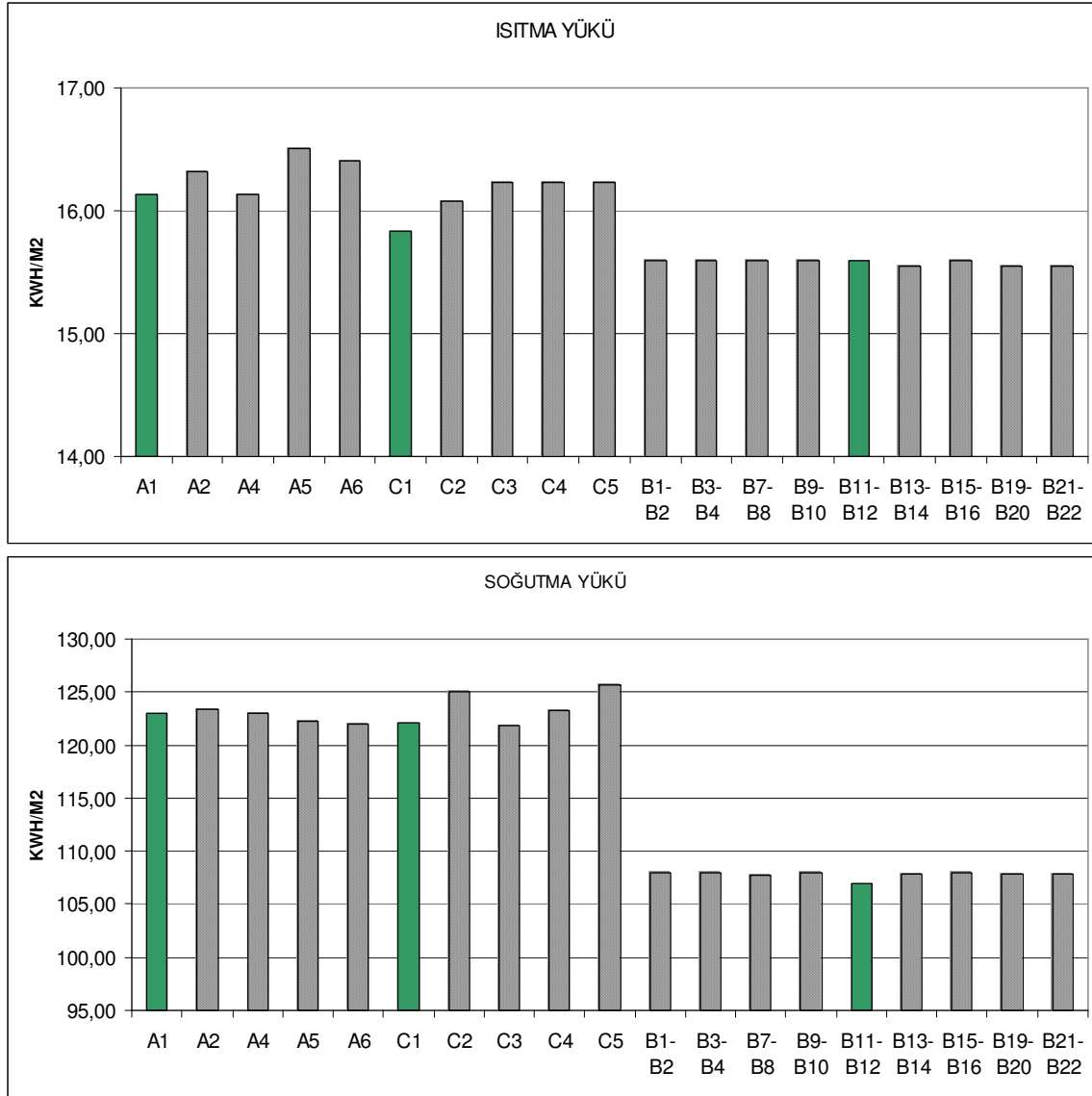
Şekil A.3. C Tipi Blokların Mevcut Yıllık Isıtma, Soğutma Yükleri Ve Isıtma, Soğutma Giderleri



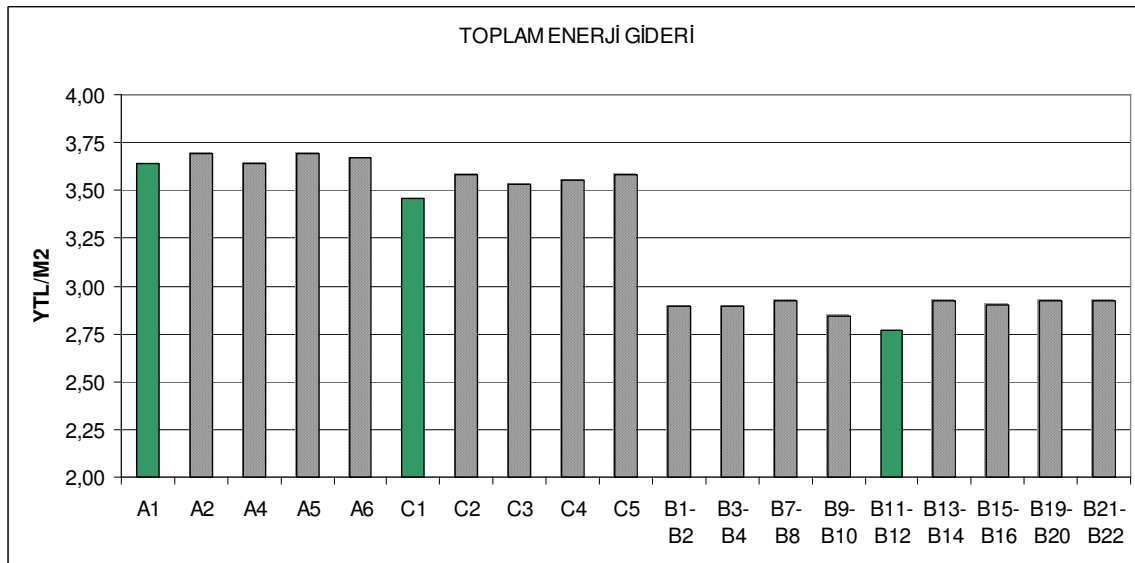
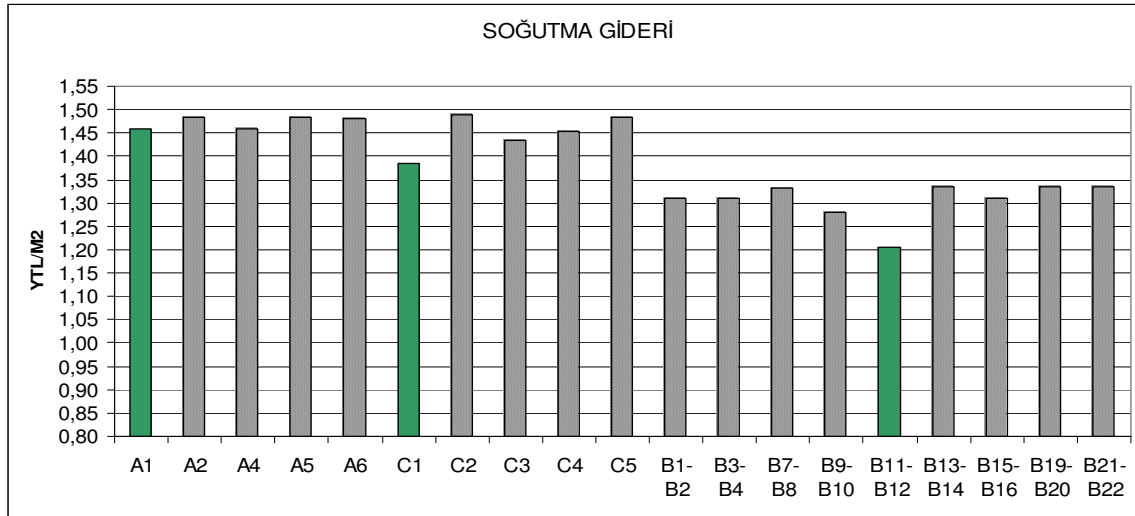
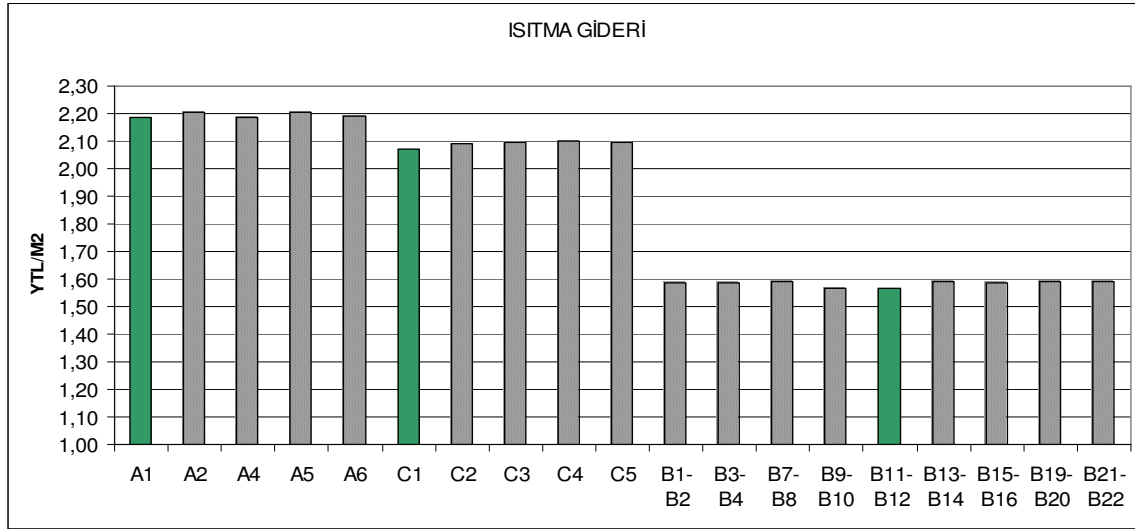
Şekil A.4. Blokların Mevcut Yıllık Aydınlatma Yükleri Ve Aydınlatma Giderleri



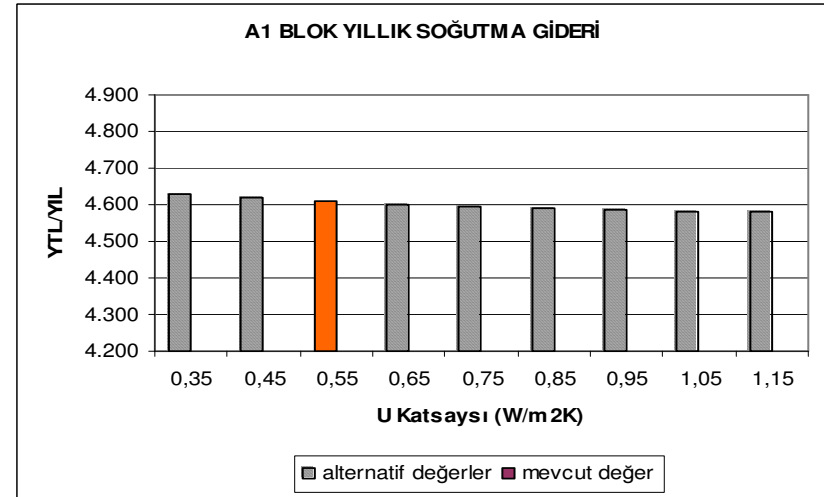
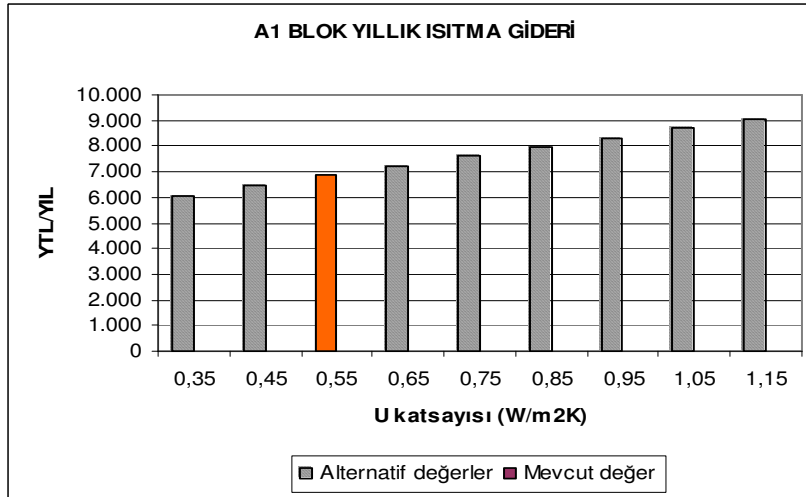
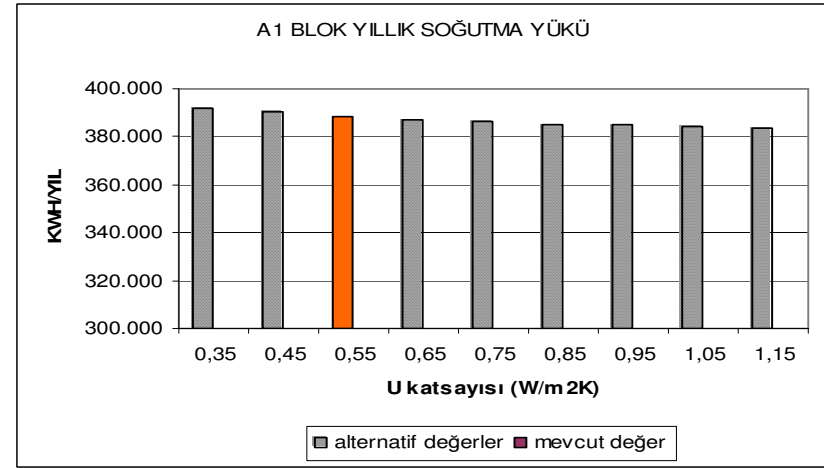
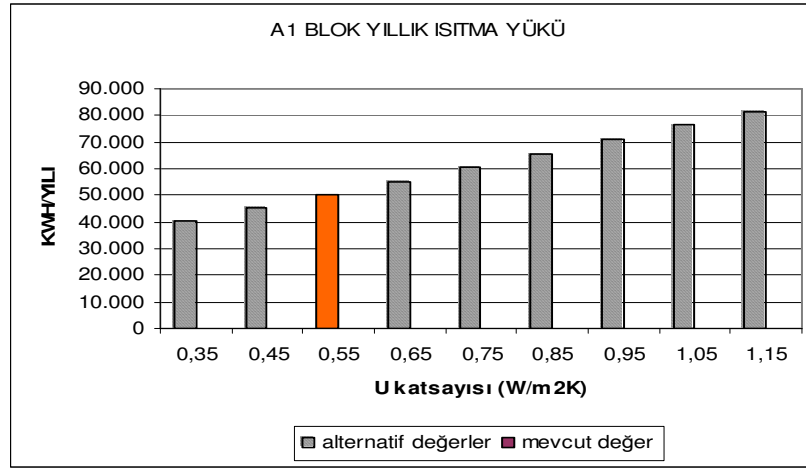
Şekil A.5. Blokların Mevcut Yıllık Toplam Enerji Giderleri



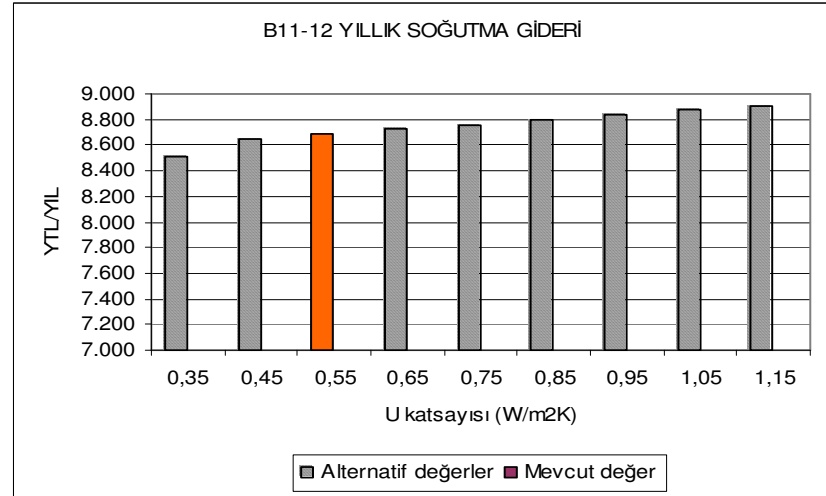
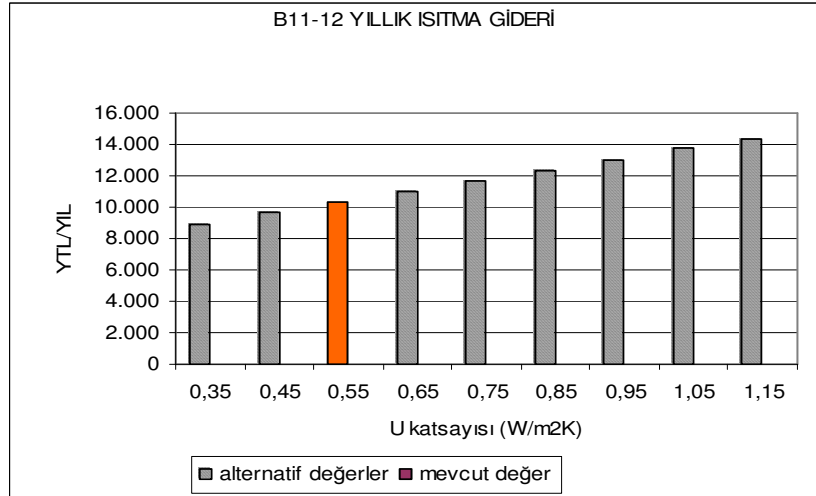
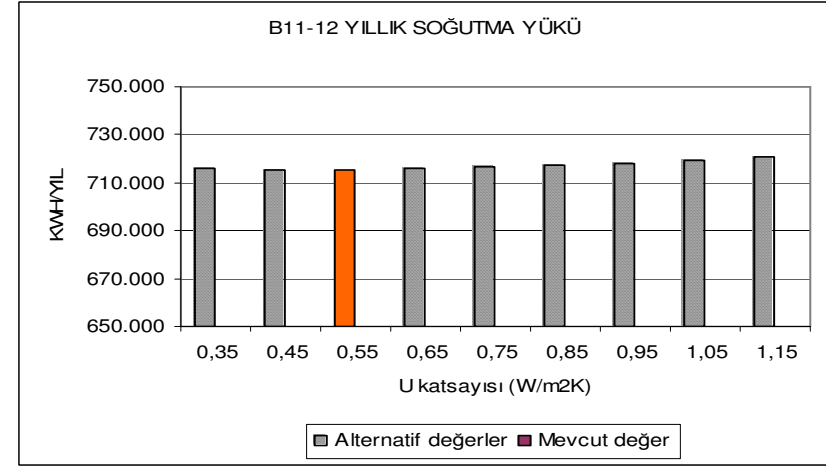
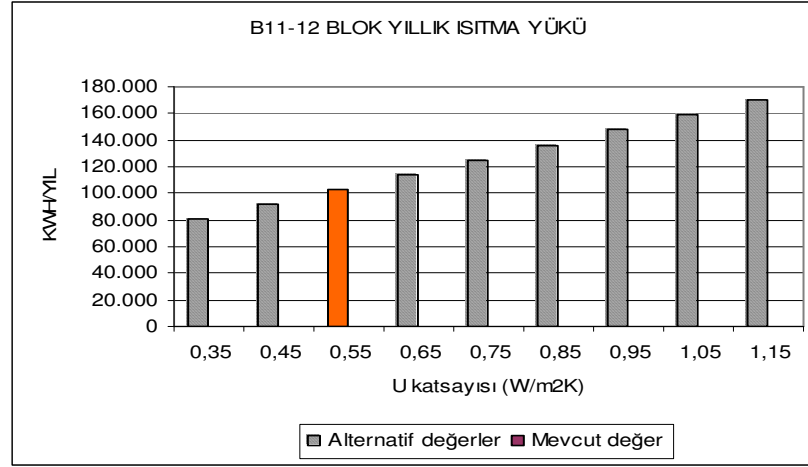
Şekil A.6. Blokların Birim Alan Başına Düşen Mevcut Yıllık Isıtma Ve Soğutma Yükleri



