

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNALARDA TOPLAM ENERJİ HARCAMALARININ VE CO2 SALIM
MİKTARLARININ AZALTILMASI AMACIYLA BİR TOPLU KONUT
ÖRNEĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Özge KUNDAKÇI
(502101524)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Gülten MANİOĞLU

HAZİRAN 2013

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502101524 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Özge KUNDAKÇI**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“BİNALARDA TOPLAM ENERJİ HARCAMALARININ VE CO2 SALIM MİKTARLARININ AZALTILMASI AMACIYLA BİR TOPLU KONUT ÖRNEĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Yrd. Doç. Dr. Gülten MANİOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Gül KOÇLAR ORAL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Erdal YILDIZ
Aydın Üniversitesi

Teslim Tarihi : **30 Nisan 2013**
Savunma Tarihi : **6 Haziran 2013**

ÖNSÖZ

Küresel ısınmanın arttığı, dünyanın hızla kirlendiği ve tüketilebilir enerji kaynaklarının azaldığı günümüzde, enerji korunumu ve CO2 salım miktarı büyük bir önem teşkil etmektedir. Enerji harcamalarının büyük bir çoğunluğunun binalarda meydana geldiği düşünüldüğünde, mimarlara düşen en önemli görevlerden biri detasarı, üretim ve kullanım aşamasında minimum enerji gerektirecek ve aynı zamanda iklimsel konfor koşullarını sağlayıp kullanıcı performans ihtiyaçlarını sağlayabilecek binalar tasarlamaktır.

Bu çalışmanın oluşumundaki değerli katkılarından dolayı, bana büyük bir sabırla yardımcı ve destek olan tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Gülten MANİOĞLU'na, çalışmam boyunca desteklerini eksiltmeyen Yiğit KAN'a ve aileme teşekkür ederim.

Haziran 2013

Özge Kundakçı
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
2. SERA ETKİSİ VE CO2 SALIMI.....	5
2.1 Sera Gazları Değişiminin Atmosfer ve İklim Üzerindeki Etkileri	7
2.2 Türkiye'de İklim Değişikliği ve Sera Gazı Salımı	10
3. BİNALARDA ENERJİ HARCAMALARI VE CO2 SALIMI	13
3.1 Konut Binalarında Enerji Harcamalarının ve CO2 Salım Miktarının Azaltılması Gereksinimi.....	14
3.2 Konut Binalarında Enerji Harcamalarını ve CO2 Salım Miktarını Etkileyen Değişkenler.....	15
3.2.1 Çevresel değişkenler.....	15
3.2.1.1 Dış çevreye ait değişkenler	16
3.2.1.2 İç çevreye ait değişkenler	17
3.2.2 Binaya ilişkin değişkenler	19
3.2.2.1 Binanın yeri.....	19
3.2.2.2 Bina aralıkları.....	19
3.2.2.3 Binanın yönlendiriliş durumu	20
3.2.2.4 Bina formu	20
3.2.2.5 Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri	21
3.2.3 Binanın yapma ısıtma ve soğutma sistemlerine ait değişkenler.....	24
4. TOPLU KONUT YERLEŞMELERİNDE ENERJİ HARCAMALARININ VE CO2 SALIM MİKTARININ AZALATILMASINA YÖNELİK KULLANILABİLECEK BİR YAKLAŞIM	25
4.1 Dış Çevreye Ait İklim Verilerinin Belirlenmesi	25
4.2 İç Çevreye Ait İklim Verilerinin Belirlenmesi.....	26
4.3 Toplu Konut Yerleşmelerinde Enerji Harcamaları ve CO2 Salım Miktarları Üzerinde Etkili Olan Binaya İlişkin Değerlerin Belirlenmesi	26
4.3.1 Toplu konut yerleşmesini oluşturan binaların yerlerinin belirlenmesi	26
4.3.2 Toplu konut yerleşmesini oluşturan binaların birbirlerine göre konumlarının belirlenmesi ve gölge analizlerinin yapılması	26
4.3.3 Toplu konut yerleşmesini oluşturan binaların yönlendiriliş durumunun belirlenmesi	27
4.3.4 Toplu konut yerleşmesini oluşturan binaların formunun belirlenmesi	27

4.3.5 Toplu konut yerleşmesini oluşturan binalarda bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin belirlenmesi.....	27
4.4 Toplu Konut Yerleşmelerinde Binaların Mevcut Enerji Harcamalarının Belirlenmesi ve CO2 Salım Miktarının Hesaplanması	28
4.5 Toplu Konut Yerleşmelerinde Mevcut Enerji Harcamalarını ve CO2 Salım Miktarını Azaltmak Amacı ile Bina Kabuğu İçin İyileştirme Önerilerinin Geliştirilmesi	28
4.6 Toplu Konut Yerleşmesindeki Her Binada Geliştirilen Öneriler için Enerji Harcamalarının ve CO2 Salım Miktarlarının Yeniden Hesaplanması	29
4.7 Toplu Konut Yerleşmelerinde Tasarım Aşamasında Alınabilecek Önlemlere İlişkin Öneriler Geliştirilmesi.....	29
5. ÖNERİLEN YAKLAŞIMIN BİR TOPLU KONUT ÖRNEĞİNDE UYGULANMASI: ATAÖY 5. KISIM ÖRNEĞİ.....	31
5.1 Dış Çevreye Ait İklim Verilerinin Belirlenmesi	31
5.2 İç Çevreye Ait İklim Verilerinin Belirlenmesi	31
5.3 Toplu Konut Yerleşmelerinde Enerji Harcamalarına ve CO2 Salım Miktarı Üzerinde Etkili Olan Binaya İlişkin Değerlerin Belirlenmesi.....	32
5.3.1 Toplu konut yerleşimini oluşturan binaların yerlerinin belirlenmesi.....	32
5.3.2 Toplu konut yerleşimini oluşturan binaların birbirlerine göre konumlarının belirlenmesi ve gölge analizlerinin yapılması	33
5.3.3 Toplu konut yerleşmesinde binaların yönlendiriliş durumunun belirlenmesi	35
5.3.4 Toplu konut yerleşmesindeki binaların formunun belirlenmesi	37
5.3.5 Toplu konut yerleşmesindeki binalarda bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin belirlenmesi.....	38
5.4 Toplu Konut Yerleşimlerindeki Binaların Mevcut Enerji Harcamalarının Belirlenmesi ve CO2 Salım Miktarının Hesaplanması	40
5.5 Toplu Konut YerleşmelerindeMevcut Enerji Harcamalarını ve CO2 Salım Miktarını Azaltmak Amacı ile Bina Kabuğu için İyileştirme Önerilerinin Geliştirilmesi	44
5.6 Toplu Konut Yerleşmesindeki Her Binada Geliştirilen Öneriler için Enerji Harcamalarının ve CO2 Salım Miktarlarının Yeniden Hesaplanması	46
5.7 Toplu Konut Yerleşimlerinde Tasarım Aşamasında Alınabilecek Önlemlere İlişkin Öneriler Geliştirilmesii.....	57
6. SONUÇ.....	73
KAYNAKLAR.....	77
EKLER.....	79
ÖZGEÇMİŞ.....	87

KISALTMALAR

ASHRAE	: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
DİE	: Devlet Dairesi İstatik Müdürlüğü
TS 825	: Binalarda Isı Korunum Yönetmeliği
BEP	: Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği
AB	: Avrupa Birliği
CO2	: Karbondioksit Gazı
TEP	: Milyon Ton Eşdeğer Petrol
PEE	: Milyon Ton Petrol Enerjisi Eşdeğerinde
ECOTECH	: Binaların Enerji Harcamalarını Hesaplayan Bilgisayar Simulasyon Programı
EKB	: Enerji Kimlik Belgesi
U değeri	: Toplam Isı Geçirgenlik Katsayısı
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : 1990-1997 Döneminde Türkiye’de Sera Gazları Miktar ve Paylarındaki Değişimler	11
Çizelge 2.2 : 1990 ve 1999 Yıllarında Fosil Kaynaklı Yakıtlardan Kaynaklanan CO ₂ Emisyonlarının Sektörel Dağılımları (Milyon ton)	11
Çizelge 5.1 : B,C ve D bloklarına ait ölçüler	37
Çizelge 5.2 : B, C ve D bloklarına ait bina kabuğu detayları.	38
Çizelge 5.3 : B, C ve D bloklarına ait saydamlık oranları.	39
Çizelge 5.4 : TS 825 Isı Korunumu Yönetmeliği'ne göre kabul edilen üst sınır U değerleri.	45
Çizelge 5.5 : İstanbul ili için TS 825 binalarda ısı korunumu yönetmeliğine uygun toplam ısı geçirme katsayılarını (U değeri) sağlayan bina kabuğu detayları.....	46
Çizelge A.1 : B bloklarına ait ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri ile CO2 salım miktarları.....	79
Çizelge A.2 : C bloklarına ait ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri ile CO2 salım miktarları.	80
Çizelge A.3 : D bloklarına ait ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri ile CO2 salım miktarları.	82

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Sera etkisi oluşumu	5
Şekil 2.2 : 0-2500 yılları için sera gazı konsantrasyonları.....	7
Şekil 2.3 : 1961–1990 Dönemi Ortalamalarından Farklara Göre Hesaplanan Küresel Yıllık Ortalama Yüzey Sıcaklığı Anomalilerinin 1860–2005 Dönemindeki Değişimleri.....	8
Şekil 2.4 : Küresel ve Türkiye ortalaması sıcaklık sapmaları	9
Şekil 2.5 : Türkiye yıllık toplam yağış anomalisi.....	10
Şekil 3.1 : 2002 yılında sektörel enerji tüketimi.....	13
Şekil 3.2 : 2006-2012 yılı için sektörler göre Türkiye için enerji tüketim profili ...	14
Şekil 5.1 : Ataköy Toplu Konut Yerleşmesi.....	32
Şekil 5.2 : Ataköy 5. Kısım yerleşim planı.....	33
Şekil 5.3 : Vaziyet planı gölge analizleri, 21 Ocak günü, saat 10:00-16:00 arası.....	34
Şekil 5.4 : Vaziyet planı gölge analizleri, 21 Temmuz günü, saat 10:00-16:00 arası.....	34
Şekil 5.5 : B blok genel kat planı	35
Şekil 5.6 : Ataköy 5. Kısım Yerleşmesi B1 ve B2 blok (kuzey cephesi).....	35
Şekil 5.7 : D blok genel kat planı.	36
Şekil 5.8 : Ataköy 5. Kısım Yerleşmesi D8 blok (güney cephesi).....	36
Şekil 5.9 : C blok genel kat planı.....	36
Şekil 5.10 : Ataköy 5. Kısım Yerleşmesi C7 ve C8 blok (kuzey cephesi).....	37
Şekil 5.11 : Ataköy 5. Kısımda yer alan B, C ve D tipi konutlara ait bina formları ..	37
Şekil 5.12 : B blok termal kamera ile alınan görüntü.....	39
Şekil 5.13 : Yerleşim planı	41
Şekil 5.14 : B bloklarının mevcut durumuna ait yıllık enerji yükleri.....	41
Şekil 5.15 : B bloklarının mevcut durumuna ait yıllık yapılan CO2 salım miktarı...	42
Şekil 5.16 : D bloklarının mevcut durumuna ait yıllık enerji yükleri.....	42
Şekil 5.17 : D bloklarının mevcut durumuna ait yıllık yapılan CO2 salım miktarı ..	43
Şekil 5.18 : C bloklarının mevcut durumuna ait yıllık enerji yükleri.....	43
Şekil 5.19 : C bloklarının mevcut durumuna ait yıllık yapılan CO2 salım miktarı...	44
Şekil 5.20 : Uygulanan iyileştirme önerisi 1 sonucu B bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri	47
Şekil 5.21 : Uygulanan iyileştirme önerisi 1 sonucu B bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarı.....	47
Şekil 5.22 : Uygulanan iyileştirme önerisi 1 sonucu D bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri.	48
Şekil 5.23 : Uygulanan iyileştirme önerisi 1 sonucu D bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarı.....	48
Şekil 5.24 : Uygulanan iyileştirme önerisi 1 sonucu C bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri	49
Şekil 5.25 : Uygulanan iyileştirme önerisi 1 sonucu C bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarı.....	49

Şekil 5.26 : Uygulanan iyileştirme önerisi 2 sonucu B bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri	50
Şekil 5.27 : Uygulanan iyileştirme önerisi 2 sonucu B bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarları	51
Şekil 5.28 : Uygulanan iyileştirme önerisi 2 sonucu D bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri	51
Şekil 5.29 : Uygulanan iyileştirme önerisi 2 sonucu D bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarları	52
Şekil 5.30 : Uygulanan iyileştirme önerisi 2 sonucu C bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri	53
Şekil 5.31 : Uygulanan iyileştirme önerisi 2 sonucu C bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarları	53
Şekil 5.32 : Uygulanan iyileştirme önerisi 3 sonucu B bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri	54
Şekil 5.33 : Uygulanan iyileştirme önerisi 3 sonucu B bloklarına ait toplam yıllık CO2 salım miktarları	55
Şekil 5.34 : Uygulanan iyileştirme önerisi 3 sonucu D bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri	55
Şekil 5.35 : Uygulanan iyileştirme önerisi 3 sonucu D bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarları	56
Şekil 5.36 : Uygulanan iyileştirme önerisi 3 sonucu C bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri	56
Şekil 5.37 : Uygulanan iyileştirme önerisi 3 sonucu C bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarları	57
Şekil 5.38 : Ataköy 5. Kısım öneri vaziyet planı 1	58
Şekil 5.39 : Geliştirilen öneri vaziyet planı 1'e ait gölge analizleri, 21 Ocak günü için, (saat 10:00-16:00) arası	59
Şekil 5.40 : Geliştirilen öneri vaziyet planı 1'e ait gölge analizleri, 21 Temmuz günü için, (saat 10:00-16:00) arası	59
Şekil 5.41 : Ataköy 5. Kısım öneri vaziyet planı 2	60
Şekil 5.42 : Geliştirilen öneri vaziyet planı 2'ye ait gölge analizleri, 21 Ocak günü için, (saat 10:00-16:00) arası	60
Şekil 5.43 : Geliştirilen öneri vaziyet planı 2'ye ait gölge analizleri, 21 Temmuz günü için, (saat 10:00-16:00) arası	61
Şekil 5.44 : Vaziyet planı iyileştirmesinden sonra B bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri	61
Şekil 5.45 : Vaziyet planı iyileştirmesinden sonra B bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarları	62
Şekil 5.46 : Vaziyet planı iyileştirmesinden sonra D bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri	62
Şekil 5.47 : Vaziyet planı iyileştirmesinden sonra D bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarları	63
Şekil 5.48 : Vaziyet planı iyileştirmesinden sonra C bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri	63
Şekil 5.49 : Vaziyet planı iyileştirmesinden sonra C bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarları	64
Şekil 5.50 : Çalışma adımları boyunca B bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri	65
Şekil 5.51 : Çalışma adımları boyunca B bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarı	66
Şekil 5.52 : Çalışma adımları boyunca C bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri	67