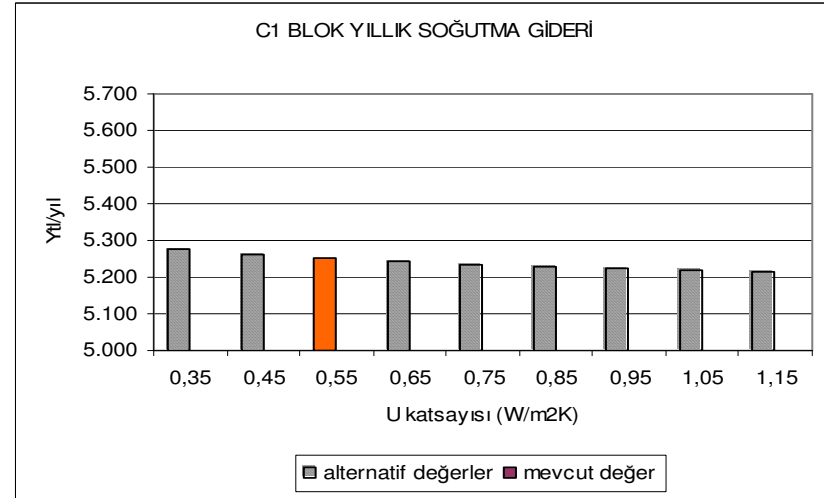
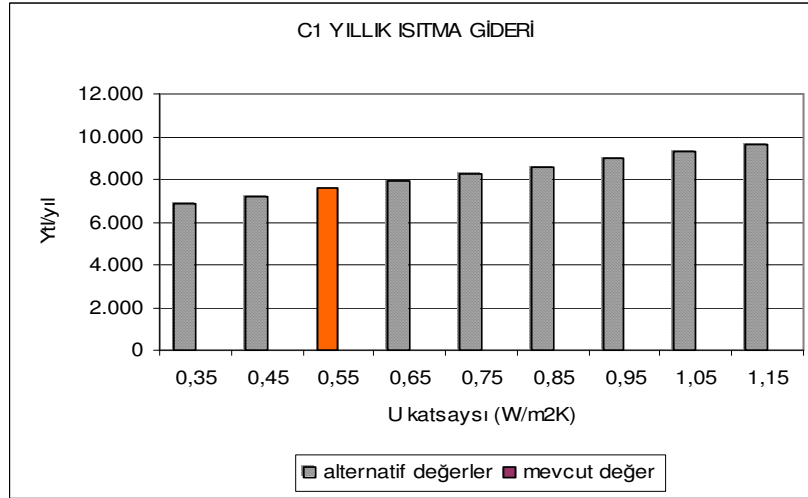
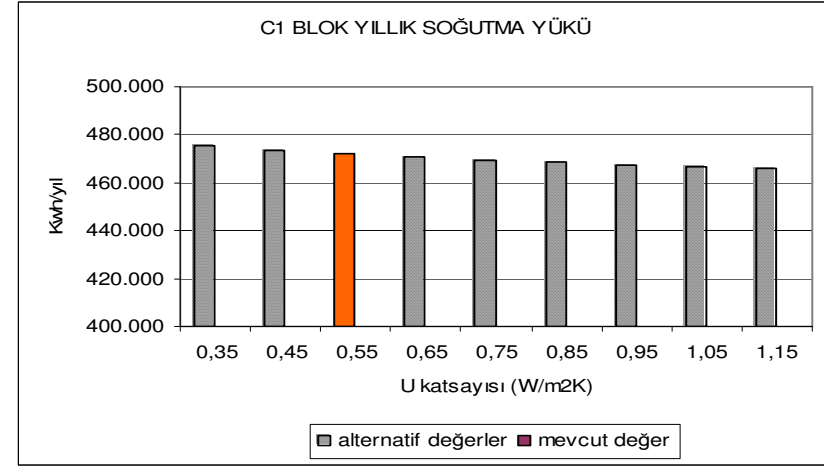
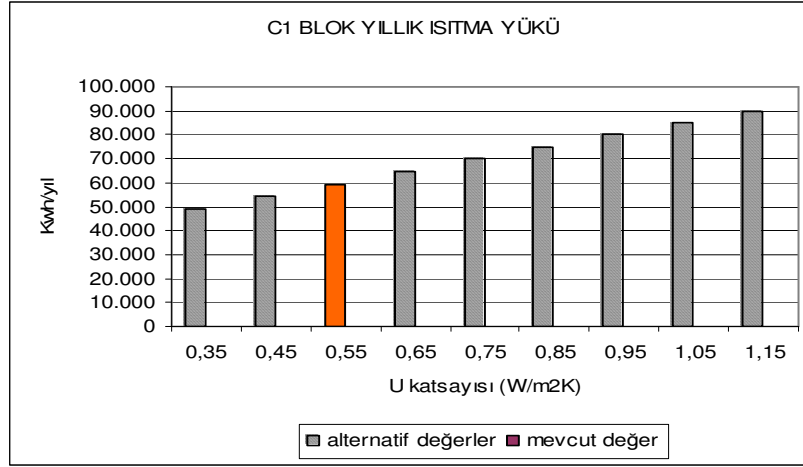
Şekil A.7. Blokların Birim Alan Başına Düşen Yıllık Enerji Giderleri



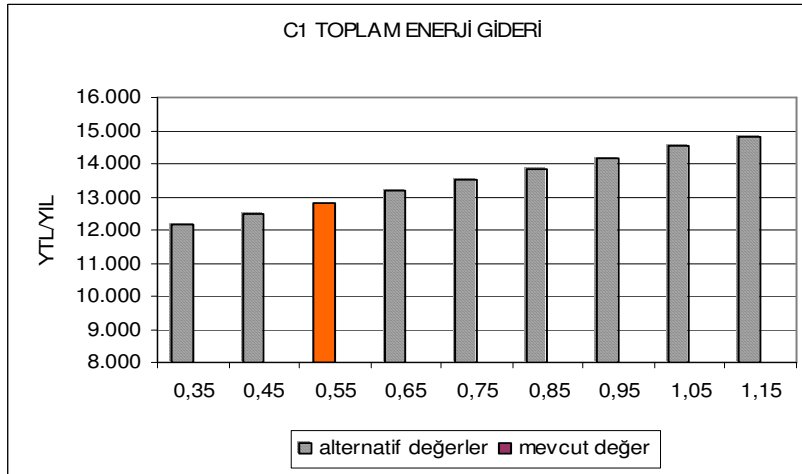
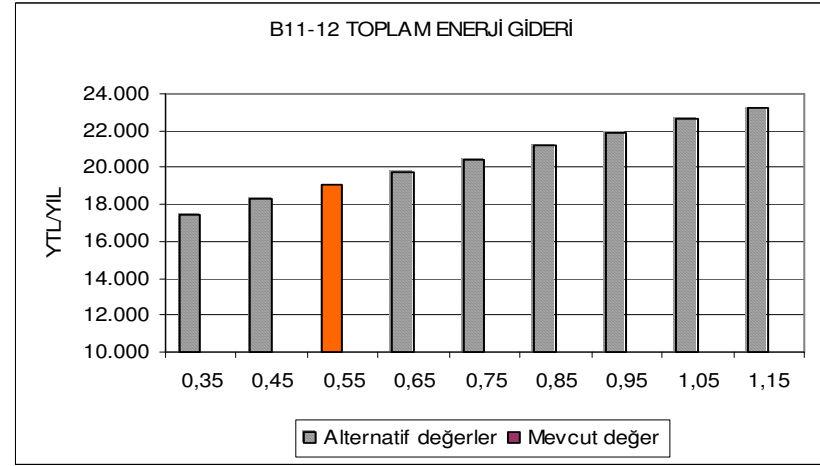
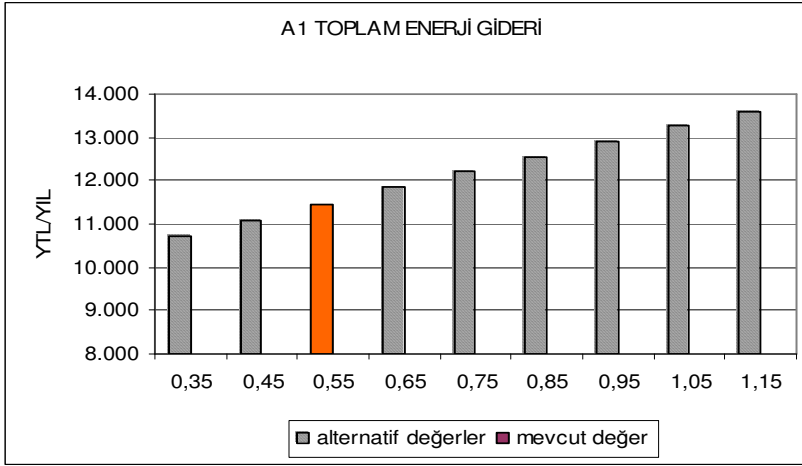
Şekil A.8. Farklı Opak Katmanlaşma Alternatifleri Önerilmesi Durumunda A Tipi Blokların Yıllık Isıtma, Soğutma Yükleri Ve Isıtma, Soğutma Giderleri



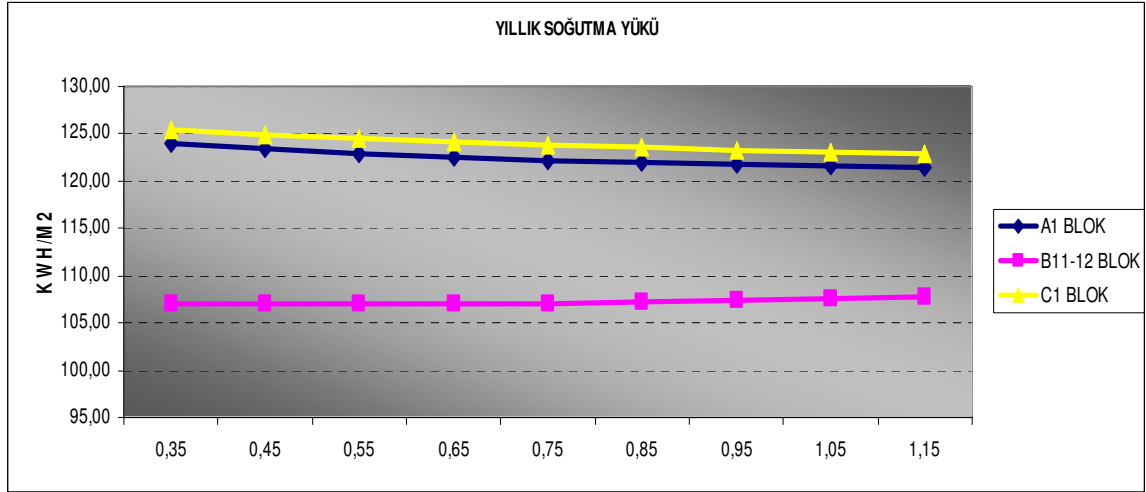
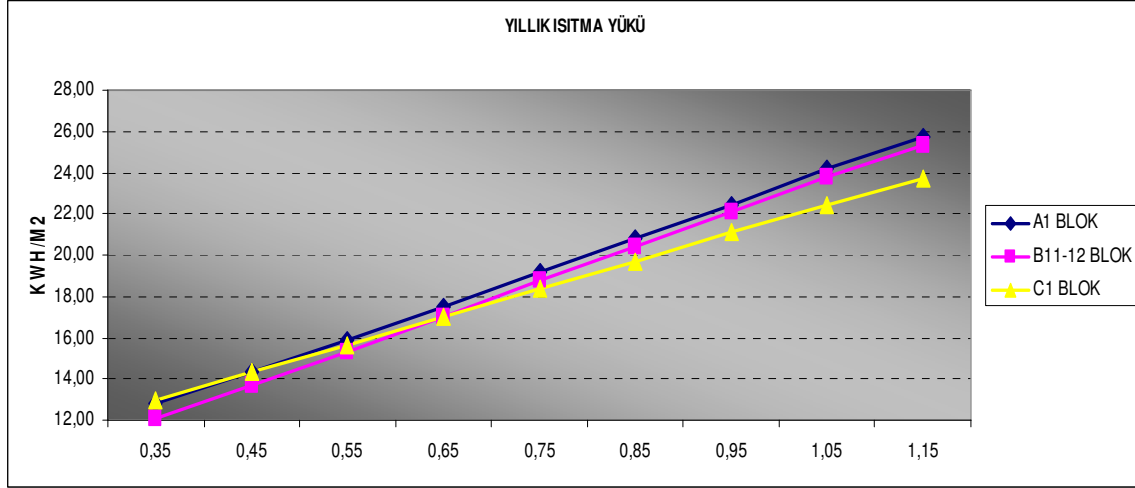
Şekil A.9. Farklı Opak Katmanlaşma Alternatiflerinin Önerilmesi Durumunda B Tipi Bloкта Yıllık Isıtma, Soğutma Yükleri Ve Isıtma, Soğutma Giderleri



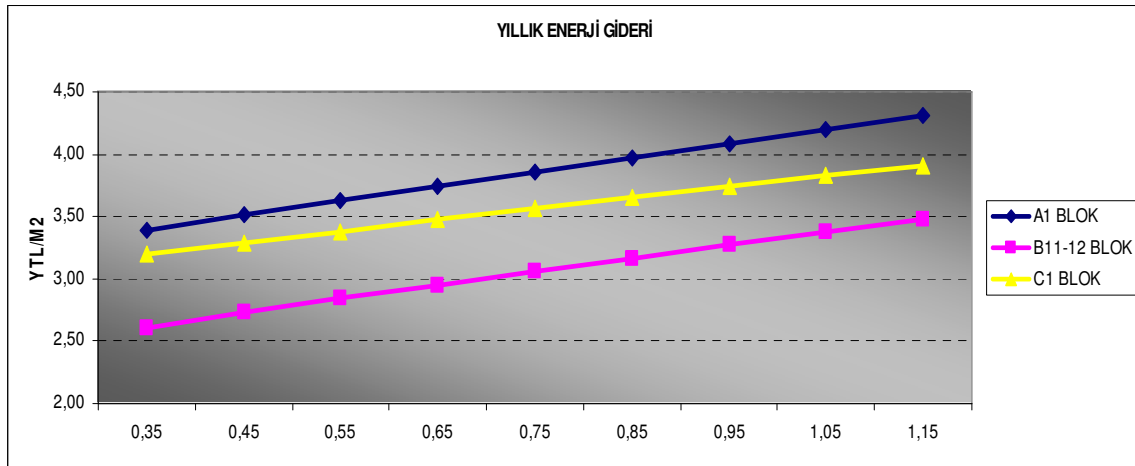
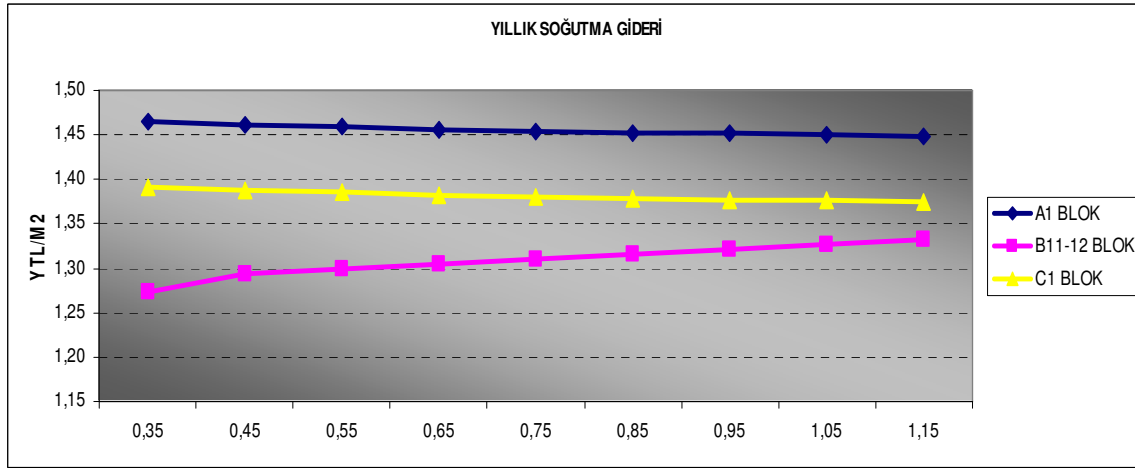
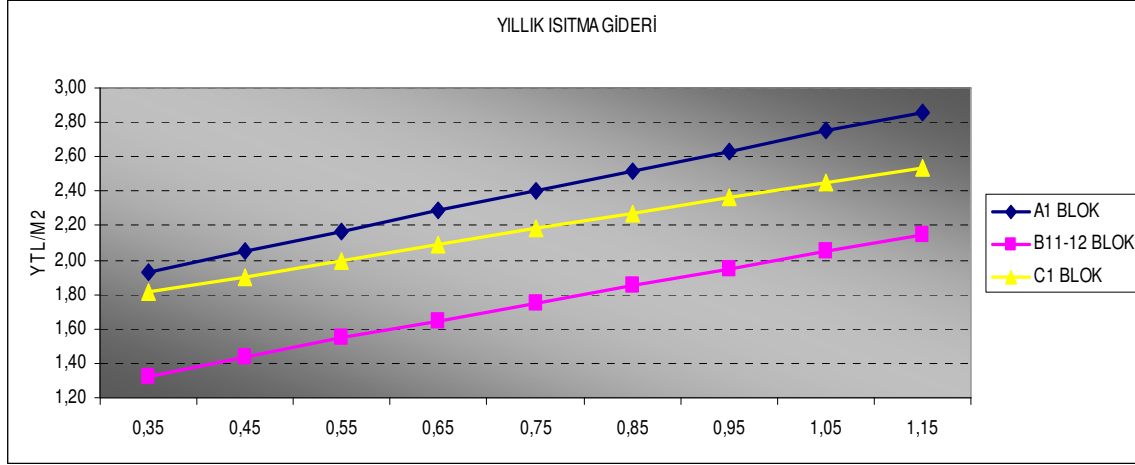
Şekil A.10. Farklı Opak Bileşen Alternatiflerinin Önerilmesi Durumunda C Tipi Bloкта Yıllık Isıtma, Soğutma Yükleri Ve Isıtma, Soğutma Giderleri



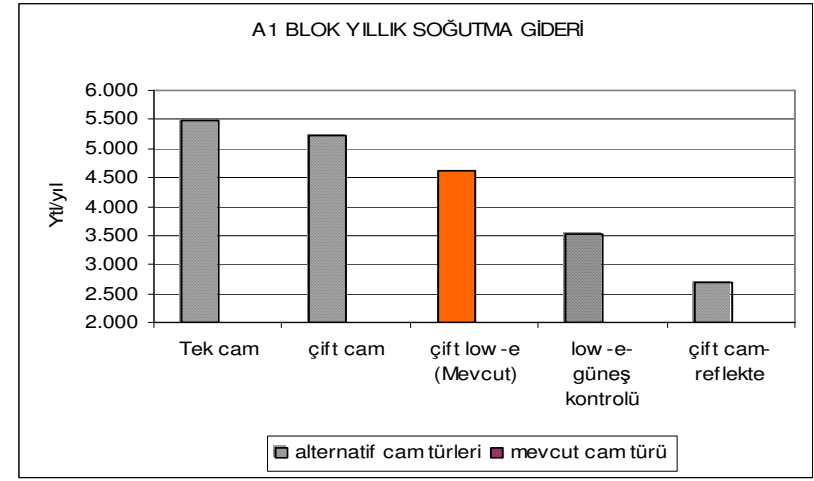
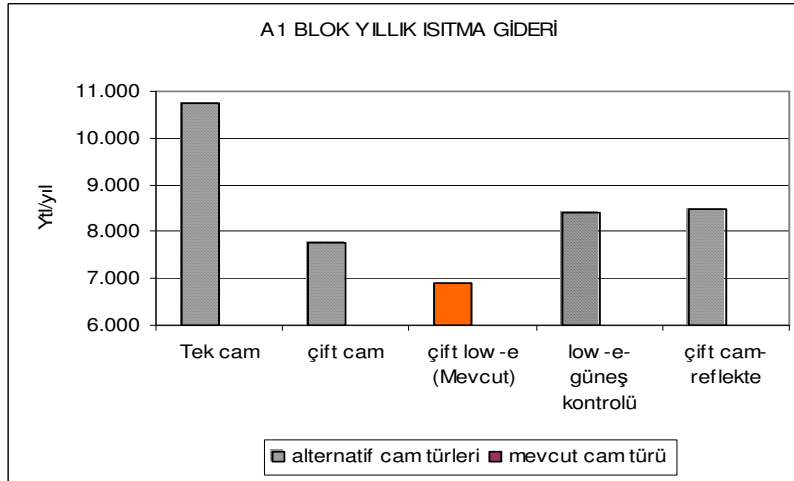
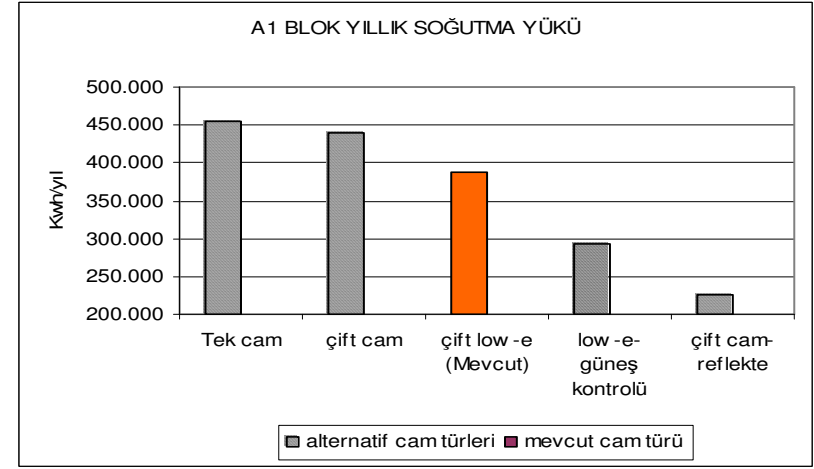
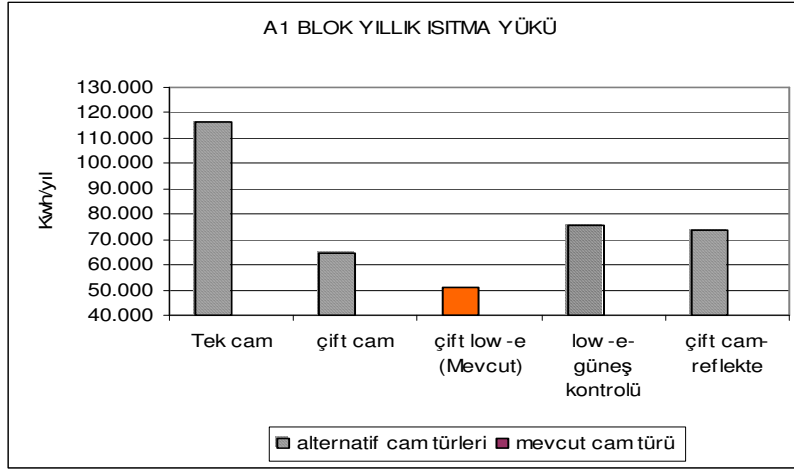
Şekil A.11. Farklı Opak Bileşen Alternatiflerinin Önerilmesi Durmunda Bloklardaki Yıllık Enerji Giderleri