Şekil 5.53 : Çalışma adımları boyunca C bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarı	68
Şekil 5.54 : Çalışma adımları boyunca D bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri	69
Şekil 5.55 : Çalışma adımları boyunca D bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarı	70

BİNALARDA TOPLAM ENERJİ HARCAMALARININ VE CO2 SALIM MİKTARLARININ AZALTILMASI AMACIYLA BİR TOPLU KONUT ÖRNEĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Son yıllarda artan enerji talebi ve enerji kullanımı nedeni ile mevcut tükenbilir enerji kaynakları hızla azalmaktadır. Bu enerji kaynaklarının kullanımı sonucu oluşan gazlar atmosferde birikerek sera etkisine neden olmakta, bunun sonucunda atmosferin güneş ışınımı yutuculuğu artmakta ve yeryüzünde meydana gelen sıcaklıklar mevsim normallerinin üzerine çıkmaktadır. Bu sıcaklık artışları sonucu iklim değişiklikleri oluşmaktadır. Oluşan bu iklim değişiklikleri dünya üzerinde yaşayan her canlıyı etkilemektedir. Bu nedenle mevcut enerjinin verimli kullanılması ve bunun sonucunda oluşan CO2 gazının salım miktarının azaltılması bir gereklilik haline gelmiştir.

Türkiye'de, binalarda kullanıcılara ait konfor koşullarını sağlamak amacı ile harcanan enerji miktarı sanayi sektöründen sonra gelerek ikinci sırada yer almaktadır. Bu nedenle mevcut binalarda enerji verimliliğini arttırmak, harcanan enerjilerin miktarının azaltılması bakımından önem kazanmaktadır.

Türkiye'de hızla artan nüfusun barınma ihtiyacını karşılayabilmek adına inşaa edilmiş birçok toplu konut yerleşimi bulunmaktadır. Bu mevcut yerleşimlerin bir kısmı TS 825 ısı korunum yönetmeliğinden önce inşaa edilmiş olup, bina kabuğuna ilişkin standartlarca sağlaması gereken performansı gösterememektedirler.

Bu çalışma kapsamında TS 825 ısı korunum yönetmeliğinin geçerli olduğu tarihten önce inşaa edilen ve bina kabuk performansı yetersiz olan, Ataköy 5. kısım yerleşimde yer alan B, C ve D tiplerine ait apartman blokları çeşitli iyileştirme önerileri ile standartlara uygun hale getirilmiştir. Çalışmada bina kabuklarının iyileştirilmesinin yanı sıra, ilk tasarım parametrelerine ait olan bina konumlandırmaları ile ilgili değişiklik de yapılmış ve yeni bir yerleşim planı önerisi geliştirilerek bazı blokların mevcut hallerine göre yeniden konumlandırılması

üzerinde de durulmuştur. Bu çalışma var olan bir toplu konut yerleşimdeki enerji harcamalarının ve CO₂ salım miktarlarının azaltılması amacıyla yapılan çalışmaları içermektedir. Çalışma altı ana bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde, Türkiye'de binalardaki enerji verimliliğine ve CO₂ salım miktarlarına getirilen standartlar ve bunun gerekliliği üzerinde durulmuş, çalışmanın amacı açıklanmıştır.

İkinci bölümde, sera etkisi ve küresel ısınma tanımları yapılmış, dünyada ve Türkiye'deki zararları üzerinde durulmuştur. Dünya genelinde ve Türkiye'de sera etkisinin önüne geçmek ve CO₂ salım miktarını azaltmak için yapılan çalışmalar anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde, binalarda enerji giderlerinde etkili olan dış çevre parametreleri ve binaya ilişkin parametreler açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde, konut binalarının enerji yüklerinin ve CO₂ salım miktarlarının hesaplanabilmesi amacıyla binaya ilişkin parametrelerin belirlenmesi ve bu parametrelerin binaların enerji performanslarına olan etkileri anlatılmıştır.

Beşinci bölümde, Ataköy 5. kısımda yer alan B, C ve D tipi konut örnekleri tanıtılmış ve bu konut örneklerinde ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin ve CO₂ salım miktarlarının azaltılmasına yönelik uygulama çalışmaları yapılmıştır.

Altıncı bölümde, çalışmanın sonuçları yer almaktadır.

Ekler bölümünde, yaklaşımın uygulanması sonucu ortaya çıkan enerji yükleri ve CO₂ salım miktarlarına ilişkin değerler verilmiştir.

REVIEW OF AN HOUSING ESTATE EXAMPLE IN ORDER TO REDUCE THE TOTAL ENERGY CONSUMPTION AND THE AMOUNT OF CO₂ OSCILLATION OF BUILDINGS

SUMMARY

Because of the increased energy demand and usage in recent years; existing energy sources are being consumed rapidly. The gasses that occur due to the usage of these energy sources, accumulate at the atmosphere and cause greenhouse effect. So; solar radiation absorbency of the atmosphere increases and the temperature on the earth climbs above seasonal normals. Climate changes occur, due to these temperature increments. This climate changes affect every single living creature on the earth. Therefore; the productive usage of existing energy and reducing the CO₂ oscillation amount that occur due to this consumption, becomes an important necessity.

In 1997 international Kyoto Protocol was signed in Japan, in order to decelerate or stop the occurrence of problems. To prevent global warming that occurs due to greenhouse gasses; keeping the intensity of the greenhouse gasses in acceptable levels which don't affect the climate negatively and preventing the climate changes, is the aim of this protocol. It has been expected from all the countries in the world to be responsible for the CO₂ oscillation and to develop reduction studies.

In Turkey; the energy amount which is consumed in the buildings to fulfill the comfort requirements of the occupants, is the second biggest amount after industrial energy consumption amount. So; increasing the energy efficiency in the existing buildings becomes more of an issue in order to reduce energy consumption amounts in these buildings.

TS 825 Thermal Insulation Regulations which is for efficient energy usage, was first published in 1985. Energy performance regulations in buildings has been in prevail since 2011. By the software called BEP-TR; the annual energy usage of the buildings will be calculated and classified. Energy efficiency will be a term which is

supported by law in following years. Energy efficiency will be applied not only to new buildings but also to old ones. The existing buildings will be evaluated due to energy efficiency and the necessary interferences will be made. This situation is very important in the way of Turkey's approach to the issue. Therefore; improvement studies on existing buildings, using energy efficiently and reduction of CO₂ oscillation; have become important necessities.

There have been a lot of housing estates in Turkey constructed to provide housing for the rapidly increasing population. Some of these buildings were constructed before TS 825 thermal insulation regulations and their facades can't be sufficient according to these regulations. Hence; the energy losses and accordingly CO₂ oscillation amounts in housing estates are in high levels.

Within the scope of this study; B, C, D type buildings in Ataköy section 5 which have insufficient facade performance and constructed before TS 825 thermal insulation regulations, have been made sufficient according to standards by various enhancement suggestions. Besides the facade enhancements, some changes have been made in the original design about building locations. That means; a new layout plan has been designed in this study.

Ecotect Analysis software was used to calculate heating and cooling loads and CO₂ oscillation amounts. Ecotect simulation programme uses "Admittance Method" which is identified in CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers) Guide (1988) for thermal performance and CO₂ oscillation calculation. This method is used to provide the simulation of dynamic response of the building on the basis of steady-state analysis.

Determining of the energy consumption and CO₂ oscillation amounts is very important in the way of developing improvement suggestions and evaluating the results. In order to make the calculations; A, B, C, D and E2 buildings are modelled by Ecotect Simulation programme correspondent with layout plan and heating and cooling energy consumption and CO₂ oscillation amounts were calculated only for B, C ve D buildings by the help of inside and outside environment related parameters considered in previous steps.

Residences whose energy consumption are high can be transformed into energy efficient buildings by these kind of improvement studies.

In the light of these informations, applying this spproach to this existing housing comes to a conclusion like below:

- Designing the energy efficient buildings prevents the buildings to be an environmental pollution source and reduce the occurence of the greenhouse effect.
- Improvement suggestions which is developed for opaque and transparent components of building facedes must be made according to effectiveness of situations whether heating is wanted or isn't wanted in the climate zone of the location.
- During the design process of housing estates that influnce environment and many people because of energy consumption and CO₂ oscillation amounts; spaces between buildings, orientation of buildings in layout scale and optic and thermophysical features of facades in constructional component scale, need to be determined suitably according to the location's climate zone.
- During the design process; the optimum suggestion must be made by developing building spacing suggestions in layout scale and evaluating the energy conservation provided by these suggestions and the land cost.
- It has been seen that not only applying the regulations for reducing the energy consumption and CO₂ oscillation amounts is enough; but also housings and buildings must be designed as passive systems that shows energy efficient performance.

This study aimes to reduce energy consumption and CO₂ oscillation amounts in an existing housing estate and includes 6 main sections.

In first section; Turkish standards about energy efficiency and CO₂ oscillation amounts are mentioned and the necessity of these standards is discussed. Aim of this study is explained.

In the second section; greenhouse effect, global warming and damages of them to Turkey and World were discussed. The studies in Turkey and Worldwide, aiming to

prevent the damage due to greenhouse effect and to reduce CO₂ oscillation amount, were mentioned.

In the third section; environmental and building related parameters that affect energy losses were described.

In the fourth section; determination of building related parameters and the effects of them on buildings' energy performance has been made, in order to calculate the energy loads and CO₂ oscillation amounts of residential buildings.

In the fifth section; the B, C, D type residence examples in Ataköy section 5 were presented and application studies about reducing the heating and cooling energy loads and CO₂ oscillation amount, have been made.

In the sixth section, conclusions were discussed.

1. GİRİŞ

Sanayileşme sonucu artan enerji talebi ve tüketiminden dolayı dünya büyük bir hızla kirlenmekte, atmosfer tabakası bozulmakta, dünyada ciddi iklim değişiklikleri başlangıçları gözlemlenmektedir. İklim değişikliklerinin en büyük sebeplerinden birisi olan "Küresel Isınma" karbon içerikli enerji kaynaklarının (kömür, petrol, doğalgaz, vb...) yanma tepkimesi kullanımı sonrası oluşan CO2 gazı başta olmak üzere, sera etkisi yaratan tüm gazların atmosfere karışması sonucunda oluşmaktadır. Bu gazlar atmosferin ısı tutuculuğunu artırarak güneş ışınımını absorbe etmekte ve sera etkisine neden olmaktadır. Sera etkisi, yeryüzünün ve atmosferin normal iklim koşullarına göre daha sıcak olmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle atmosfere salınan bu gibi zararlı gazların atmosfere verilme miktarları denetlenerek, salınım miktarlarının kontrol altına alınması gerekmektedir.

Enerji verimliliği, binalarda yaşam standartı ve hizmet kalitesi, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüsüne yol açmadan, birim hizmet veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır. Tüm dünya ülkeleri enerji verimliliği konusunda ciddi önlemler almaktadır. Bu amaçla standart, yönetmelik ve kanunlar hazırlanarak, binaların enerji tüketimi sınırlandırılmaktadır. Dünyada binalarda kullanılan enerjinin toplam enerji içerisindeki payı %45-50'e kadar çıkabilmektedir. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de toplam enerjinin çok önemli bir oranı binalarda iklimsel konforu sağlamak amacı ile kullanılmaktadır. Bu durum binalarda ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının azaltılmasının ne kadar önemli olduğunun göstergesidir. (YILMAZ, 2005)

1973-1974 yıllarında dünyada yaşanan petrol krizi tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi Türkiye'de de enerji harcamalarının azaltılması yönünde çalışmaların başlamasına yol açmıştır. İlk olarak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 3 Kasım 1977 tarihinde "Isıtma ve Buhar Tesislerinin Yakıt Tüketiminde Ekonomi Sağlanması Ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği"ni yayımladı. Bu yönetmelikle mevcut binaların da bu yönetmelik şartlarını sağlaması isteniyordu. 1980 yılında yaşanan 2. petrol krizi sonrası 7 Aralık 1990 tarihinde Tarım ve Orman

Bakanlığı "Binalarda Isı Yalıtımı Talimatı" ile bakanlığa bağlı tüm binalarda uyulması gereken ısı yalıtım şartlarını tanımladı. 31 Ekim 1981 tarihinde Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından yayınlanan bu yönetmelikle, imar yönetmeliklerine ısı yalıtım ile ilgili husular eklendi ve tüm hesaplamaların "TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" standardına göre yapılması ve bu hesaplamaların ısı yalıtım projesi ile belgelenmesi istendi. Bu yönetmelik 10 Ocak 1983 tarihinden sonra yapılacak binaları kapsıyordu. Bu çalışmaları, 19 Kasım 1984 tarihinde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın yayınladığı "Mevcut Binalarda Isı Yalıtımı ile Yakıt Tasarrufu Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği" takip etti. Bu yönetmelikle 1980 yılında sadece bakanlık binalarını kapsayan yönetmeliğin tüm eski binaları kapsamı sağlandı.