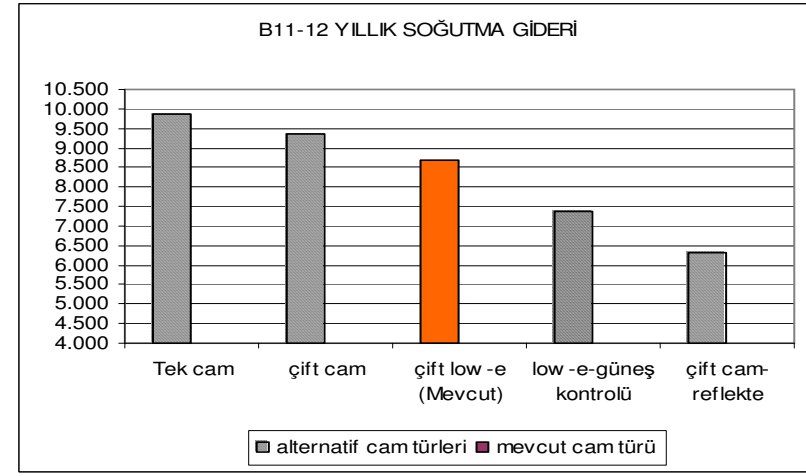
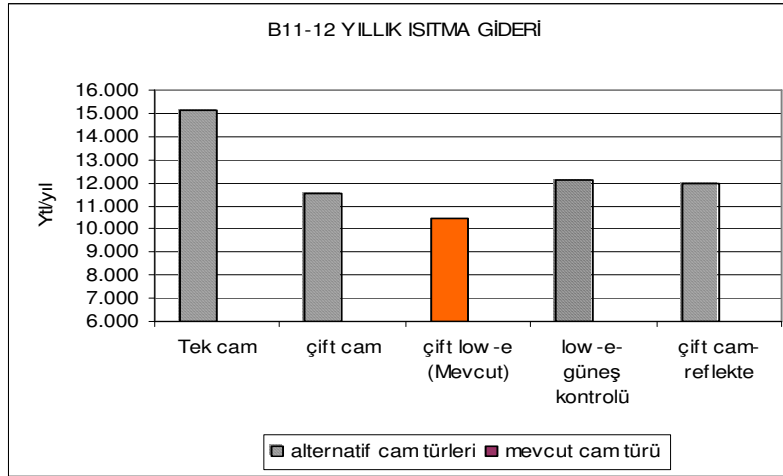
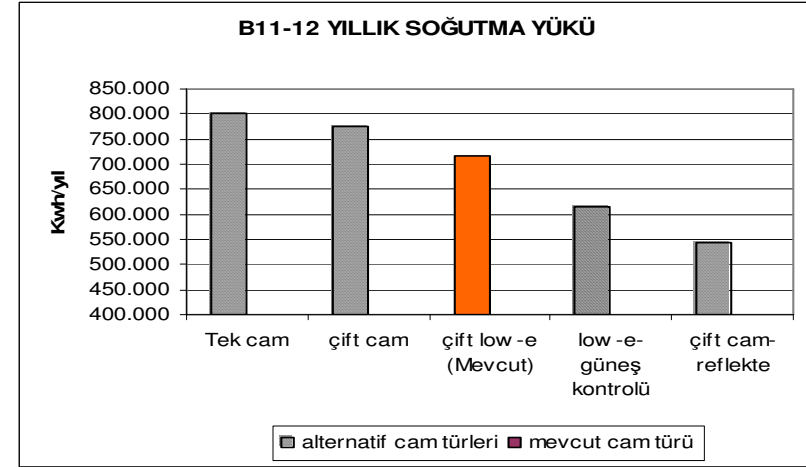
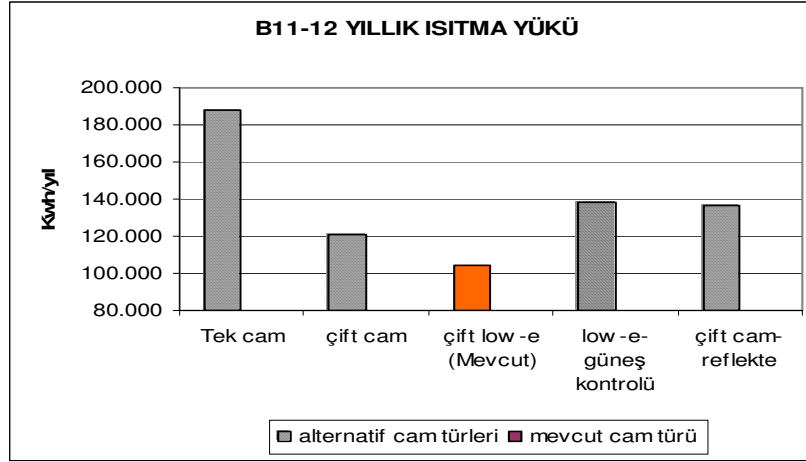
Şekil A.12. Farklı opak bileşen alternatiflerinin önerilmesi durumunda bloklarda birim alana düşen ısıtma ve soğutma yükleri



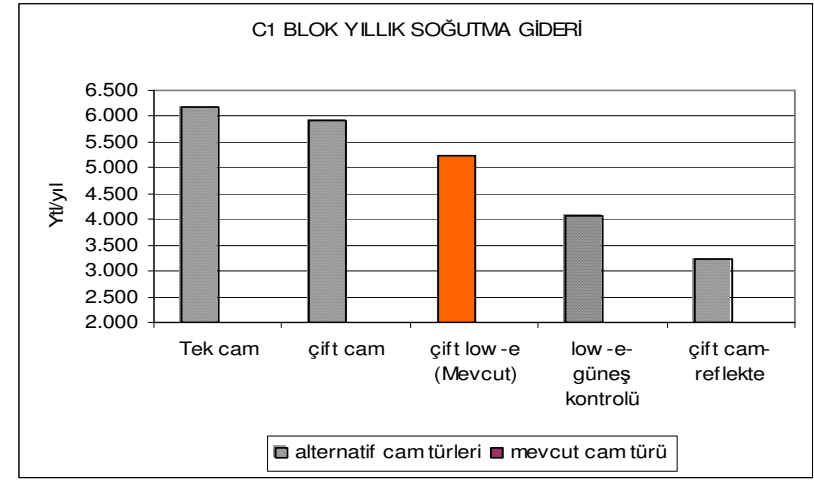
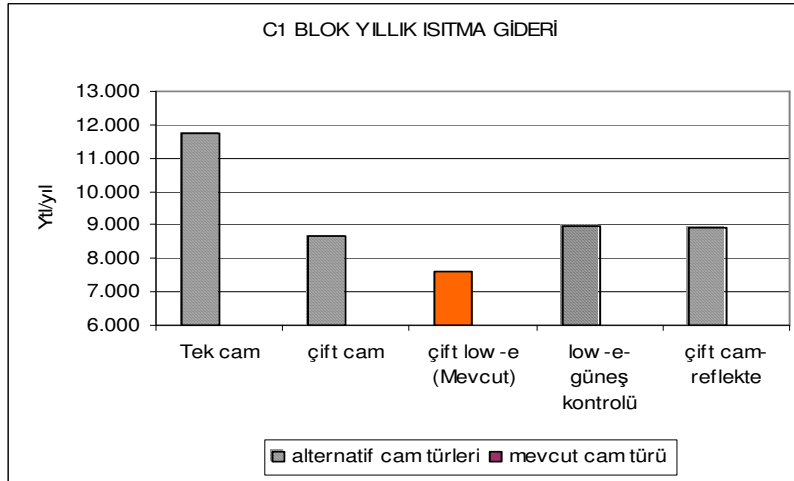
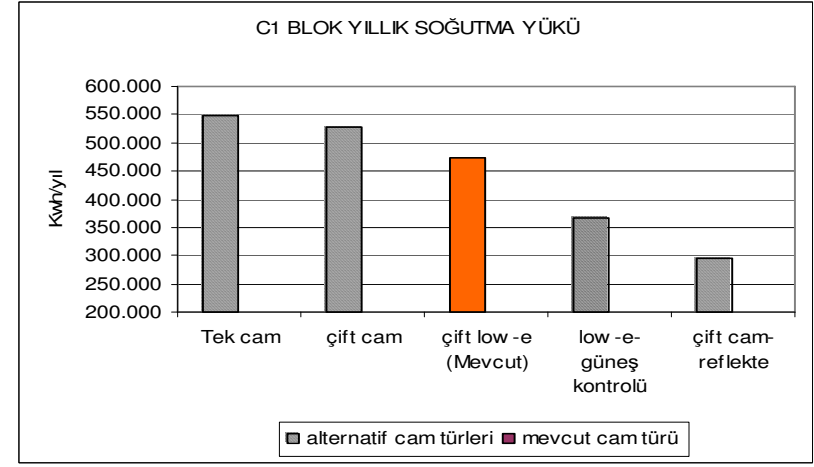
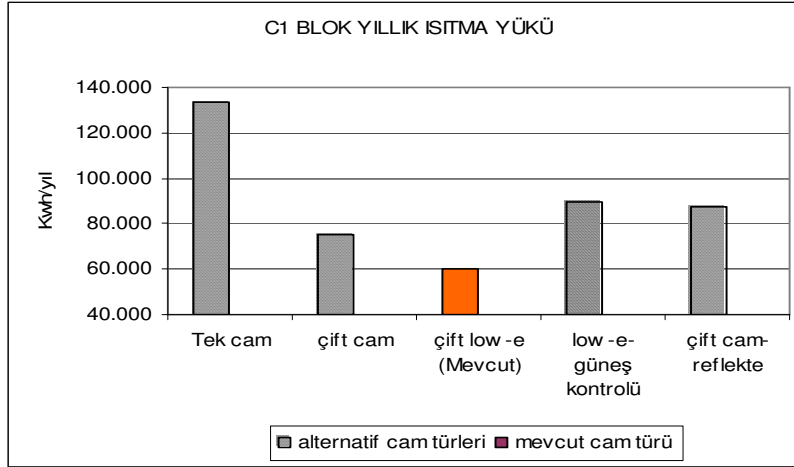
Şekil A.13. Farklı Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatiflerinin Önerilmesi Durumunda Bloklardaki Enerji Giderleri



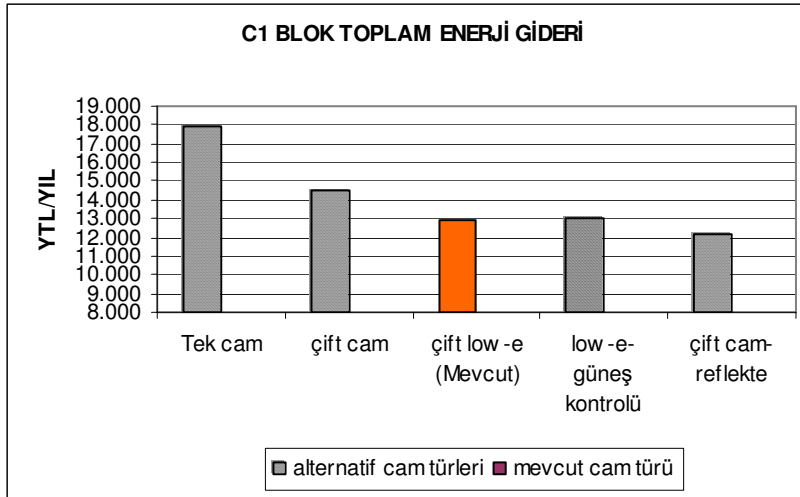
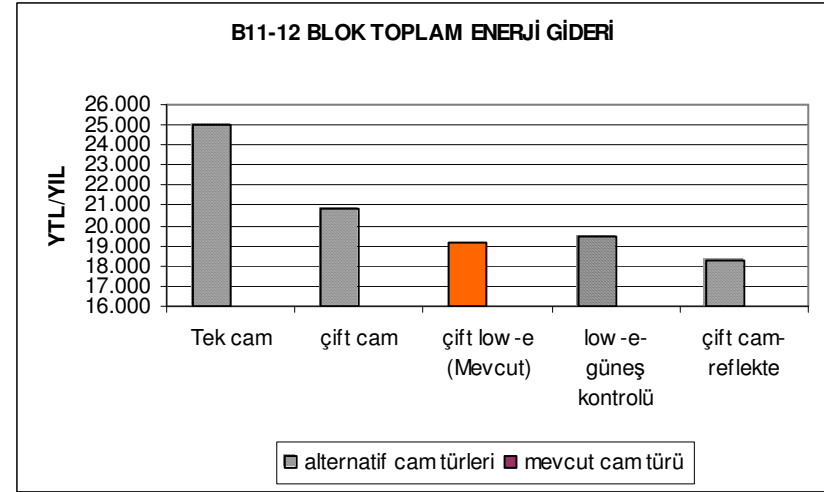
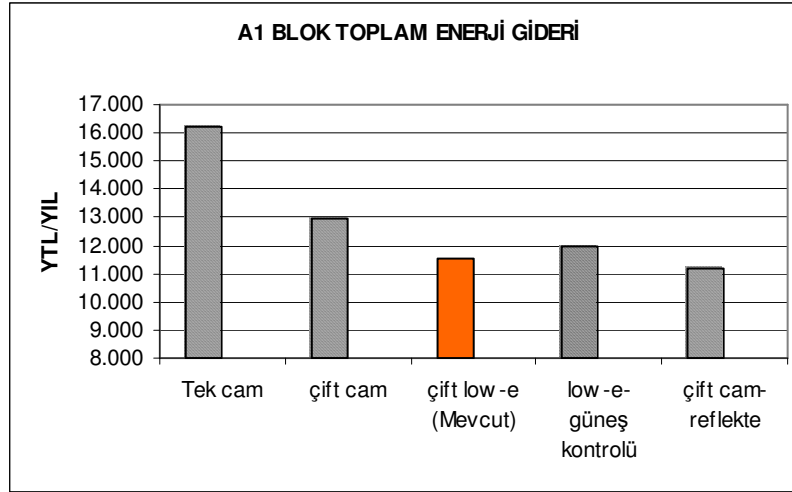
Şekil A.14. Farklı saydam bileşenlerinin önerilmesi durumunda a tipi bloktaki ısıtma, soğutma yükleri ve ısıtma , soğutma giderleri



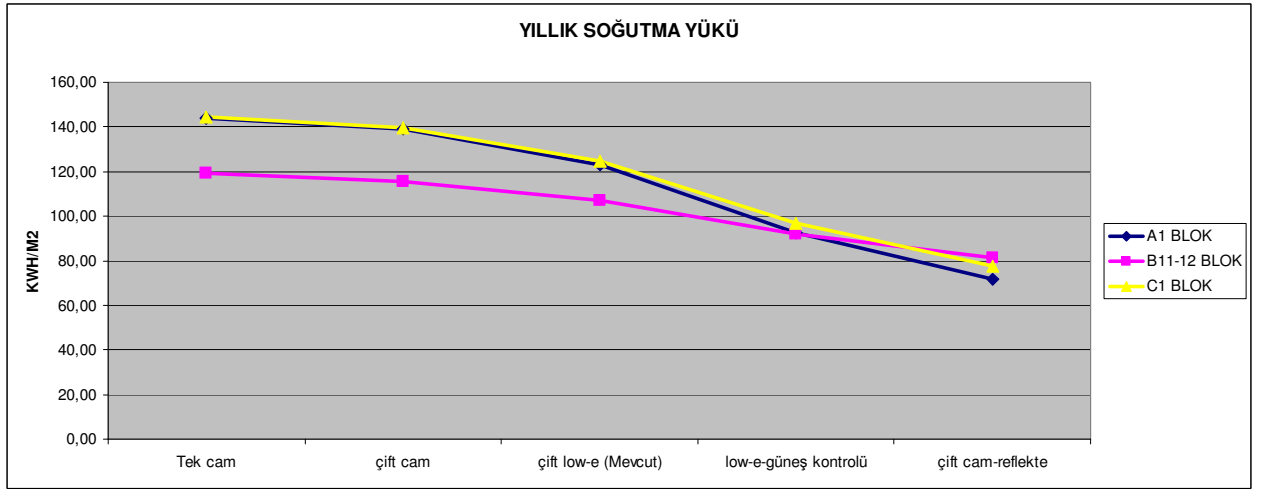
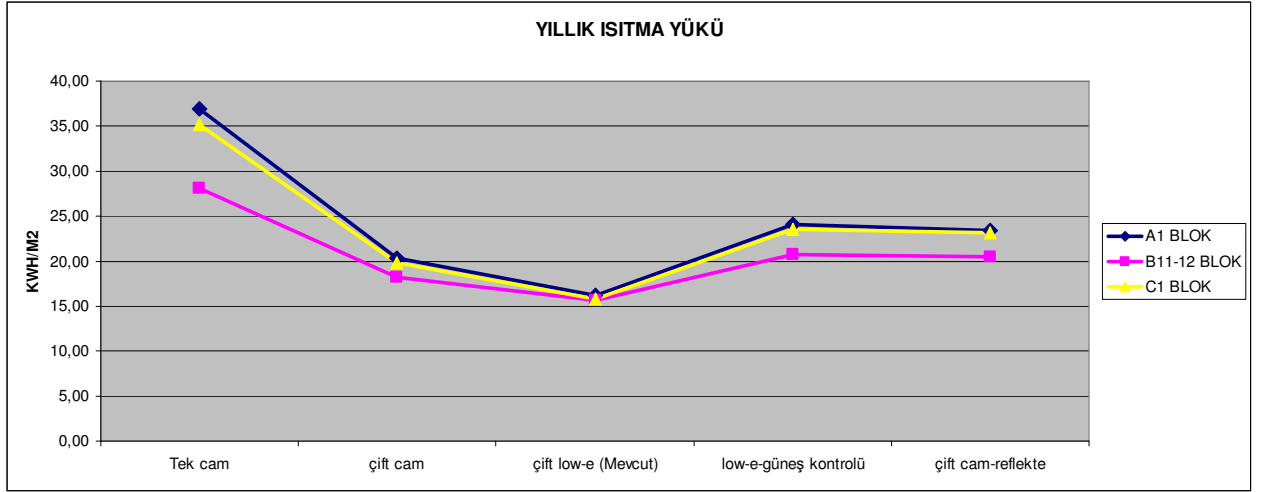
Şekil A.15. Farklı Saydam Bileşenlerinin Önerilmesi Durumunda B Tipi Bloklarda Yıllık Isıtma, Soğutma Yükleri Ve Isıtma, Soğutma Giderler



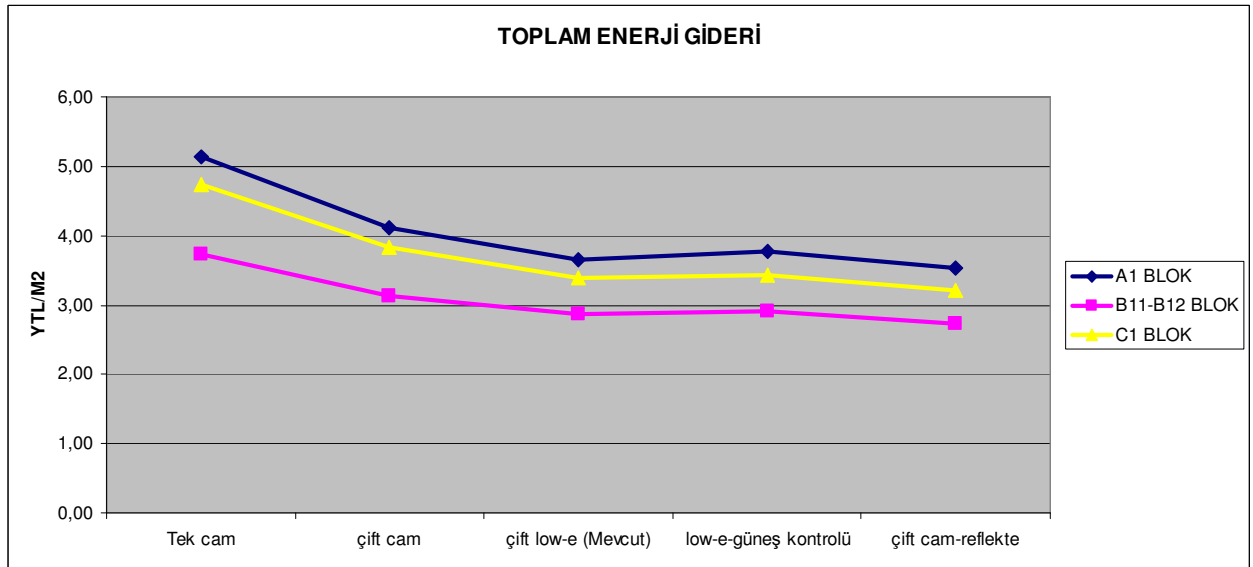
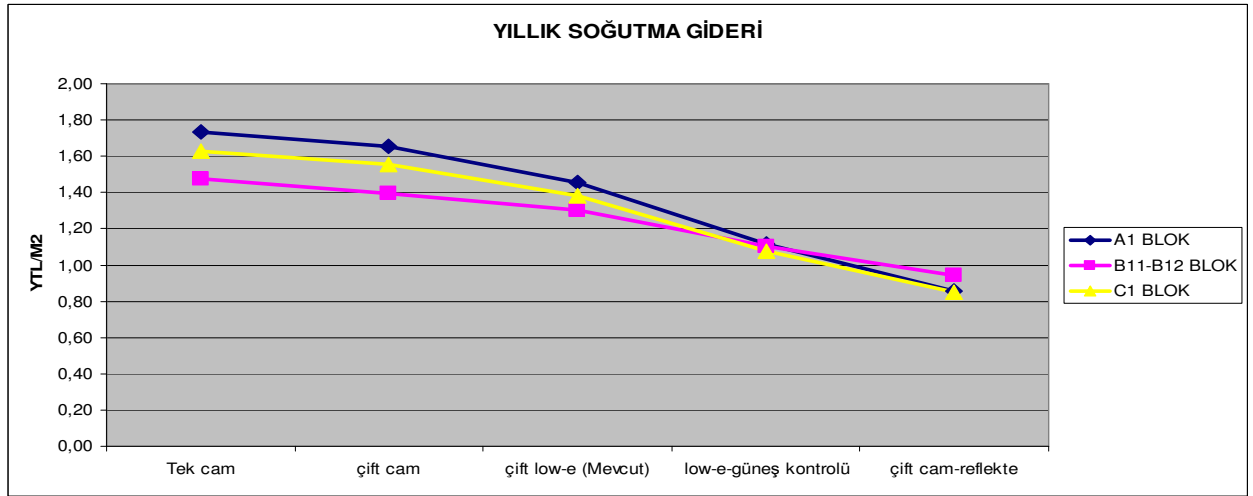
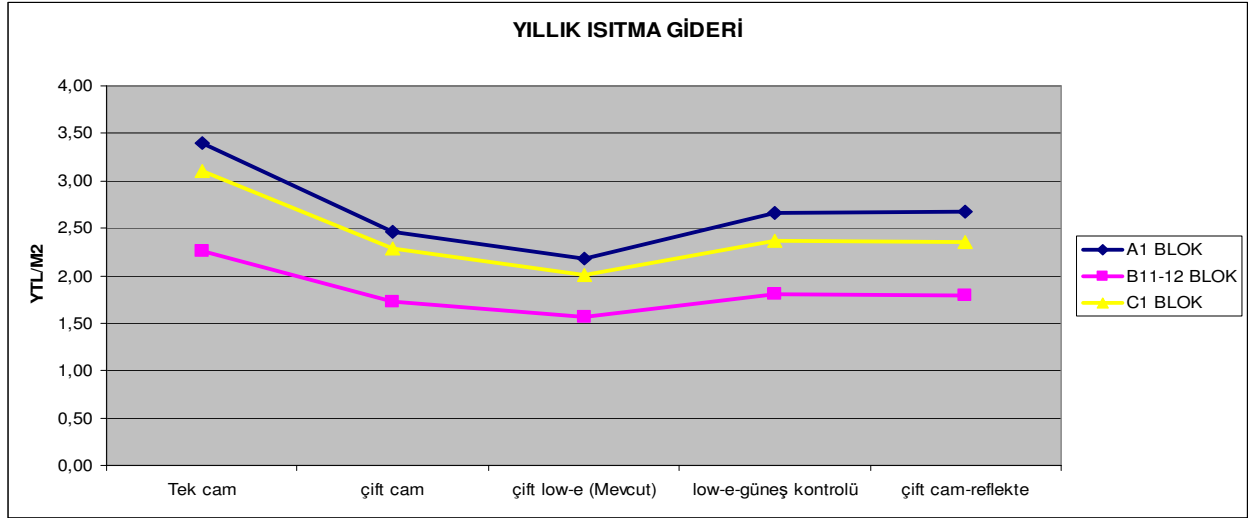
Şekil A.16. Farklı saydam bileşenlerin önerilmesi durumunda c tipi bloklardaki ısıtma, soğutma yükleri ve ısıtma, soğutma giderleri



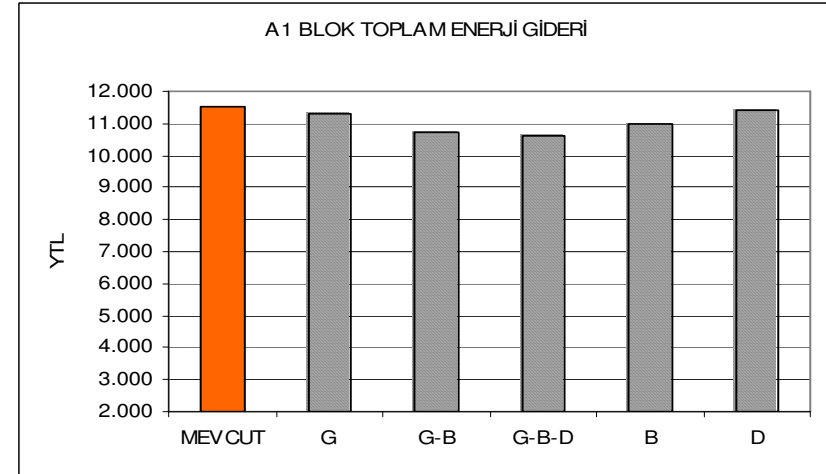
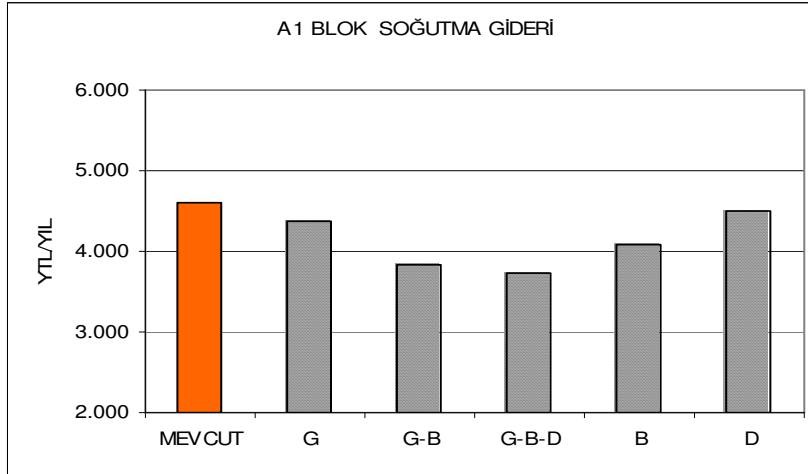
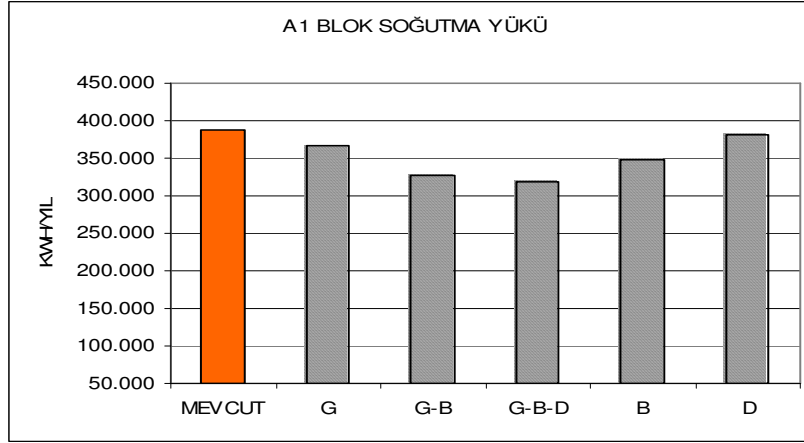
Şekil A.17. Farklı saydam bileşenlerinin önerilmesi durumunda bloklardaki toplam ısıtma ve soğutma giderleri



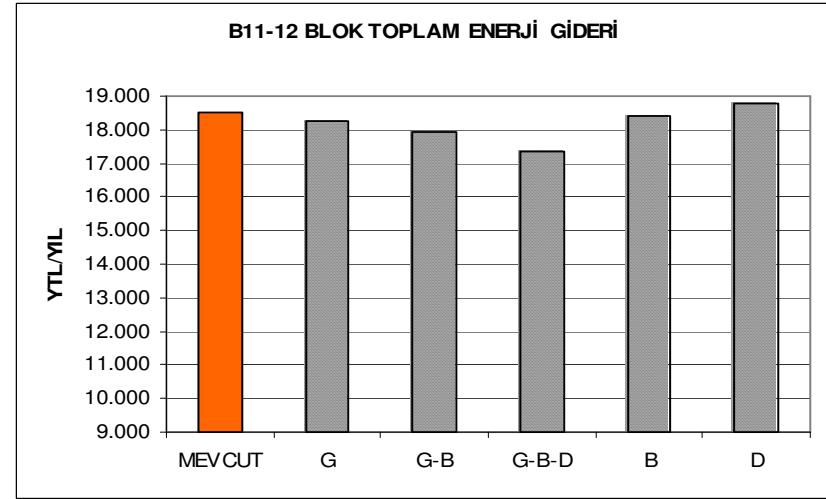
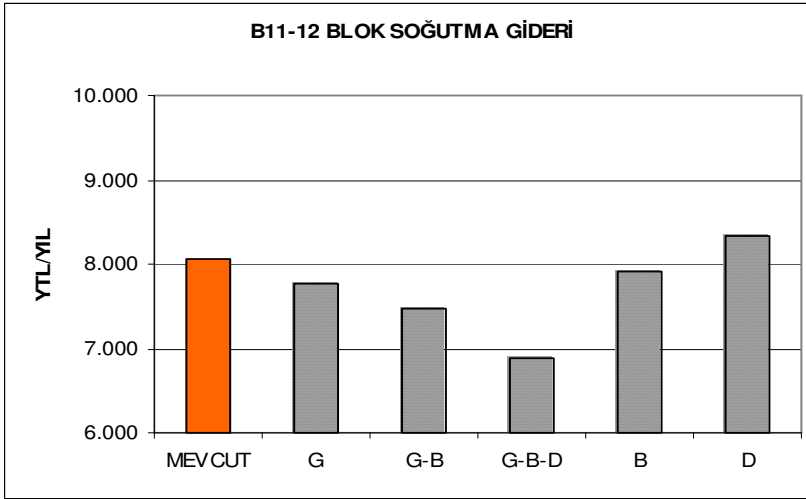
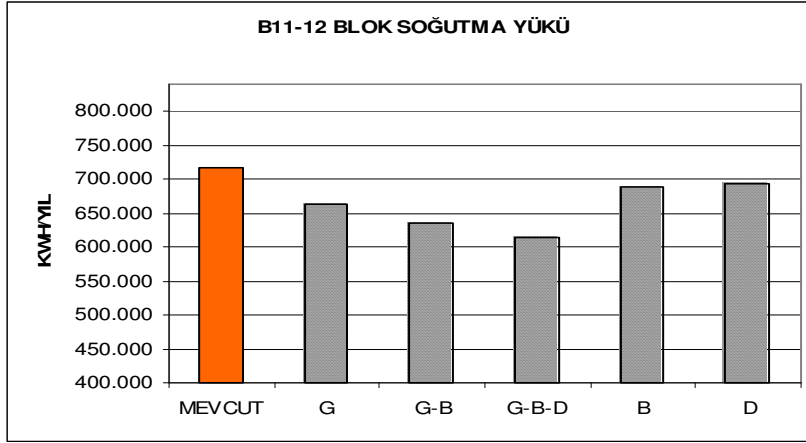
Şekil A.18. farklı saydam bileşenlerin önerilmesi durumunda bloklardaki birim alana düşen yıllık ısıtma ve soğutma yükleri



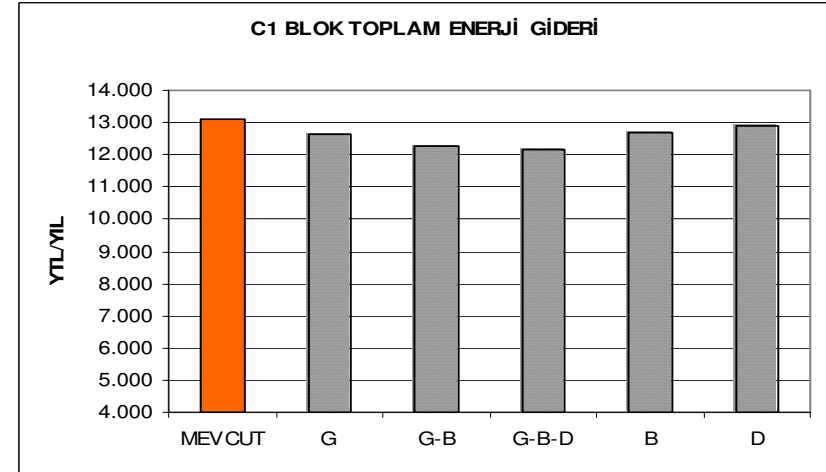
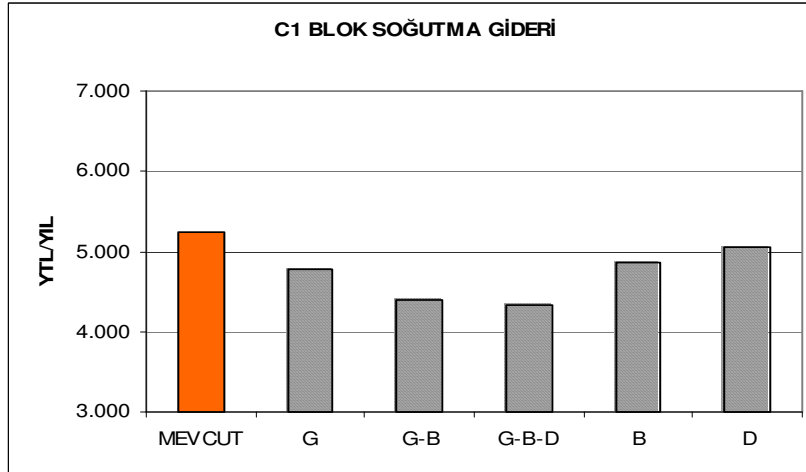
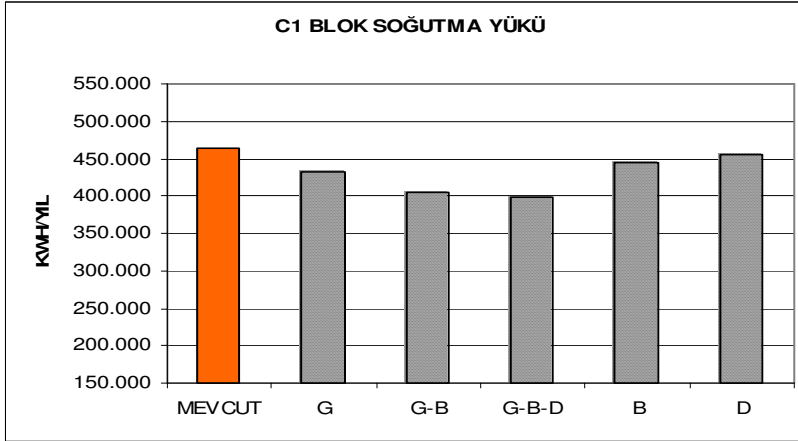
Şekil A.19. Farklı saydam bileşenlerinin önerilmesi durumunda bloklarda birim alan başına düşen yıllık enerji giderleri