Bu çalışmaları takiben 1985 yılında imar yönetmelikleri yeniden ele alındı ve revize edildi. Buna bağlı olarak TS 825 Binalarda Isı yalıtım Kuralları Standardı da 1998 yılında revize edildi ve 2000 yılı itibariyle yapılacak binalar için zorunlu hale getirildi. Bu standart tekrar revize edilerek 22 Mayıs 2008 tarihinde yeniden yayımlanmıştır. Bu standarta bağlı olan binalarıda ısı yalıtım yönetmeliği de 9 Ekim 2008 tarihinde yenilendi. 5 Aralık 2008 tarihinde yayınlanıp 5 Aralık 2009 tarihinde yürürlüğe giren Binalarda Enerji Performansı (BEP-TR) yönetmeliğinde ısıtmanın yanı sıra, soğutma, havalandırma, aydınlatma, sıcak su temini gibi enerji kullanım alanları ve ısıtma, soğutma sistemleri, aydınlatma armatürleri vb. sistemlerin verimlilikleri dikkate alınmaktadır. Bu yönetmelik ısıtma amaçlı enerji tüketimleri konusunda Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği'ni referans vermektedir.

Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği tüm mevcut binaların 2012 yılına kadar Enerji Kimlik Belgesi almasını zorunlu kılmaktadır. Enerji Kimlik Belgesi; binaların toplam enerji tüketimi ve CO2 salım miktarını sınıflandırarak kullanıcıların binaların enerji verimliliğine bağlı olarak işletme maliyetlerini ve CO2 salım yönüyle çevreye olan etkilerini görebilmelerine olanak sağlamaktadır (Diz 2013).

Problem

Türkiye'de 1977 yılı öncesi yapılmış enerji etkinliği açısından yetersiz mevcut bir konut stoğu olduğu bilinmektedir. Bunun sonucunda bu mevcut konutlarda iklimsel konfor koşulları sağlanamadığı gibi bina içi iklimsel konforun sağlanması amacıyla harcanan enerji miktarları da güncellenen yönetmeliklerin öngördükleri değerlerin

çok üzerinde kalmaktadır. Bu durum da enerji harcamalarının yanı sıra CO2 gazı salım miktarlarının da artmasına yol açarak atmosferin kirlenmesine ve sera etkisinin artmasına neden olmaktadır.

Amac

Bu tez çalışmasının amacı Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği uyarınca, mevcut konut binalarındaki enerji harcamalarının ve CO2 salım miktarlarının azaltılmasıdır.

Kapsam

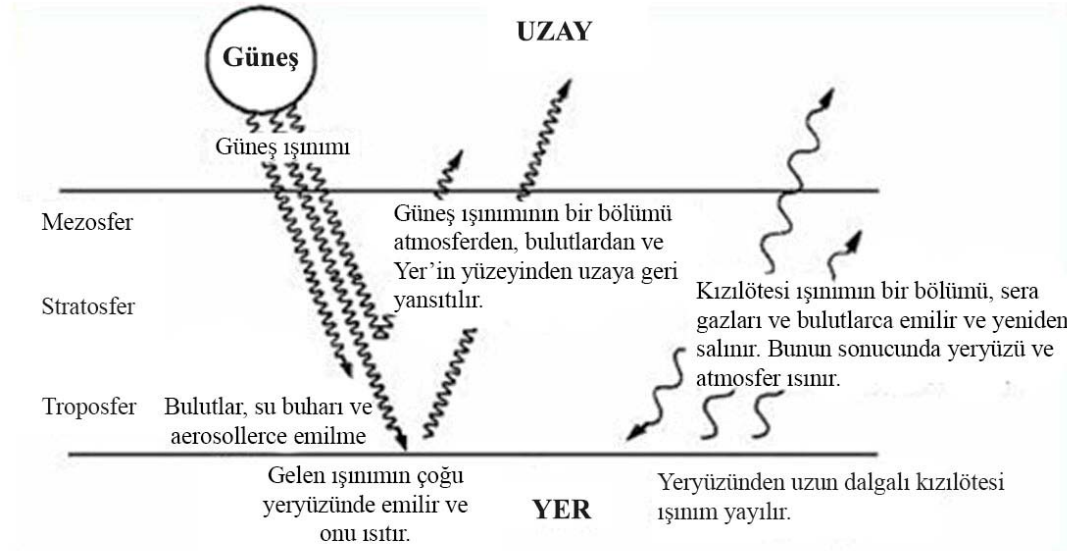
Amaca yönelik olarak bu çalışmak kapsamında 1980'li yıllarda inşa edilmiş ve enerji etkinlik açısından güncel yönetmeliklerin gereklerini sağlayamayan İstanbul'un Bakırköy ilçesinde sahil şeridinde yer alan Ataköy 5. kısmı yerleşmesindeki mevcut konut binaları ele alınmıştır.

Yöntem

Çalışmada uygulanan yöntem; mevcut yerleşmedeki binalara ilişkin verilerin bilgi toplama ve termal kamera yardımı ile görüntüleme yolu ile belirlenmesi, binaların mevcut yerleşim durumlarında modellemeler yardımıyla gölge analizlerinin yapılması ve toplam enerji harcamalarının ve CO2 salım miktarlarının hesaplanması, yönetmeliklere uygun olarak binalar için iyileştirme önerilerinin geliştirilmesi ve gölge analizlerinin yeniden yapılıp, toplam enerji harcamaları ve CO2 miktarlarının yeniden hesaplanması, tasarım aşamasında yerleşim planında gerçekleştirilebilecek tasarım değişkenlerine ilişkin önerilerin geliştirilerek tüm bu önerilerin uygulanmış olması halinde elde edilebilecek faydanın değerlendirilmesi şeklinde özetlenebilir.

2. SERA ETKİSİ VE CO2 SALIMI

Güneşten gelen ışıının bir kısmı atmosferin üst tabakasından tekrar uzaya yansımaktadır. Kalanı ise ışıının ile atmosferden geçerek dünyayı ısıtmaktadır. Atmosferden geçen ışıının yaklaşık 0.3'ü atmosferde bulutlar, su buharı ve aerosoller (atmosferdeki çok küçük katı veya sıvı parçacıklar) tarafından emilmekte, kalan ışıının bir kısmı yeryüzüne emilerek yeryüzünü ısıtmakta bir kısmı da yer yüzeyinden uzaya geri yansımaktadırlar. Bu yansıyan ışıınlar başta karbondioksit, metan ve su buharı olmak üzere atmosferde bulunan gazlar tarafından tutulur ve bu gazlar yeryüzünün ısı kaybına engel olurlar. (CO₂, havada en çok ısı tutma özelliği olan gazdır) Atmosferin ısıyı tutma yeteneği sayesinde suların sıcaklığı dengede kalır. Böylece nehirlerin ve okyanusların donması engellenmiş olur. Bu şekilde oluşan, atmosferin ısıtma ve yalıtma etkisine sera etkisi denir.