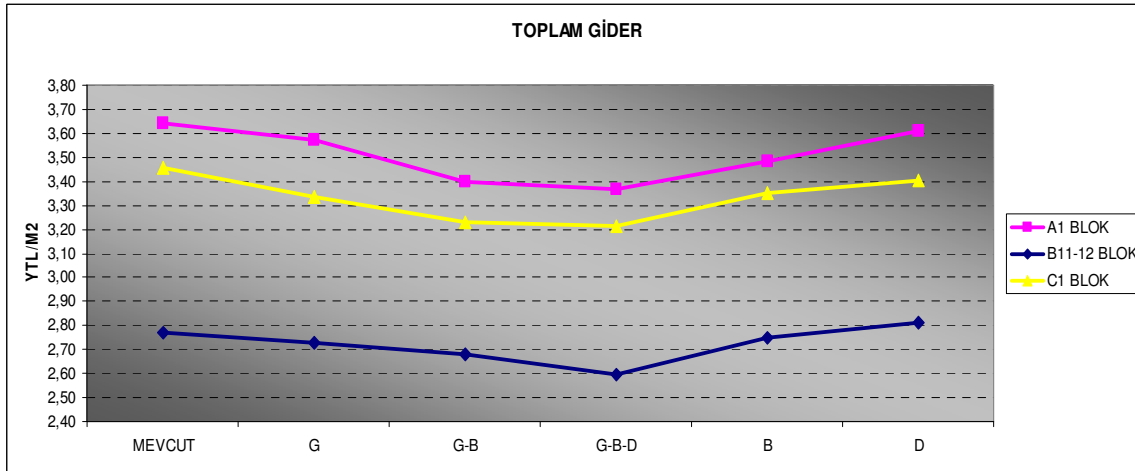
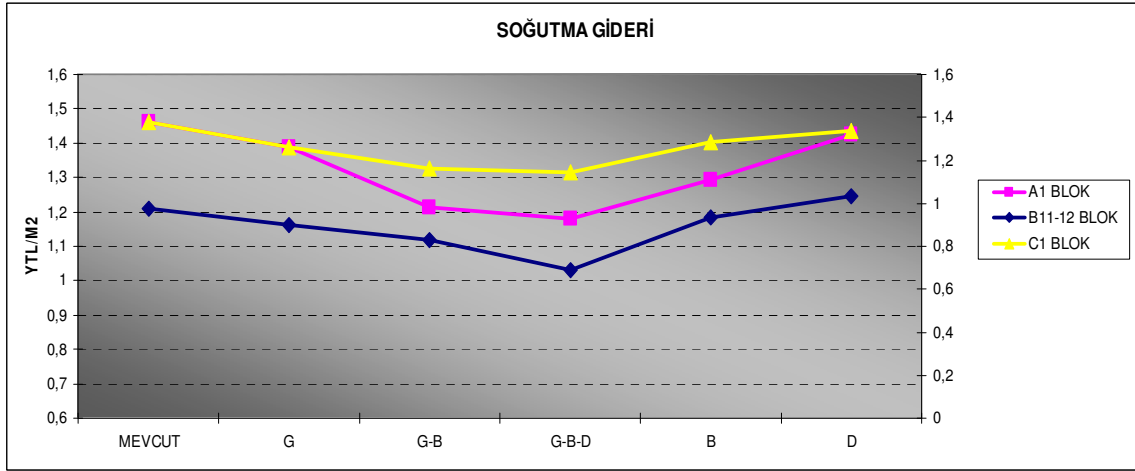
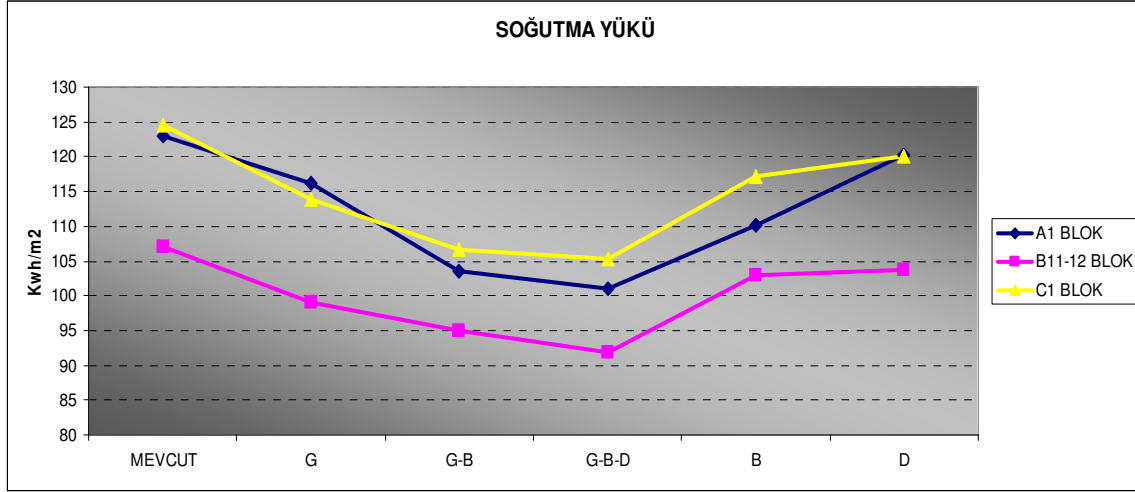
Şekil A.20. farklı yönlerde gölgeleme elemanlarının önerilmesi durumunda a tipi blokta yıllık soğutma yükleri, soğutma giderleri, toplam enerji giderleri



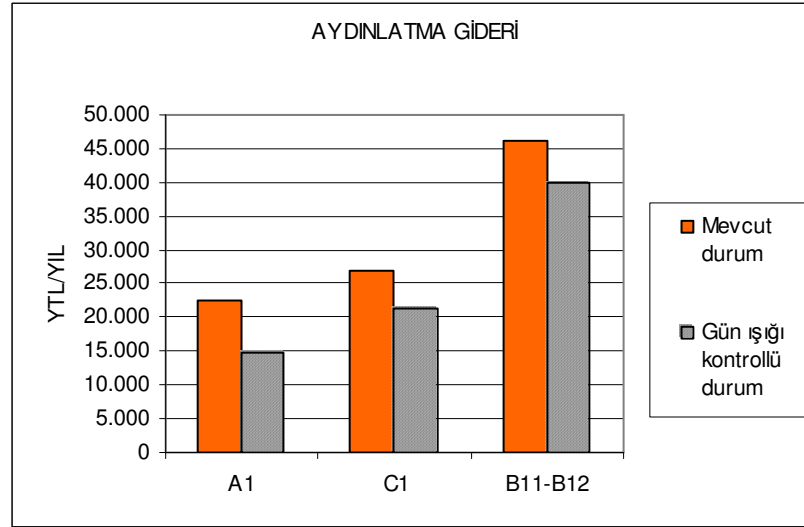
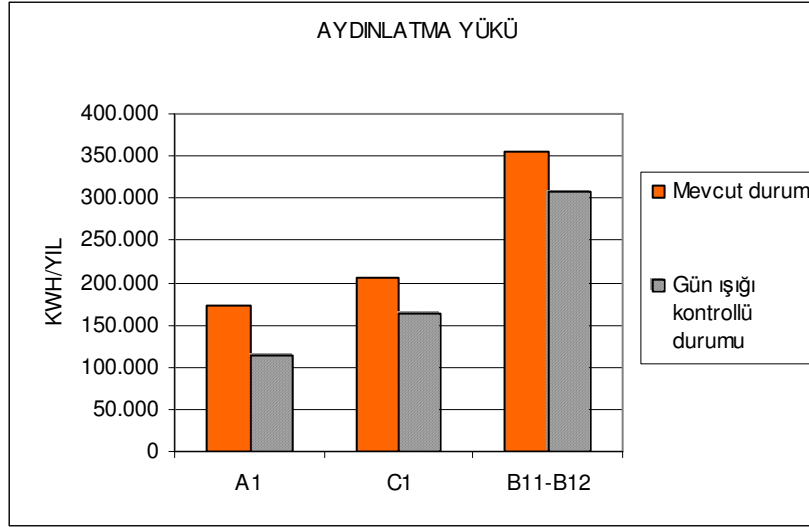
Şekil A.21. Farklı yönlerde gölgeleme elemanlarının önerilmesi durumunda b tipi bloklarda yıllık soğutma yükü,soğutma giderleri ve toplam enerji giderleri



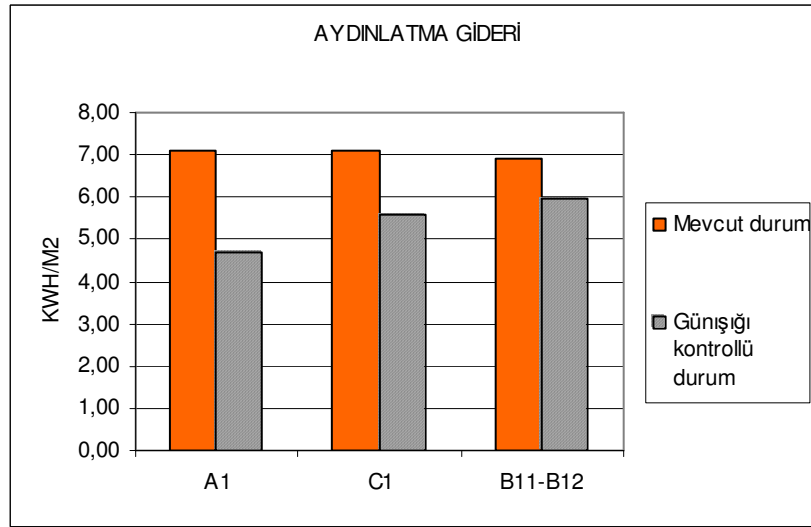
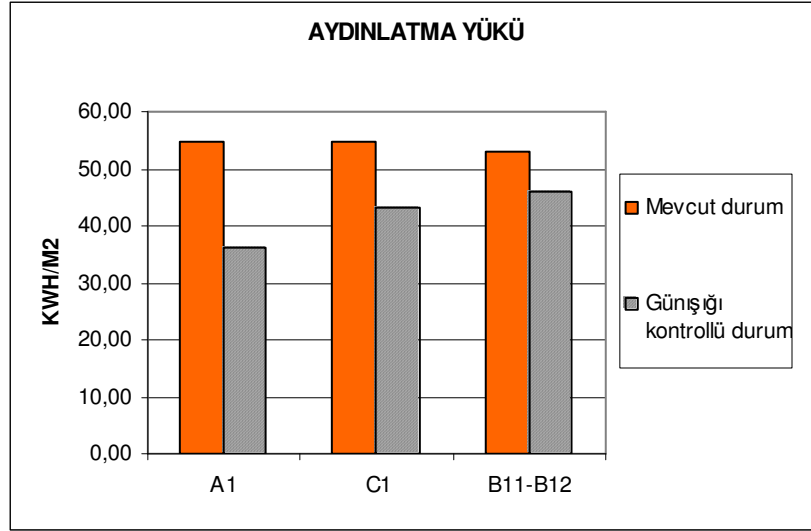
Şekil A.22. Farklı yönlerde gölgeleme elemanları öberilmesi durumunda C tipi blokta yıllık soğutma yükü, soğutma giderleri ve toplam enerji giderleri



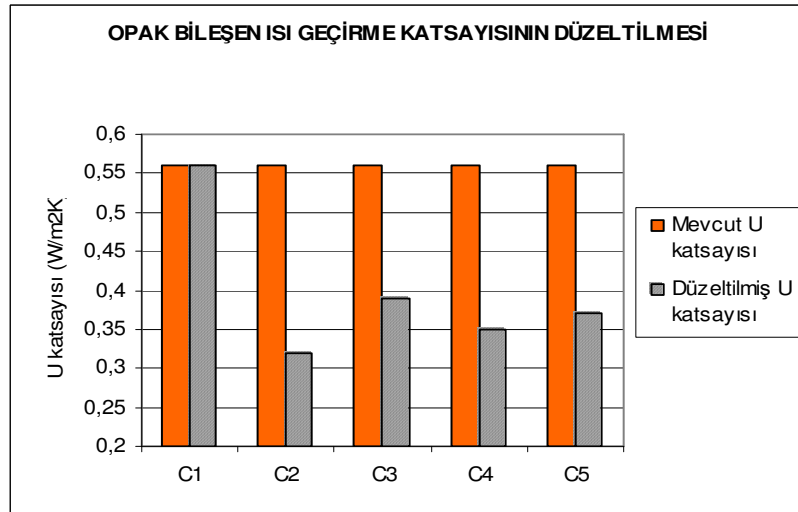
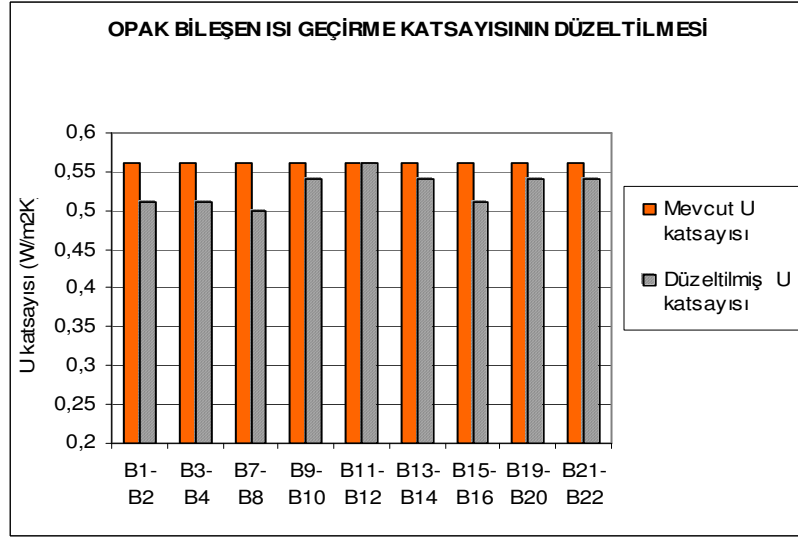
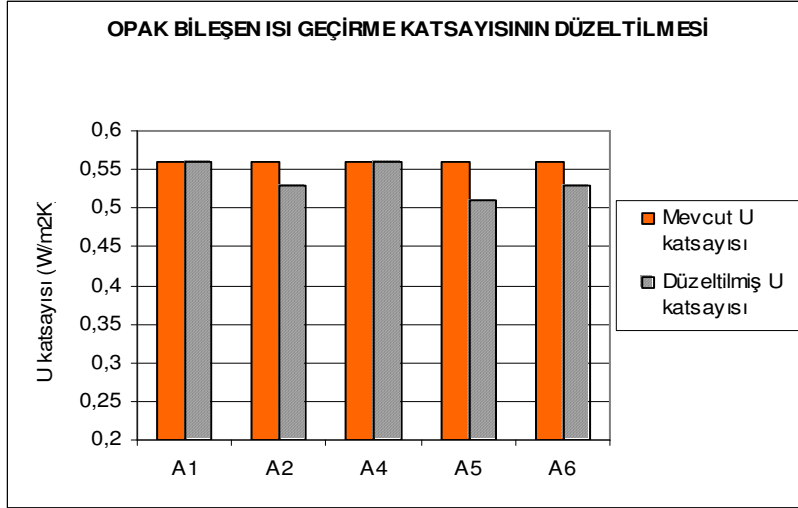
Şekil A.23. Farklı yönlerde gölgeleme elemanları önerilmesi durumunda bloklarda birim alana düşen soğutma yükleri, soğutma giderleri ve toplam enerji giderleri



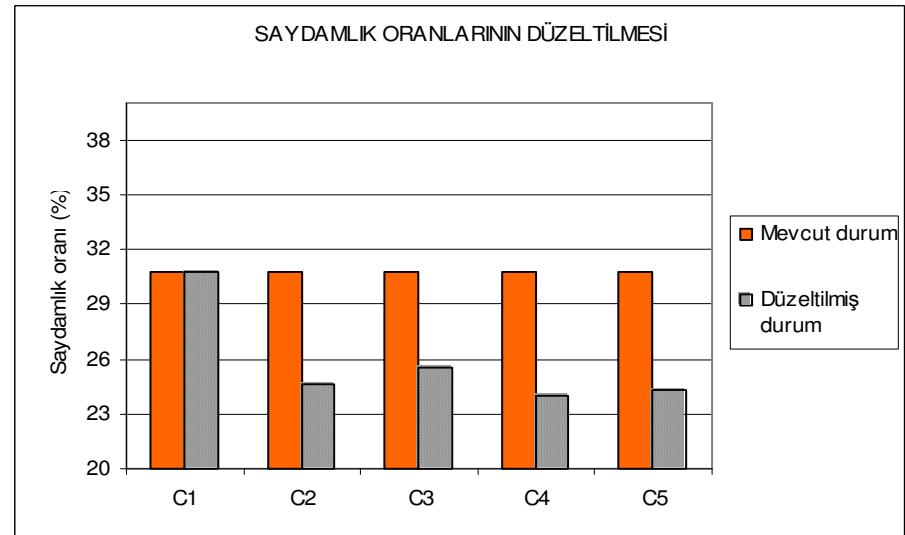
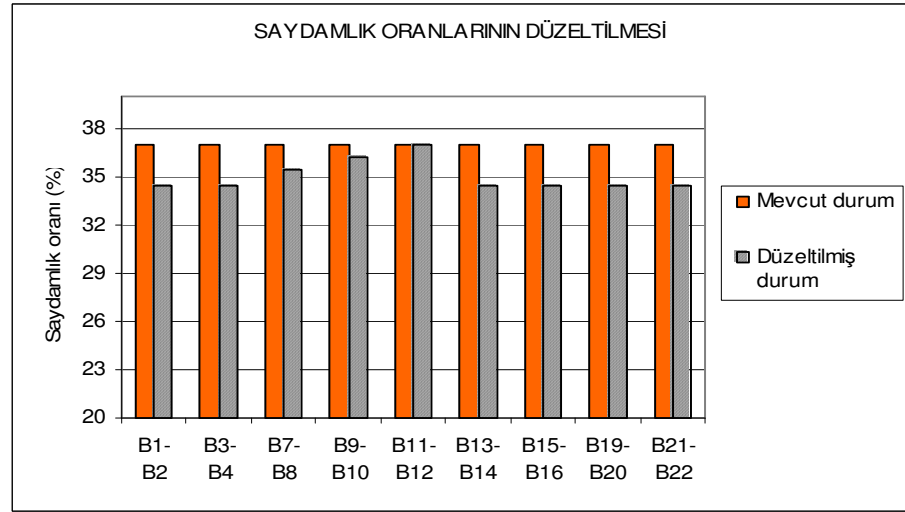
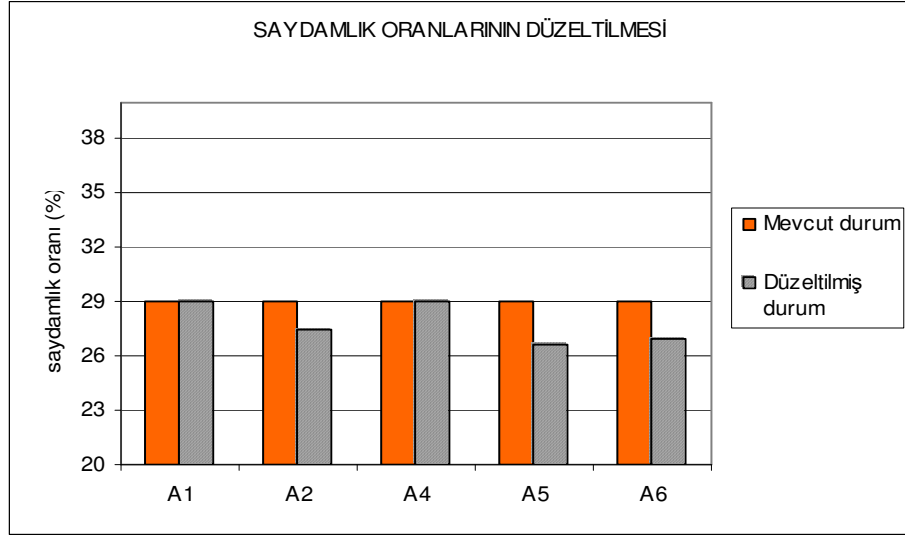
Şekil A.24. Günışığı kontrollü uygulanması durumunda bloklardaki yıllık aydınlatma yükü ve aydınlatma giderleri



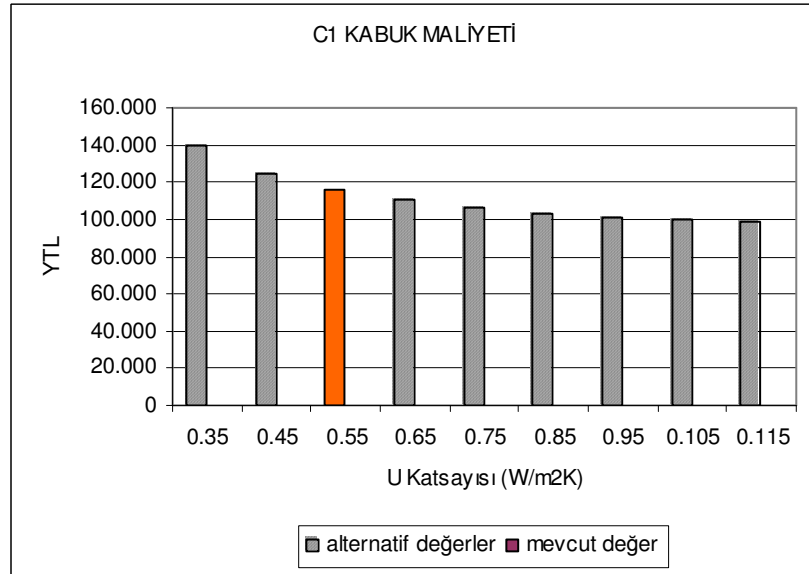
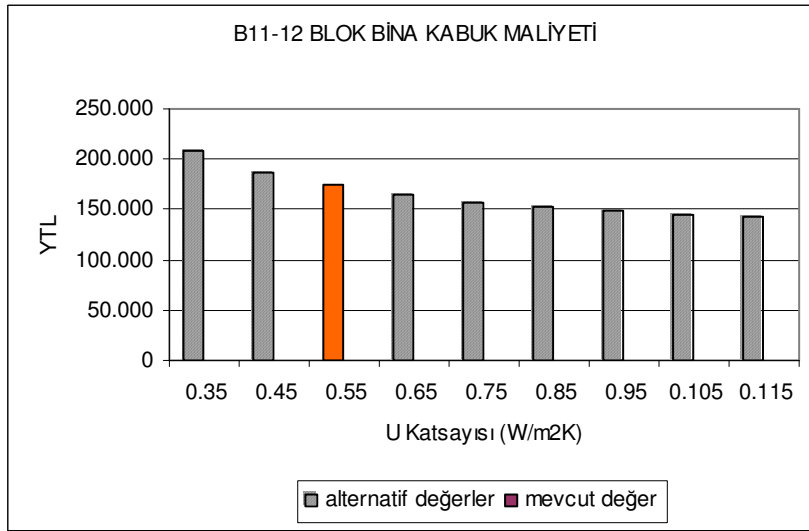
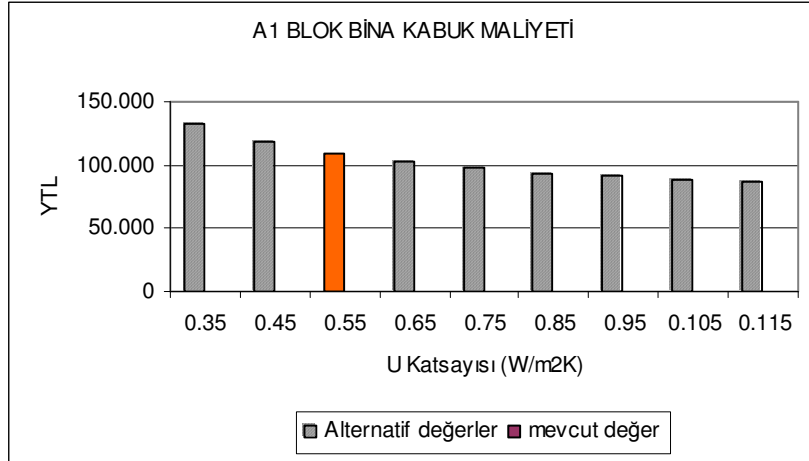
Şekil A.25. Güneş ışığı kontrollü uygulanması durumunda bloklardaki birim alan başına düşen yıllık aydınlatma yükü ve aydınlatma giderleri



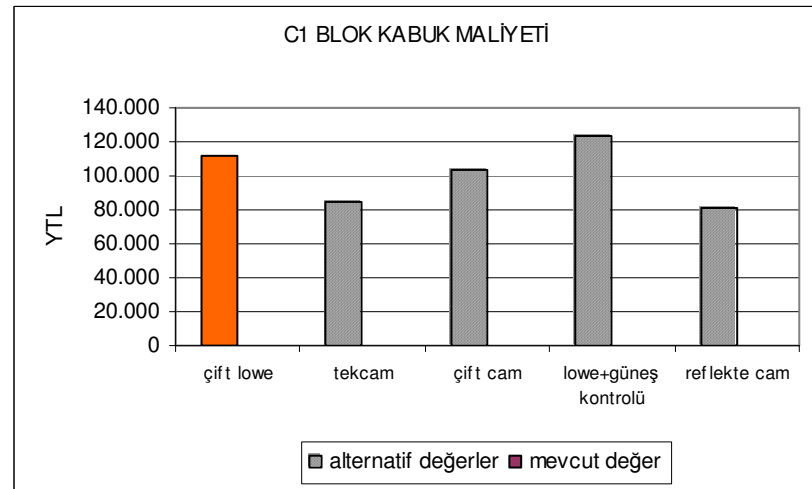
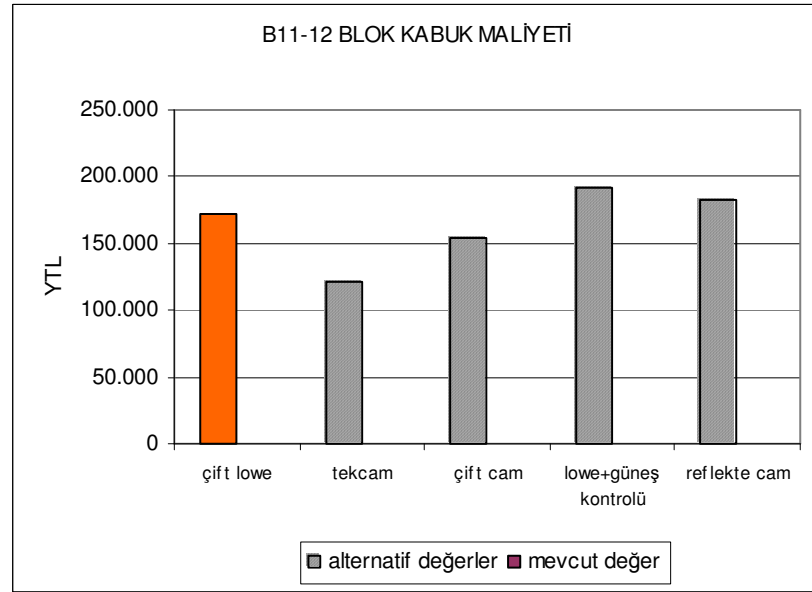
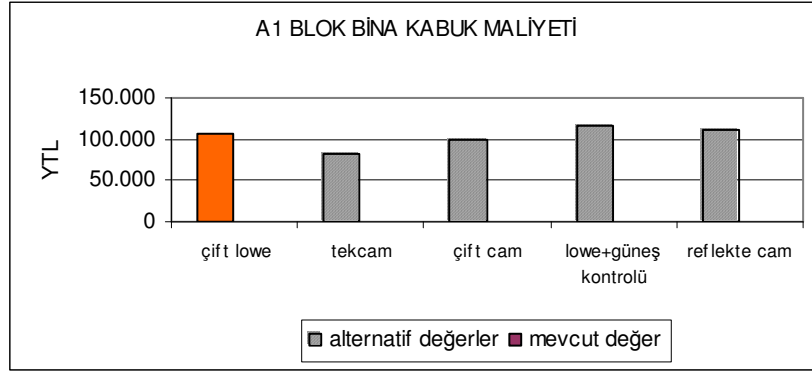
Şekil A.26. Blokların Enerji Giderlerinin Minimum Enerji Giderini Sağlayan Bloklara Eşdeğer Olacak Şekilde Düzeltilmesi



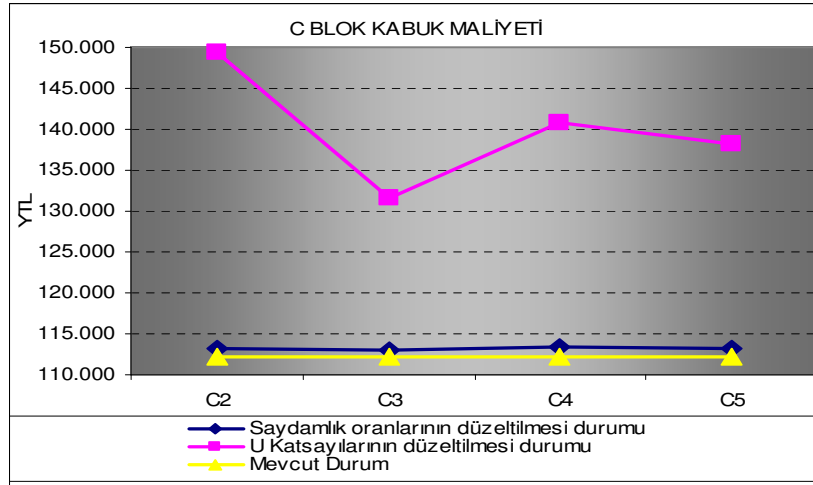
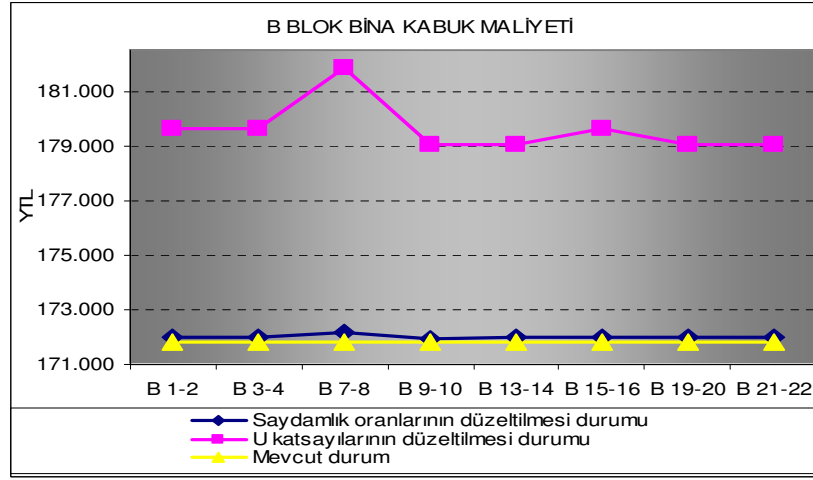
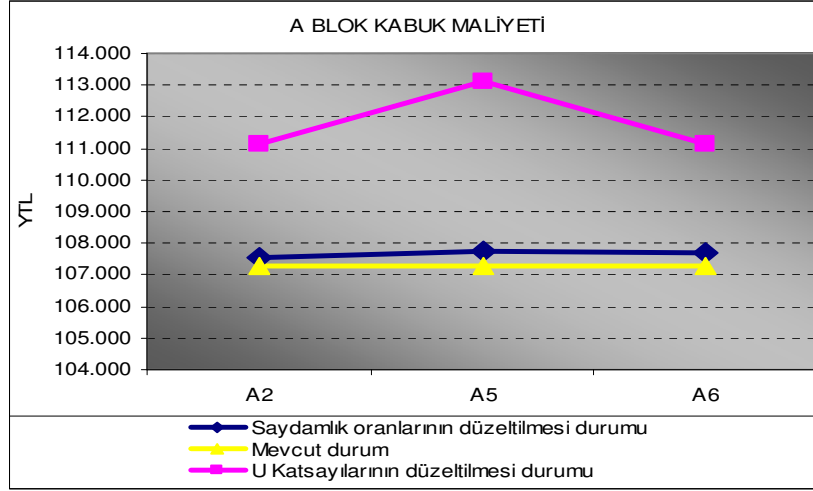
Şekil A.27. Blokların Enerji Giderlerinin Minimum Enerji Giderini Sağlayan Bloklara Eşdeğer Olacak Şekilde Saydamlık Oranlarının Düzeltilmesi



Şekil A.28. Farklı Isı Geçirme Katsayılarında Opak Bileşenlerine Sahip Blokların Bina Kabuk Maliyetleri



Şekil A.29. Farklı Cam Türlerine Sahip Blokların Bina Kabuk Maliyetleri



Şekil A.30. Mevcut Termonfiziksel Değerleri Değiştirilen Blokların Bina Kabuk Maliyetleri

EK-B Bina Enerji Simülasyon Programı E-Quest

Bina simulasyon programları arasında yer alan e-Quest 3.55 programı, Doe-21.1e simulasyon programıyla entegre çalışmaktadır. Program Doe 2.21e 'den farklı olarak verileri Windows ortamında girilmesine yardımcı olmakta ve hesaplanan sonuçları grafikler şeklinde derleyerek aktarabilmektedir.

Enerji etkin bina tasarımı yaklaşımında, programın kullanılmasının oldukça yararlı olacağı düşünülmektedir. Tasarlanmış veya tasarlanmakta olan binanın simülasyonu yapıldıktan sonra, bina tasarım parametreleri üzerinde sayısız alternatif üretilip bu alternatiflerin enerji tasarrufları birbirleriyle karşılaştırmalı olarak görülebilmektedir. Önerilen alternatiflerin enerji ekonomisi açısından da karşılaştırılması için yaşam dönemi maliyetleri hesaplanabilmektedir. Fakat bu hesaplamaların yapılabilmesi için o bölgeye ait eskalasyon ve indirgeme oranları, enerji birim fiyatları, malzeme birim fiyatları vb. gibi yaşam dönemi maliyeti hesaplarında kullanılan girdilerden oluşan bir tablonun hazırlanması gerekmektedir.

Program, Doe-21.1e'de oluşturulmuş bir veri dosyasının simülasyonunun yapılmasına da olanak sağlamaktadır. Ancak E-quest'te hazırlanacak veri dosyasında verilerin girilmesinde hata yapılma payı oldukça düşüktür.

Bu nedenle bu program ile daha kısa zamanda tasarım evresindeki projelerde daha fazla verim alınabilmekte ve tasarımın kararlaştırılması süresi en aza indirilebilmektedir.

Hesaplamalarda öncelikle simülasyonun yapılacağı bölgeye ait meteorolojik verilerden oluşan bir meteorolojik veri dosyasına ihtiyaç duyulmaktadır. Program, binanın hiçbir engel tarafından gölgelenmediğini varsaymakta, daha sonraki adımlarda binaya ait verilerin de belirtilmesiyle hesaplamaları bu doğrultuda yapmaktadır.

Günlük ortalama toplam ışıınımı miktarlarına ,hava sıcaklığına, rüzgar hızına ve hava nemlilik oranlarına bağlı olarak, istenilen yön ve eğimlerdeki yapı yüzeylerini etkileyen doğrudan, yaygın ve yansımış ışıınım yeğniliklerinin günlük değişimi, opak kabuk bileşenin iç yüzey sıcaklığı, opak ve saydam kabuk bileşenlerinde oluşan ısı

kayıpları, saydam bileşen türlerine bağlı olarak, camın yutuculuk, geçirgenlik ve yansıtıcılık katsayıları ve sol-air sıcaklıkları programda hesaplanmaktadır. Ancak hesaplamalarda zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü ihmal edilmektedir.

Sonuçların genel bir bölümü grafikler şeklinde derlenirken, yapılan bütün hesaplamalar ve sonuçlar output(çıkıtı) dosyasında görülebilmektedir. Bütün sonuçlar özet raporlar şeklinde yaklaşık 12 ana başlık altında toplanmıştır. Bu raporların örnek bir çıktısı yapılan hesaplamaların görülmesi açısından verilmiştir.

Programda veriler Windows çalışma ortamında girilip, seçilen parametreler doğrultusunda yaklaşık 48 adımda belirlenmektedir. Binanın geometrik şekli, pencere oranları,kabuk detayları, varsa gölgeleme elemanı detayları, kullanıcı bilgileri, iklim kontrolünde kullanılan ısıtma, soğutma, havalandırma tipleri vb. gibi binayı tanımlayan bütün veriler sağlanmalıdır.

Aşağıdaki adımlar takip edilerek, bina simülasyonu yapılmaktadır;

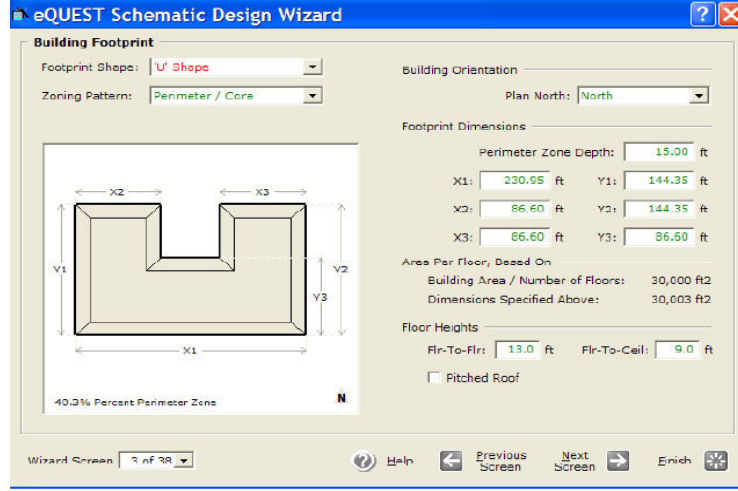
1.Genel bilgi

The screenshot displays the 'eQUEST Schematic Design Wizard' window, specifically the 'General Information' tab. The interface is organized into several sections with dropdown menus and text input fields. The 'Project Name' is 'Midrise Office'. The 'Building Type' is 'Office Bldg, Mid-Rise'. The 'Building Location, Utilities and Rates' section includes 'Coverage' (California Title 24), 'Region' (Los Angeles Area C206), 'City' (Los Angeles AP), 'Electric' (SCE CA), 'Gas' (SCG CA), and 'Rate' (GS-2 TOL, 20 < kW < 5). The 'Area and Floors' section shows 'Building Area' (90,000 ft2), 'Number of Floors' (Above Grade: 3, Below Grade: 0). The 'Cooling and Heating' section shows 'Cooling Equip' (Chilled Water Coils) and 'Heating Equip' (Hot Water Coils). The 'Other Data' section shows 'Analysis Year' (2003), 'Daylighting Controls' (Yes), and 'Usage Details' (Simplified Schedules). The bottom of the window shows 'Wizard Screen 1 of 38' and navigation buttons for 'Help', 'Previous Screen', 'Next Screen', and 'Finish'.

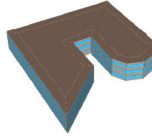
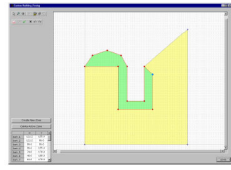
- Proje ismi
- Bina tipi (Yüksek katlı konut, alçak katlı konut, ofis, okul, hastahane vb. spesifik bina tiplerinden biri seçilmektedir.)
- Hava dosyası (Programda California bölgesi için hava dosyaları bulunmaktadır. Bu bölgenin dışında kalan kısımlar içinde web sitelerinden hava dosyası indirme imkanı olup, istendiğinde mevcut bir hava dosyası da belirtilebilmektedir.)
- Bina alanı (Toplam iklimlendirilmiş alan belirtilmektedir.)
- Kat sayısı (Toprak altı ve üstü olmak üzere katsayı belirtilmektedir.)

- f. Isıtma sistemi ve soğutma sistemi türü
- g. Diğer veriler (Kullanım yılı,gün ışığı kontrolü,kullanıcı detayları)

2.Bina formu ve konumlandırılması



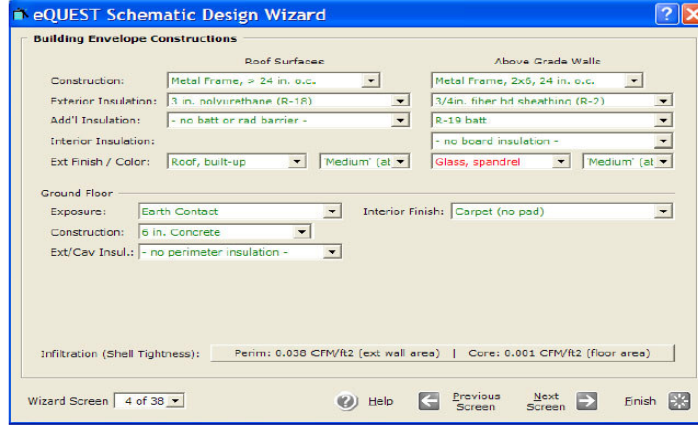
- a. Bina formu (T plan,L plan vb. tipler seçilip, ölçüleri belirtilebilmekte yada Autocad çizimi olarak programa aktarılabilir.)
- b. Zone türü (Çevre/çekirdek oranına göre ve özel belirtilmiş durumlara göre seçilebilmektedir. Çevre/çekirdek türü seçildiğinde iç duvarların dış kabuğa uzaklığı belirtilmelidir. Özel durumda ise plan üzerinde zonlar ayrı ayrı belirtilmelidir.)



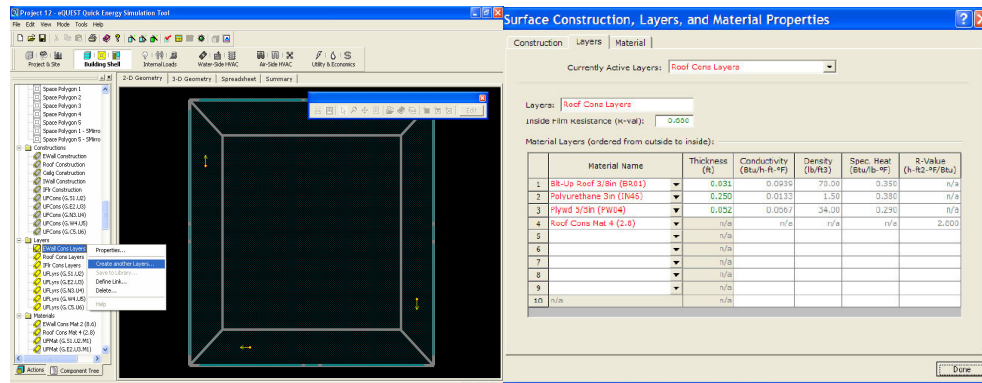
Şekilde de gözüktüğü gibi çizim kontrol tuşları (mouse, zoom, pan) yardımıyla tanımlanmış plan üzerinden istenen zonlar belirlenebilmektedir.

- c. Yönlendirme (16 yönden herhangi birisi seçilebilmektedir.)
- d. Kat yükseklikleri (Döşemeden döşemeye, döşemeden tavana olan ölçüler belirtilebilmektedir.)
- e. Kıрма çatı (kıрма çatı kullanılacaksa, çatının eğimi, saçak uzunluğu belirtilmelidir.)