Şekil 2.1 : Sera etkisi oluşumu

Sanayi devrimi ile birlikte enerji talebinin artması ve buna bağlı olarak fosil kaynaklı enerji tüketiminin artması çevre kirliliği sorunlarına yol açmıştır. Bu enerji kaynaklarının tüketilmesi ile meydana çıkan gazlar atmosfere karışmakta ve sera gazı salımlarının artmasına yol açmaktadır. Son yıllarda atmosferdeki CO₂ miktarı hava

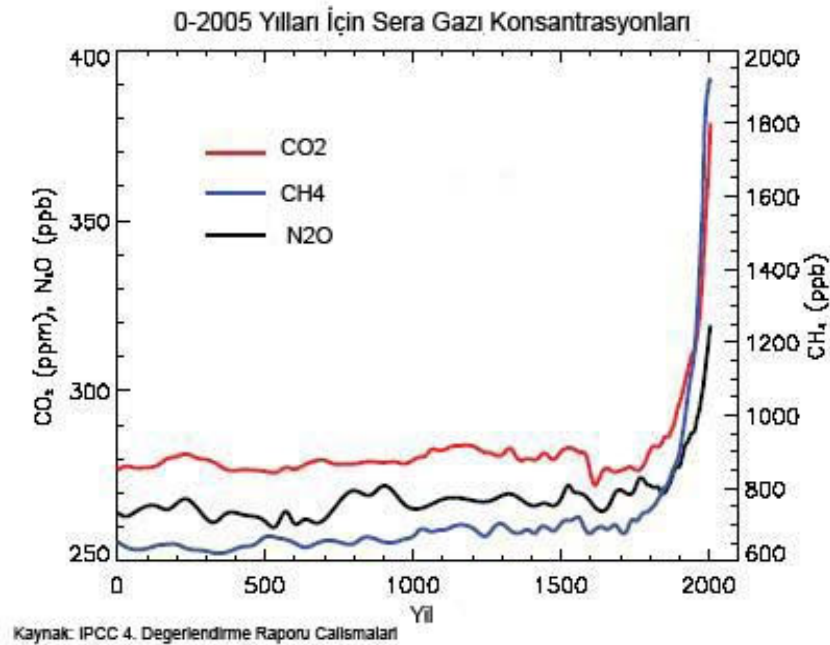
kirlenmesine bağlı olarak hızla artmakta ve metan, ozon ve kloroflorokarbon (CFC) gibi sera gazları çeşitli insan aktiviteleri ile atmosfere katılmaktadır. Bu gazların tamamının ısı tutma özelliği vardır. CO₂ ve ısıyı tutan diğer gazların miktarındaki artış, doğal sera etkisini şiddetlendirerek atmosferin ısısının yükselmesine sebep olmaktadır. Bu da küresel ısınma olarak ifade edilir. Bu durumun, buzulların erimesi ve okyanusların yükselmesi gibi ciddi sonuçlar doğurarak sıcaklıkların artmasıyla da kuraklık ve iklim değişmesi gibi ciddi sorunlara yol açmasından endişe edilmektedir. Bu sorunların oluşumunu yavaşlatmak ya da durdurmak için 1997 yılında Japonya’da uluslararası Kyoto Protokolü imzalanmıştır. Bu protokolün amacı, sera gazı kaynaklı küresel ısınmayı önleyebilmek için, atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun, iklime tehlikeli etki yapmayacak seviyelerde dengede kalmasını sağlamak ve buna bağlı olarak iklim değişikliğinin önüne geçebilmektir. Dünyadaki ülkelerin CO₂ salımlarından sorumlu olmaları ve bu alanda azaltım çalışmaları yapmaları beklenmektedir. Kyoto protokolüne göre;

- Atmosfere salınan sera gazı miktarı %5'e çekilecek,
- Endüstriden, motorlu taşıtlardan, ısıtmadan kaynaklanan sera gazı miktarını azaltmaya yönelik mevzuat yeniden düzenlenecek,
- Daha az enerji ile ısınma, daha az enerji tüketen araçlarla uzun yol alma, daha az enerji tüketen teknoloji sistemlerini endüstriye yerleştirme sağlanacak, ulaşımda, çöp depolamada çevrecilik temel ilke olacak,
- Atmosfere bırakılan metan ve karbondioksit oranının düşürölmesi için alternatif enerji kaynaklarına yönelinecek,
- Fosil yakıtlar yerine örneğin biodizel yakıt kullanılacak,
- Çimento, demir-çelik ve kireç fabrikaları gibi yüksek enerji tüketen işlemlerde atık işlemleri yeniden düzenlenecek,
- Termik santrallerde daha az karbon çıkartan sistemler, teknolojiler devreye sokulacak,

- Güneş enerjisinin önü açılacak, nükleer enerjide karbon sıfır olduğu için dünyada bu enerji ön plana çıkarılacak,
- Fazla yakıt tüketen ve fazla karbon üreten daha fazla vergi alınacaktır.

2.1 Sera Gazları Değişiminin Atmosfer ve İklim Üzerindeki Etkileri

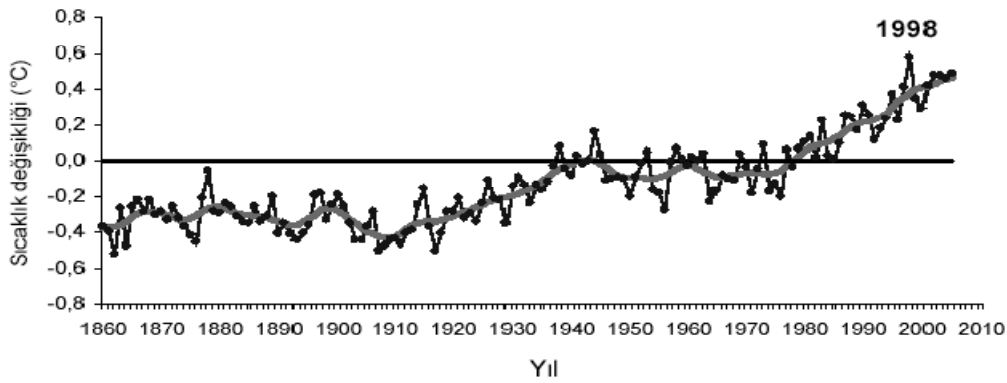
Atmosferdeki karbondioksit miktarının artışı, önemli bir problemi de beraberinde getirmektedir. Karbondioksitin güneş ışınımını geçirir ancak kızıl-ötesi ışığı emer. Atmosferdeki karbondioksit, güneş ışınımına karşı geçirgen olduğu için, enerji direkt olarak yeryüzüne ulaşır. Fakat yeryüzünden yansıyan ışık genelde kızıl-ötesi formundadır ve atmosferdeki karbondioksit tarafından emilir. Karbondioksit molekülü bu enerjiyi tutmaz ve bütün yönlerde olmak üzere tekrar yayar ve böylece, bir kısmını yeryüzüne geri göndermiş olur. Karbondioksitin etkisi, güneşten gelen enerjinin yeryüzüne ulaşmasını engellemek şeklinde değil, fakat bu enerjinin bir kısmının uzaya geri gitmesini önlemek şeklindedir. Atmosferdeki karbondioksit miktarının her yıl arttığı düşünüldüğünde, yeryüzündeki ortalama sıcaklıkta derece derece gerçekleşecek bir artış beklentisi ortaya çıkmaktadır. Şekil 2.2'de 2005 yılına kadar gerçekleşen sera gazı konsantrasyonları görülmektedir.



Şekil 2.2 : 0-2500 yılları için sera gazı konsantrasyonları

Toplam sera gazı salımında CO₂ gazının dörtte üçlük bir payı vardır ve enerji sektörünün insan kaynaklı sera gazı salımındaki payı, %60 enerji kaynaklı CO₂, %5 enerji kaynaklı metan olmak üzere yaklaşık üçte ikidir. Metan ise toplam sera gazı salımında altıda birlik bir payla ikinci sıradadır (WEC, 2007).

20. yüzyıldan itibaren hem güney yarımkürede hem de kuzey yarımkürede küresel ortalama sıcaklığın daha belirgin bir şekilde artması 1980’li yıllarla birlikte daha da belirginleşerek, hemen her yıl bir önceki yıla göre daha sıcak olmak üzere, küresel sıcaklık rekorları kırdı ve küresel ortalama yüzey sıcaklığı, 20. yüzyılın başından günümüze değin yaklaşık olarak 0.7°C arttı. Özellikle 1990’lı ve 2000’li yılların en sıcak yılları; 1998 yılının ise en sıcak yıl olduğu ortaya çıkmıştır (Türkeş, 2007). Şekil 2.3’de küresel yıllık ortalama yüzey sıcaklığı anomalilerinin 1860-2005 dönemindeki değişimleri görülmektedir.

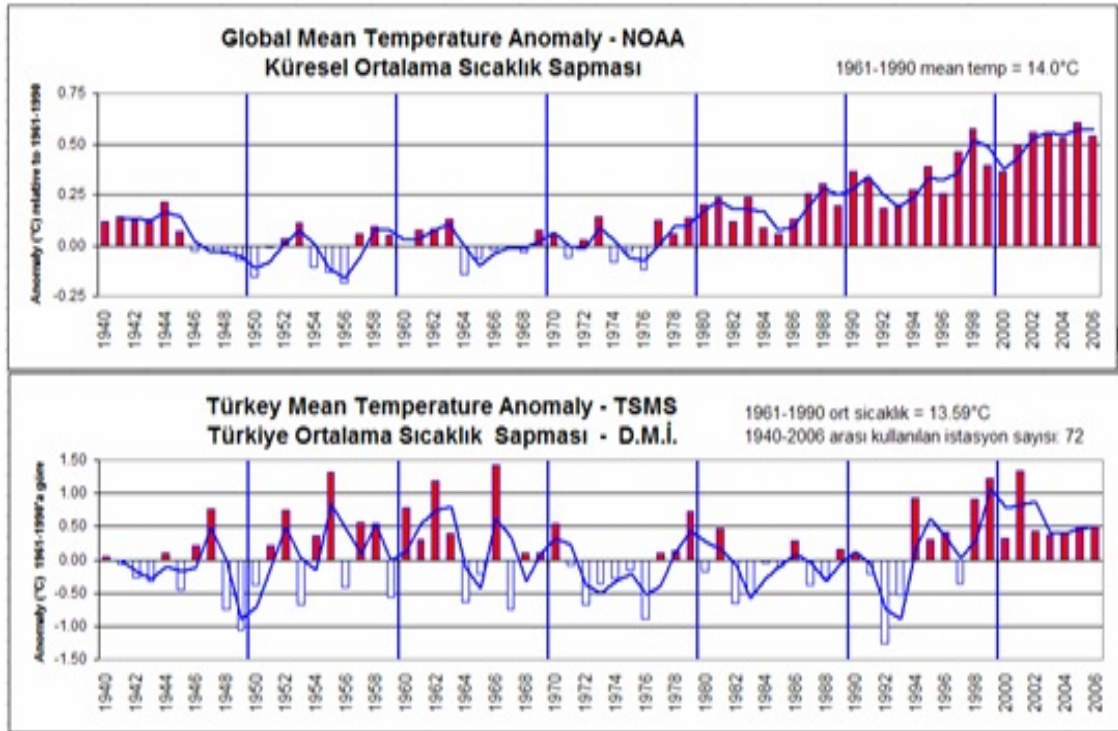


Şekil 2.3 : 1961–1990 Dönemi Ortalamalarından Farklara Göre Hesaplanan Küresel Yıllık Ortalama Yüzey Sıcaklığı Anomalilerinin 1860–2005 Dönemindeki Değişimleri

19. yüzyılın ortalarından günümüze kadar olan süre içinde küresel ortalama hava sıcaklığı 0.3–0.6 °C artmış ve 1998 yılı da 1961–1990 ortalamasından 0.57 °C daha sıcak olmuştur (Kadioğlu, 2007). Aynı şekilde, IPCC 2007 yılı Şubat ayı raporunda geçen yarım yüzyıldaki ısınmanın en azından önceki 1300 yıldakine göre olağan dışı olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca bu sıcaklık artışının yüksek bir olasılıkla insan kaynaklı sera gazı salımlarından kaynaklandığı ve salım düzeylerinin bu şekilde veya daha yüksek bir seviyede devam etmesinin ısınmayı daha ileriye götürebileceği ve 21.yüzyılda küresel iklim sisteminde birçok değişikliğe neden olacağı ve bu durumunda 20. yüzyılda hissedildiğinden daha fazla hissedilebileceği belirtilmiştir.

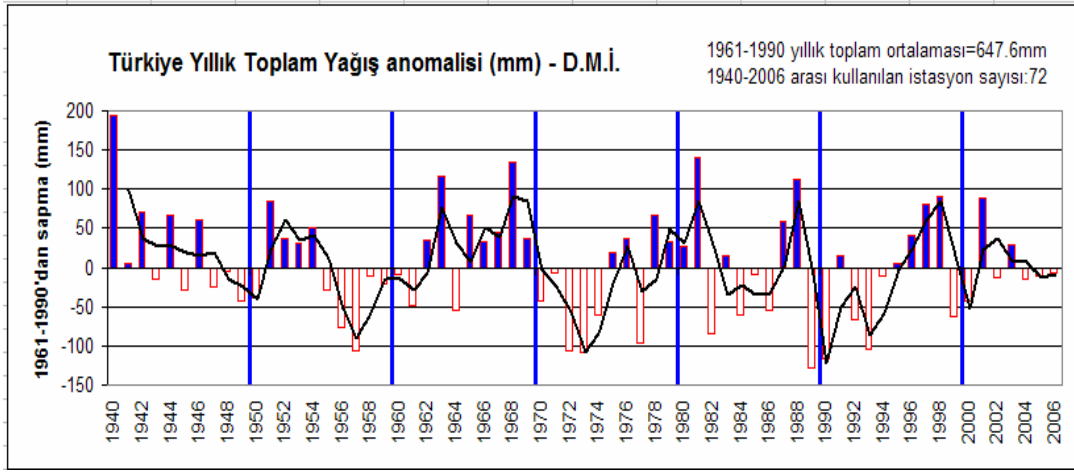
Bunun yanı sıra, ortalama deniz seviyesinin yükseldiği ve okyanusların ısılarının arttığı da vurgulanmıştır (IPCC, 2007).

Küresel iklimdeki gözlenen ısınmanın yanı sıra, en gelişmiş iklim modelleri, küresel ortalama yüzey sıcaklıklarında 1990-2100 dönemi için 1.4 C° ile 5.8 C° arasında bir artış olacağını öngörmektedir. Dünyada ve Türkiye’de sıcaklık sapmalarının gösterildiği şekil 2.4’deki grafiklerin üst kısmında dünya ortalama sıcaklığı, alt kısmında ise Türkiye ortalama yüzey sıcaklığı verilmektedir.