3. Bina kabuk detayı

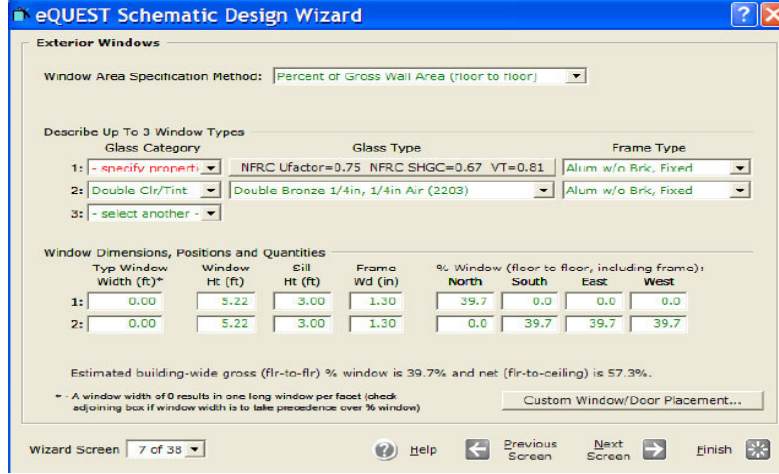


Bu ekranda bina kabuk detayı ile ilgili malzemeler programın malzeme kütüphanesinde kalınlıklarıyla birlikte seçilip belirtilebilmektedir. Program ayrıca, talep edilen malzemenin kütüphanede olmaması durumunda, malzemelerin sisteme tanıtılmasını sağlamaktadır. İstenilen malzemenin programa girilmesi iki şekilde mümkündür. Birinci yöntem, program dosyaları içinde bulunan bldlib.dat dosyasına programlama diliyle malzemelerin tanıtılmasıdır. Bu yöntemde, malzemeler sistemde sabit kalıp bütün projelerde kullanılabilir. İkinci yöntemde ise, ana ekranda yeni malzeme yaratılırken, malzemenin yoğunluğu, ısıl iletkenlik katsayısı, özgül ısı ve kalınlığı girilmektedir. Ancak bu yöntemde, sisteme girilen malzeme sadece o projeye özgün olarak kullanılabilir.



Projede kullanılacak malzemeler belirlendikten sonra, duvarlarda ve çatılarda kullanılacak katmanlar malzemelerinin kullanımı dışarıdan içeriye olacak şekilde belirtilmektedir.

4. Pencereleler

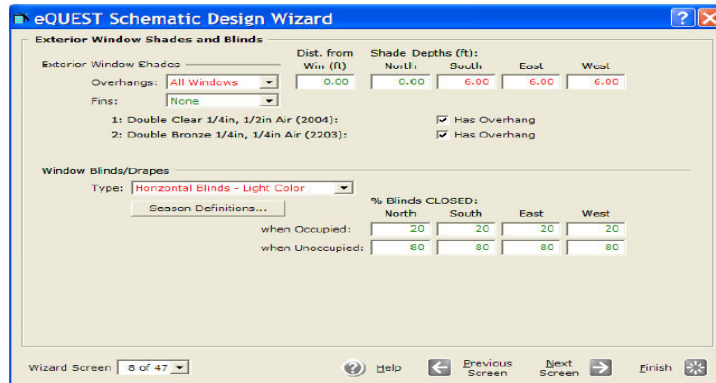


The screenshot shows the 'eQUEST Schematic Design Wizard' window, specifically the 'Exterior Windows' screen. The 'Window Area Specification Method' is set to 'Percent of Gross Wall Area (floor to floor)'. Under 'Describe Up To 3 Window Types', three types are listed: 1. 'Specify none', 2. 'Double Clear/Tint' with 'Double Bronze 1/4in, 1/4in Air (2203)' and 'Alum w/o Brk, Fixed' frame, and 3. 'select another'. The 'Window Dimensions, Positions and Quantities' table shows two window types with dimensions and percentages for North, South, East, and West. The estimated building-wide gross (flr-to-flr) % window is 39.7% and net (flr-to-ceiling) is 57.3%.

Type Window	Width (ft)*	Window Ht (ft)	Sill Ht (ft)	Frame Wd (in)	% Window (floor to floor, including frame):			
					North	South	East	West
1:	0.00	5.22	3.00	1.30	39.7	0.0	0.0	0.0
2:	0.00	5.22	3.00	1.30	0.0	39.7	39.7	39.7

- Pencere alanı belirleme yöntemi (Pencere alanlarının bütün cepheye, duvarlara, döşemeden tavana kadar olan cepheye göre ne şekilde alınacağı belirtilmelidir.)
- Cam türü (Cephede kullanılan üç farklı cam türü belirtilebilmektedir. Seçilen camların termofiziksel ve optik özellikleri değerleri program içerisinde görülebilmektedir.)
- Çerçeve türü (Programın kendi kütüphanesinden çerçeve türü belirlenebilmektedir.)
- Pencere boyutları ve cephelere göre dağılımı (Pencereleler, türlerine göre boyutlandırılıp, cephelerdeki oranları belirtilebilmektedir. Ancak tasarlanmış belli bir cephe mevcutsa; her kat ve her cephe için, pencerelerin x ve y koordinatları, boyutları ve türü belirtilerek mevcut cephe oluşturulabilmektedir.)

5. Gölgeleme elemanları



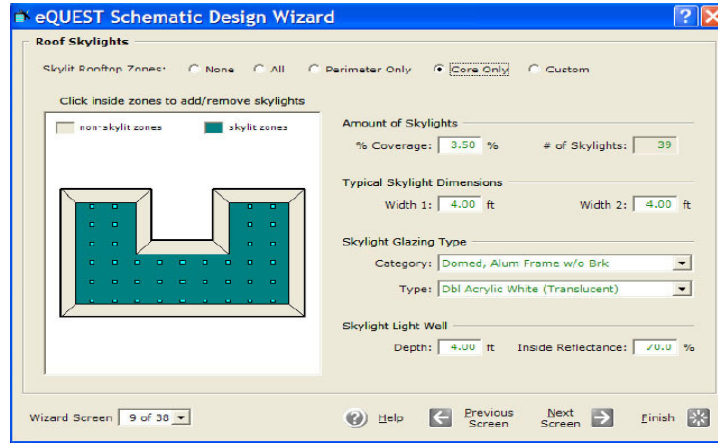
The screenshot shows the 'eQUEST Schematic Design Wizard' window, specifically the 'Exterior Window Shades and Blinds' screen. The 'Exterior Window Shades' section shows 'Overhangs' set to 'All Windows' and 'Fins' set to 'None'. The 'Shade Depths (ft)' table shows values for North, South, East, and West. The 'Window Blinds/Drapes' section shows 'Type' set to 'Horizontal Blinds - Light Color' and 'Season Definitions...' button. The '% Blinds CLOSED' table shows values for North, South, East, and West when occupied and when unoccupied.

Dist. from Win (ft)	Shade Depths (ft):			
	North	South	East	West
0.00	0.00	6.00	6.00	6.00

Type	% Blinds CLOSED:			
	North	South	East	West
when Occupied:	20	20	20	20
when Unoccupied:	80	80	80	80

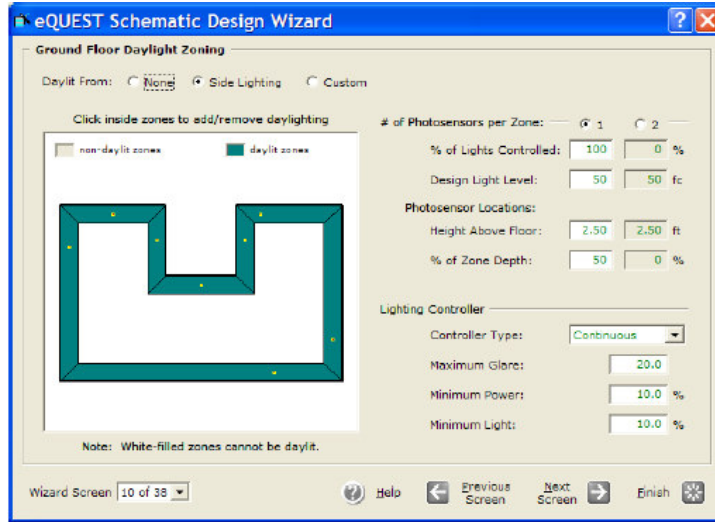
- Yatay ve düşey gölgeleme elemanları (Seçilen gölgeleme elemanlarının hangi cephede yer alacağı, pencereye olan uzaklıkları, açıları ve boyutları belirlenebilmektedir.)
- Pencere içi gölgeleme alanları (Gölgeleme elemanın türü, hangi cephelerde kullanım dönemlerine göre yüzde kaç oranında kapatılacağı belirlenebilmektedir.)
- Kullanıcı dönemi (Gölgeleme elemanlarının kullanıcı dönemleri maksimum üç dönem şeklinde belirlenebilmektedir.)

6.Çatı ışıklıkları



- Çatı ışıklıkları alanı (Işıklıkların plan düzleminde hangi bölümde konumlandırılacağı belirtilebilmektedir.)
- Işıklık miktarı (Toplam çatı yüzeyine oranı veya adet olarak belirtilebilmektedir.)
- Işıklık boyutu (Plan düzlemine en boy olarak ölçülandırılmaktadır.)
- Işıklık malzeme cinsi (Çerçeve ve cam türü belirtilmektedir.)

7.Gün ışığı kontrolü



- Gün ışığı kontrolünün hangi bölgelerde yapılacağı belirlenebilmektedir. Çatı ışıklıklarının bulunduğu çatı katlarında da gün ışığı kontrolü yapılabilmektedir.
- Işık sensörlerinin bir veya iki sıra halinde konumlandırılacağı belirtilebilmektedir. Kontrol edilecek armatülerin miktarı ve iç aydınlık düzeyi belirlenmelidir..
- Sensörlerin yerleşiminde döşemeden olan yükseklikleri ve kontrol edecekleri zonda pencereye olan uzaklıkları belirtilmelidir.
- Günüşığı kontrolünün çeşidi saptanmalıdır. Sürekli günüşığı kontrolü yapıldığı durumlarda maksimum parlama, minimum güç değerleri belirtilmelidir. Bu durumda aydınlatma armatürleri kapatılmamakta sadece minimum değerlerde çalıştırılmaktadır. İkincil bir durumda ise, sistem minumum değerlerin altına düştüğü zaman kapatılmaktadır.

8.İç Mekan Tanımlanması



The screenshot shows the 'Activity Areas Allocation' screen in the eQUEST Schematic Design Wizard. It is a table with 8 rows representing different area types. The columns are: Area Type, Percent Area (%), Design Max Occup (sf/person), Design Ventilation (CFM/per), and Assign First To: (1st Air, Core, Perim). The 'Percent Area Sum' is 100.0. The 'Show/Enable Zone Group Definitions' checkbox is unchecked.

Area Type	Percent Area (%)	Design Max Occup (sf/person)	Design Ventilation (CFM/per)	Assign First To:
1: Office (Open Plan)	40.0	150.0	20.00	☐ 1st Air ☐ Core ☐ Perim
2: Office (Executive/Private)	30.0	225.0	20.00	☐ 1st Air ☐ Core ☒ Perim
3: Corridor	10.0	150.0	7.50	☐ 1st Air ☒ Core ☐ Perim
4: Lobby (Office Reception/Waiting)	5.0	150.0	15.00	☒ 1st Air ☐ Core ☒ Perim
5: Restrooms	5.0	52.5	50.00	☐ 1st Air ☒ Core ☐ Perim
6: Conference Room	4.0	22.5	20.00	☐ 1st Air ☐ Core ☐ Perim
7: Mechanical/Electrical Room	4.0	450.0	22.50	☒ 1st Air ☒ Core ☐ Perim
8: Copy Room (photocopying equipment)	2.0	187.5	93.75	☐ 1st Air ☒ Core ☐ Perim

Percent Area Sum: 100.0 ☐ Show/Enable Zone Group Definitions

Wizard Screen 13 of 38

- Belirlenen alanların, toplam bina alanına oranı
- Mekanı kullanacak maksimum insan sayısı
- Mekanda gerekli olan hava hareket hızı
- Bu mekanların binanın hangi bölümlerinde bulunduğu belirtilmelidir.

9.Bina kullanımı



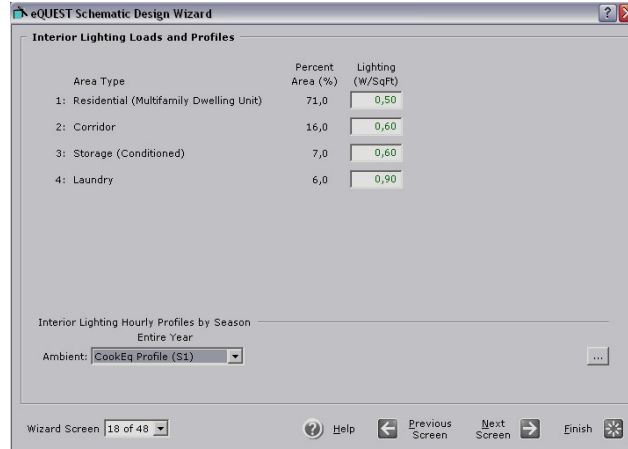
The screenshot shows the 'Occupied Loads by Activity Area' screen in the eQUEST Schematic Design Wizard. It is a table with 8 rows representing different area types. The columns are: Area Type, Percent Area (%), Lighting (W/SqFt), Task Lt (W/SqFt), Plug Lds (W/SqFt), and Schedule (Main, Alt). The 'Schedule' column has two radio buttons for 'Main' and 'Alt'.

Area Type	Percent Area (%)	Lighting (W/SqFt)	Task Lt (W/SqFt)	Plug Lds (W/SqFt)	Schedule
1: Office (Open Plan)	40.0	1.30	0.40	1.50	☒ Main ☐ Alt
2: Office (Executive/Private)	30.0	1.30	0.00	1.50	☒ Main ☐ Alt
3: Corridor	10.0	0.60	0.00	0.20	☒ Main ☐ Alt
4: Lobby (Office Reception/Waiting)	5.0	1.10	0.00	0.50	☒ Main ☐ Alt
5: Restrooms	5.0	0.60	0.00	0.20	☒ Main ☐ Alt
6: Conference Room	4.0	1.60	0.00	1.00	☒ Main ☐ Alt
7: Mechanical/Electrical Room	4.0	0.70	0.00	0.20	☒ Main ☐ Alt
8: Copy Room (photocopying equipment)	2.0	1.50	0.00	3.00	☒ Main ☐ Alt

Wizard Screen 14 of 38

Belirlenen mekanların kullanıldığı ve kullanılmadığı zamanlardaki elektrik yükleri için program tarafından ortalama bir değer verilebilmektedir. İstenirse yeni değerler verilebilmektedir.

10.İç Mekan Aydınlatma



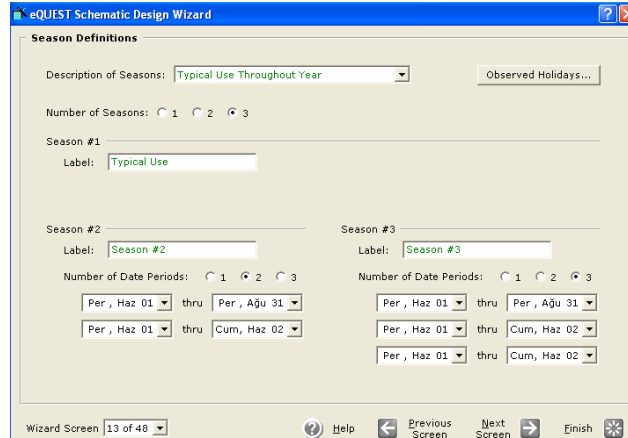
The screenshot shows the 'Interior Lighting Loads and Profiles' screen in the eQUEST Schematic Design Wizard. It features a table with four rows of area types and their corresponding lighting loads.

Area Type	Percent Area (%)	Lighting (W/SqFt)
1: Residential (Multifamily Dwelling Unit)	71,0	0,50
2: Corridor	16,0	0,60
3: Storage (Conditioned)	7,0	0,60
4: Laundry	6,0	0,90

Below the table, there is a section for 'Interior Lighting Hourly Profiles by Season' with a dropdown menu set to 'Entire Year'. An 'Ambient' dropdown is set to 'CookEq Profile (S1)'. The bottom of the window shows 'Wizard Screen 18 of 48' and navigation buttons: Help, Previous Screen, Next Screen, and Finish.

Belirlenen mekanların birim alan başına düşen aydınlatma enerjisi miktarları Ashrae Standartlarına göre belirlenmekte, ya da farklı değerler verilebilmektedir.

11.Kullanım dönemleri



The screenshot shows the 'Season Definitions' screen in the eQUEST Schematic Design Wizard. It allows users to define seasons and date periods for the simulation.

Description of Seasons: Typical Use Throughout Year (dropdown) [Observed Holidays... button]

Number of Seasons: 1 (selected), 2, 3

Season #1: Label: Typical Use

Season #2: Label: Season #2

Season #3: Label: Season #3

Number of Date Periods: 1, 2 (selected), 3

Season #1 Date Periods:

- Per, Haz 01 thru Per, Ağu 31
- Per, Haz 01 thru Cum, Haz 02

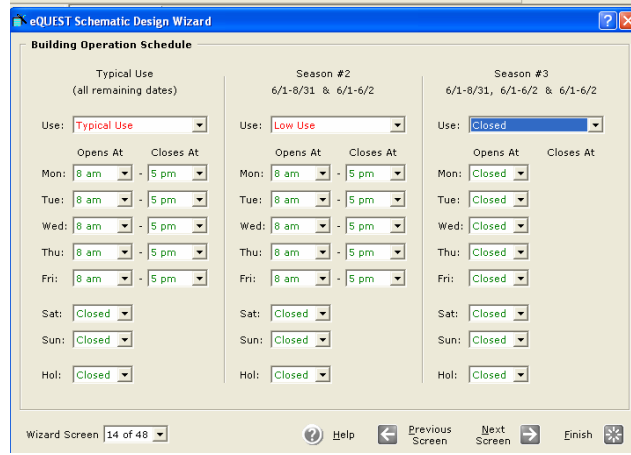
Season #2 Date Periods:

- Per, Haz 01 thru Per, Ağu 31
- Per, Haz 01 thru Cum, Haz 02
- Per, Haz 01 thru Cum, Haz 02

The bottom of the window shows 'Wizard Screen 13 of 48' and navigation buttons: Help, Previous Screen, Next Screen, and Finish.

Bina kullanımı en fazla üç evreye kadar belirlenebilmektedir. Belirlenen bu üç evre içinde de kullanım günleri de ayrı bir şekilde görülebilmektedir.

12.Kullanım saatleri



The screenshot shows the 'Building Operation Schedule' window in the eQUEST Schematic Design Wizard. It is divided into three columns: 'Typical Use (all remaining dates)', 'Season #2 6/1-8/31 & 6/1-6/2', and 'Season #3 6/1-8/31, 6/1-6/2 & 6/1-6/2'. Each column has a 'Use:' dropdown menu and a table of 'Opens At' and 'Closes At' times for each day of the week (Mon-Fri, Sat, Sun, Hol). The 'Typical Use' column shows 'Typical Use' selected with opening times from 8 am to 5 pm. The 'Season #2' column shows 'Low Use' selected with the same opening times. The 'Season #3' column shows 'Closed' selected with all days set to 'Closed'. At the bottom, there is a 'Wizard Screen' dropdown set to '14 of 48', a 'Help' button, and navigation buttons for 'Previous Screen', 'Next Screen', and 'Finish'.

Belirlene bu dönemler için kullanım saatleri gün bazında belirtilmektedir. Daha sonra bu dönemler, ısıtma ve soğutma dönemlerine veri sağlamaktadır.

13.Hvac zonları sıcaklıkları ve hava akımı



The screenshot shows the 'HVAC Zones: Temperatures and Air Flows' window in the eQUEST Schematic Design Wizard. It displays settings for 'System(s): 1: Standard VAV, HW Reheat'. Under 'Thermostat Setpoints', there are fields for 'Cooling Setpoints' (Occupied: 75.0 °F, Unoccupied: 82.0 °F) and 'Heating Setpoints' (Occupied: 70.0 °F, Unoccupied: 64.0 °F). Under 'Design Temperatures', there are fields for 'Cooling Design Temp' (Indoor: 75.0 °F, Supply: 55.0 °F) and 'Heating Design Temp' (Indoor: 72.0 °F, Supply: 120.0 °F). Under 'Air Flows', there is a field for 'Minimum Design Flow' (0.50 cfm/ft2) and 'VAV Minimum Flow' (Core: 40.0 %, Perimeter: 25.0 %). At the bottom, there is a 'Wizard Screen' dropdown set to '20 of 38', a 'Help' button, and navigation buttons for 'Previous Screen', 'Next Screen', and 'Finish'.

- Mekanların kullanıldığı ve kullanılmadığı zamanlarda sistemin çalışmasını gerektirecek sıcaklıklar girilmelidir.
- Isıtma ve soğutma sistemleri için dizayn sıcaklıkları belirlenmelidir.
- Gerekli olan minumum hava akımı belirtilmektedir.
- Bu veriler, aksi belirtilmedikçe sistem tarafından seçilen bina tipine göre Ashrae standartlarına göre belirlenmektedir.

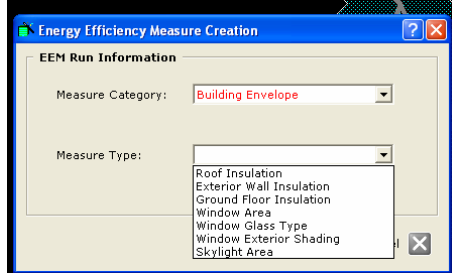
14.Sistem programlama

Daytime Unoccupied, Typical Use (all remaining dates)	ısıtma 6/1 thru 8/31	soğutma 6/1 thru 8/31
Mon: 5 pm - 7 am	Mon: 5 pm - 7 am	Mon: 5 pm - 7 am
Tue: 5 pm - 7 am	Tue: 5 pm - 7 am	Tue: 5 pm - 7 am
Wed: 5 pm - 7 am	Wed: 5 pm - 7 am	Wed: 5 pm - 7 am
Thu: 5 pm - 7 am	Thu: 5 pm - 7 am	Thu: 5 pm - 7 am
Fri: 5 pm - 7 am	Fri: 5 pm - 7 am	Fri: 5 pm - 7 am
Sat: 4 pm - 9 am	Sat: 4 pm - 9 am	Sat: 4 pm - 9 am
Sun: 4 pm - 9 am	Sun: 4 pm - 9 am	Sun: 4 pm - 9 am
Hol: 4 pm - 9 am	Hol: 4 pm - 9 am	Hol: 4 pm - 9 am

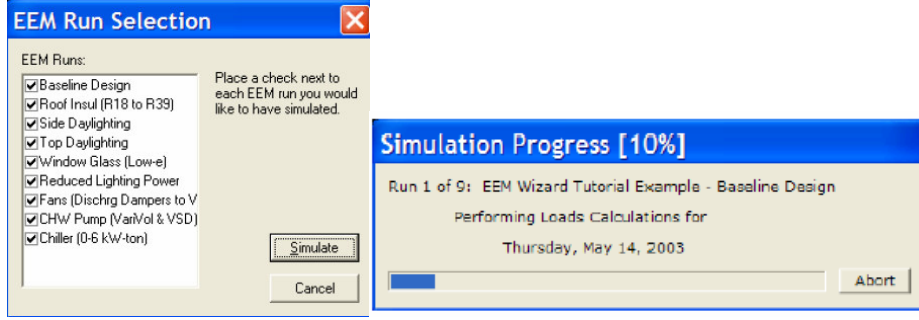
- Sistemin çalışır konuma geçmesini gerektiren sabit sıcaklık değeri girilip, sistemin çalışması bu şekilde kontrol edilebilmektedir.
- Sürekli, programa göre veya oluşacak ısıtma ve soğutma yüküne göre çalışır durum olmak üzere üç çeşit çalışma prensibinden biri belirlenmelidir.
- Yukarda görülen tablolarda ise sistemin hangi dönemlerde hangi saatler arasında çalışacağı belirlenmektedir.

15.Farklı simülasyonlar uygulamak

- Daha önce tanımlanmış olan binanın farklı durumlardaki simülasyonları yapılabilir. Daha sonra bu simülasyonlar karşılaştırmalı olarak raporlar kısmında gösterilmektedir.
- İlk olarak, binanın hangi yapısında simülasyon yapılacağına karar verilmelidir. (bina kabuğu,hvac sistemi,iç yükler vb.)



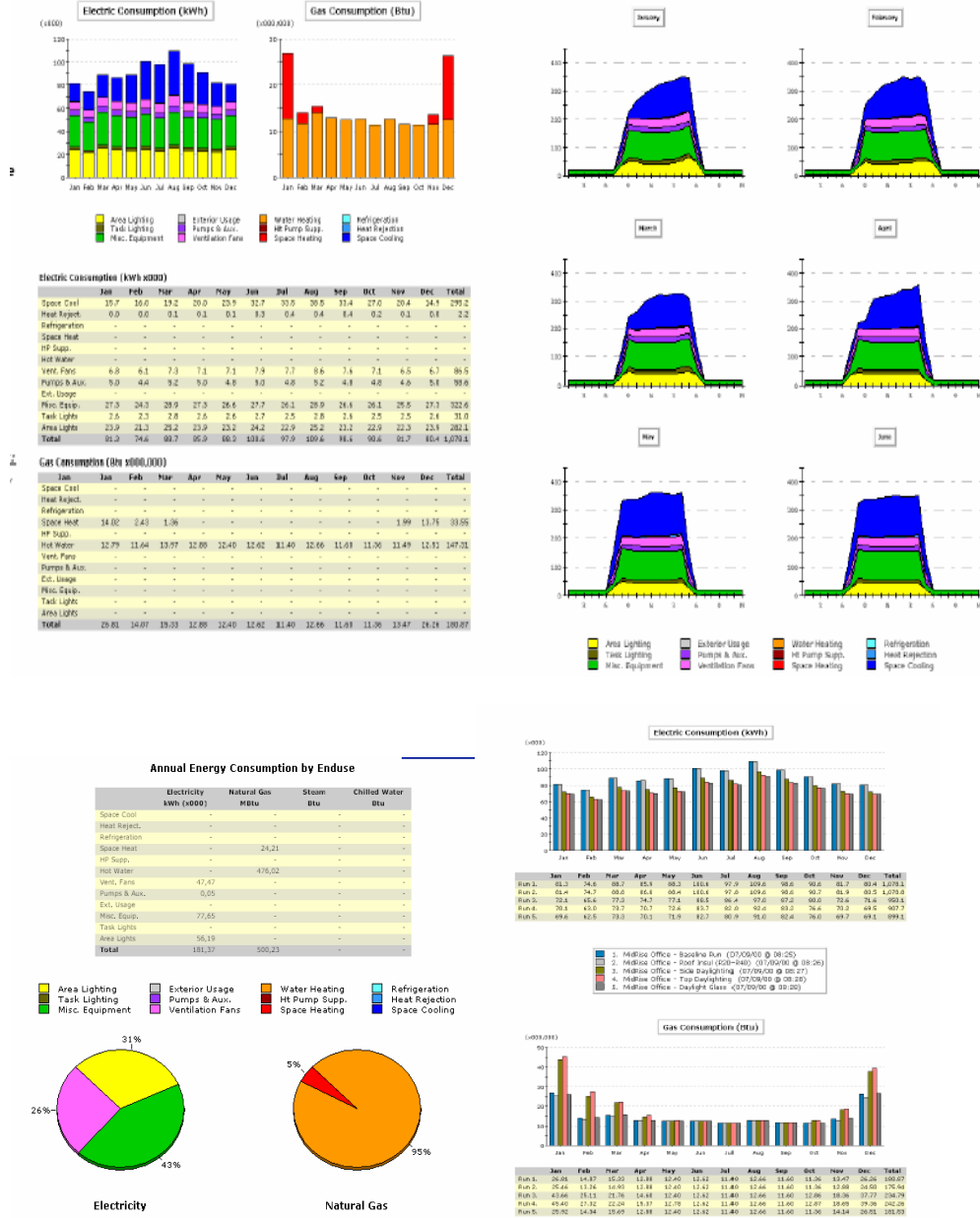
- c. Bu seçim yapıldıktan sonra, seçilen yapının bölümü seçilmelidir. (bina kabuğu seçilmişse, pencere alanı,türü,duvar katmanları vb. değerler)
- d. Yapılan bu seçimler, bir sonraki pencerede yer almaktadır. Oluşturulan simülasyon türleri için yapılacak değişiklikler, detaylar kısmında belirtilmektedir.



- e. Yapılacak bütün simülasyonlar belirtildikten sonra, ekranda yukarıdaki pencere belirmektedir. Bu pencerede, hesaplanması istenilenler işaretlenmelidir.
- f. Sonuçta, bu veriler doğrultusunda bütün hesaplamalar program tarafından kısa bir sürede gerçekleştirilmektedir.

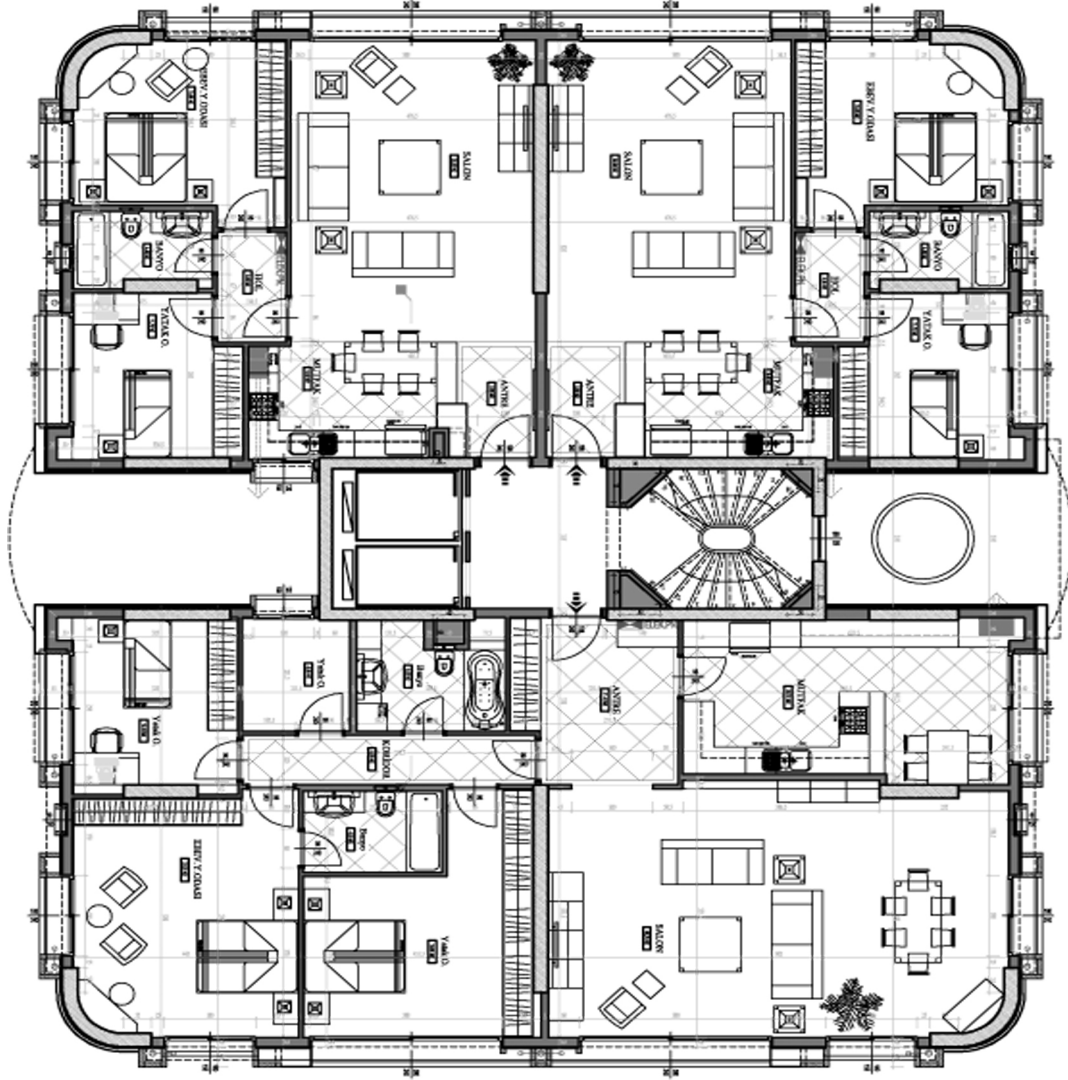
Sonuçlar

Sonuçlar aylık ve yıllık raporlar şeklinde çeşitli grafiklere aktarılmaktadır. Bu grafiklerde, aydınlatma, ısıtma, soğutma, havalandırma, elektrik,sıcak su vb. yükleri ve elektrik-gaz tüketimleri gösterilmektedir.

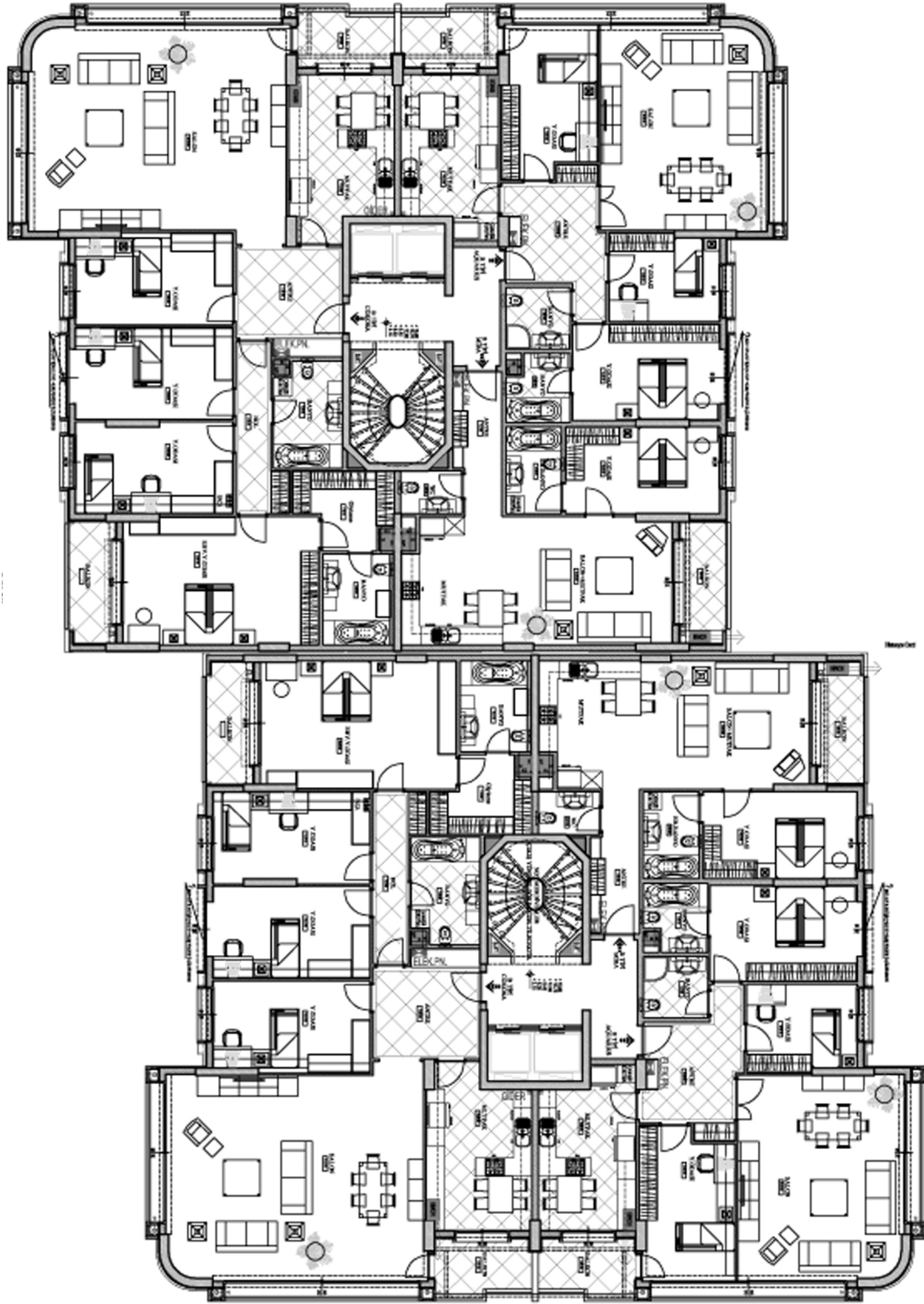


Farklı simülasyonlar yapılmışsa, bu veriler karşılaştırmalı aylık ve yıllık raporlar halinde sunulmaktadır.

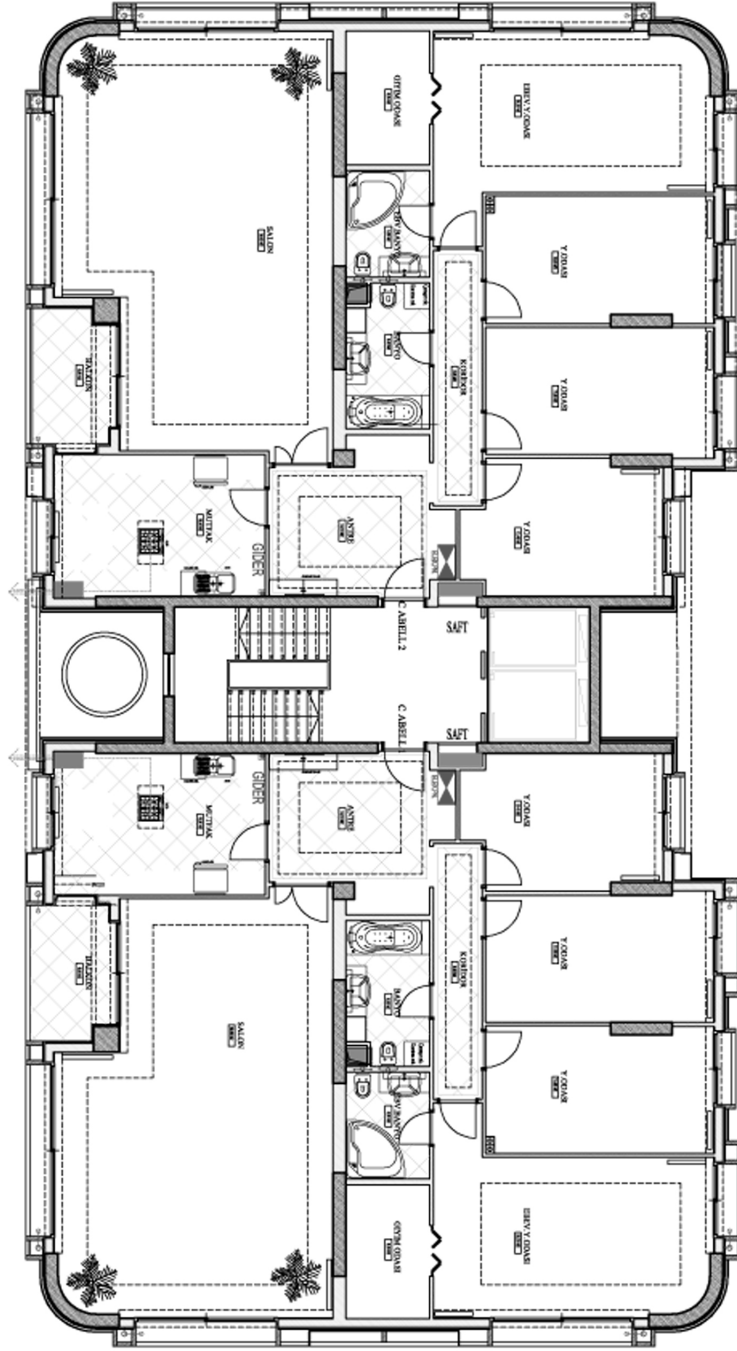
EK -C Toplu Konuta Ait Plan Tipleri Ve Cepheler



Şekil C.1 A Blok Plan Tipi



Şekil C.2. B Blok Plan Tipi



Şekil C.3. C Blok Plan Tipi



Şekil C.4. A Blok Cephe Görünüşleri



Şekil C.5. B Blok Cephe Görünüşleri



Şekil C.6. C Blok Cephe Görünüşleri

ÖZGEÇMİŞ

Ayşen Betül Karagözlü 31 Mayıs 1981’de İstanbul’da doğdu. 1999 senesinde İstek Semiha Şakir Lisesi’ni bitirdi. Aynı yıl başladığı Y.T.Ü Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü’nden 2003 yılında mezun oldu. 2004 yılında İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı’nda Yüksek Lisans eğitime başladı. 2005 yılında başladığı çalışma hayatına Dome Mimarlık’ta devam etmektedir.