Şekil 2.4 : Küresel ve Türkiye ortalama sıcaklık sapmaları

1940 yılından beri Türkiye’de yaşanan sıcaklık eğrileri hareketli ortalamalar şeklindedir. Bugünkü durum 1950-1960’lı yıllarda da yaşanmış olup ısınma ve soğuma dönemlerine girilmiştir. Ancak 1992 yılından bu yana sıcaklıklarda düzenli bir artış dikkati çekmektedir. Türkiye’de gözlenen değişiklikler dünya ortalama yüzey sıcaklığındaki değişiklikler örtüşmektedir. 1940-2000 yılları arasını kapsayan ve şekil 2.5’de verilen rakamlar Türkiye’nin yıllık yağışlarındaki düzensizliği göstermektedir.



Şekil 2.5 : Türkiye yıllık toplam yağış anomalisi

2.2 Türkiye’de İklim Değişikliği ve Sera Gazı Salımı

IPCC iklim değişikliği senaryoları genellikle 2070-2100 yılları arasında, atmosferdeki karbondioksit oranlarının günümüzden en az iki kat ve daha fazla olacağı varsayımından yola çıkar. Hangi senaryoya bakılırsa bakılsın, küresel iklim değişikliğinden Türkiye ve gelişmekte olan ülkeler, olumsuz bir şekilde etkilenecektir. Bu olumsuzluklar IPCC’nin projeksiyonlarına göre, ülkemizin de içinde bulunduğu enlemlerde sıcaklıklarda artışların, yağış rejiminde değişimler, deniz su seviye yükselmesi ve toprak su içeriğinde önemli azalmalar şeklinde olacağı tahmin edilmektedir. Bütün bunların sonucunda, kuraklık (kıtlık, orman yangını, sıcak hava dalgaları, tarımsal haşereler), ani seller (şiddetli yağmur ve yıldırımlar) ve deniz su seviye yükselmeleri (kıyılarda erozyon, dere ve nehirler ile birlikte yeraltı sularının ve alçak arazinin tuzlanması) gibi önemli problemlerin etkilerini gelecekte daha fazla hissedileceği tahmin edilmektedir (Kadıoğlu, 2008).

Bu senaryoların gerçekleşmesine neden olabilecek iklim değişikliği ve olası olumsuz sonuçlarına engel olabilmek amacıyla sera gazı salımı miktarlarının da kontrol altına alınması önceliği gündemin en önemli konularından biridir.

Türkiye’nin 1990 yılı seragazı salımı toplamı, CO₂ eşdeğeri olarak 200.7 milyon ton iken, 1997 yılında bu miktar 271.2 milyon tona çıkmıştır. Çizelge 2.1’de görüldüğü gibi, toplam seragazları içinde CO₂ salımı, % 88’lik pay ile en büyük yeri almaktadır. İkinci sırada, ortalama % 10-11’lik payla metan gazı (CH₄) yer almaktadır. Diğer gazların oranları ise, bu iki seragazına nazaran çok düşük kalmaktadır (Akkaya, Özçağ, 2003).

Çizelge 2.1 : 1990-1997 Döneminde Türkiye’de Sera Gazları Miktar ve Paylarındaki Değişimler

SERAGAZLARI	YILLAR							
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Doğrudan Sera gazları (Bin ton)	200.723	207.42	214.972	225.911	222.506	241.805	262.49	271.176
CO ₂ (%)	89	88	88	88	89	87	88	89
CH ₄ (%)	11	11	10	10	10	10	10	9
N ₂ O (%)	1	1	2	2	1	3	2	2
Yakıt Kaynaklı Sera gazları (Bin ton)	146.736	150.552	156.086	162.849	161.115	172.934	186.352	195.513
CO ₂ (%)	97.3	97.3	97.3	97.5	97.6	97.8	98	98
CH ₄ (%)	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8	1.5	1.5	1.5
N ₂ O (%)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5

Kaynak : DİE

Sera gazı oluşumunda en önemli etken olan fosil yakıt tüketimi kaynaklı emisyonun yaklaşık % 97 gibi çok büyük bir oranı, CO₂ gazından oluşmaktadır. Türkiye’de 1990 ile 1999 yılları arasında her kömür petrol ve doğalgaz yakıt türlerinin kullanımında artışlar yaşanmıştır. Bunların arasında en büyük artış % 270 ile doğalgazda gerçekleşmiştir. Çizelge 2.2’de, 1990-1999 yıllarında fosil kaynaklı yakıt tüketiminden kaynaklanan CO₂ salımlarının sektörel dağılımları verilmiştir.

Çizelge 2.2 : 1990 ve 1999 Yıllarında Fosil Kaynaklı Yakıtlardan Kaynaklanan CO₂ Emisyonlarının Sektörel Dağılımları (Milyon ton)

	1990		1999	
	Toplam Miktar	Toplam İçindeki Pay	Toplam Miktar	Toplam İçindeki Pay
	(Mt)	(%)	(Mt)	(%)
Enerji ve Çevrim	39,45	30,63	73,75	40,70
İmalat Sanayi ve Konut	33,63	25,41	43,33	23,92
Ulaştırma	28,25	21,93	33,76	18,63
Diğer	27,48	21,33	30,35	16,75
TOPLAM	128,80	100	181,19	100

1999 yılında Türkiye’de kişi başına gerçekleşen CO₂ salım miktarı 2,75 tondur. OECD ve AB ülkeleri için ise bu değerler ortalama olarak sırasıyla; 10,59 ve 8,26 tondur. Bu değerler, Türkiye’nin yaklaşık üç katı seviyesindedir. Dünyanın en büyük CO₂ emisyonu üreticisi olan ABD’de ise 1999 yılında kişi başına gerçekleşen CO₂ emisyonu 20,23 tondur. CO₂ salım miktarı diğer ülkelerle karşılaştırıldığında

oldukça düşük görünse bile 1990-1999 yılları arasında, Türkiye'nin CO2 emisyonu miktarında % 32 civarında bir artış gerçekleşmiştir. Bu oran, genelde ekonomisi hızlı büyüyen ve büyümesinde yüksek oranda enerji girdisi kullanan gelişmekte olan ülkelerle paralellik göstermektedir. Türkiye'deki inşaat sektörünün yükselişe geçtiği ve konut politikalarının hızlandırıldığı bu süreçte özellikle yerleşmelerde binalardaki iç ortam ya da hava koşullarının kontrolü (iklimlendirme -ısıtma ve soğutma-, havalandırma ve/ya da hava kalitesinin iyileştirilmesi) ve güç ekipmanı için kullanılan enerji, sera gazı salımlarının bu sektördeki en büyük kaynağıdır (Türkeş, 2007).

Türkiye Kyoto Protokolünü 2009 yılında kabul edip imzalayarak Kyoto Protokolü içerisinde yer alan ülkelere arasına girmiş ve bu protokolün getirdiği şartları kabul etmiştir. Türkiye'de yapılan çalışmalar karbon salımını azaltmak ve adaptasyon önlemleri olarak iki temel gruba ayrılmaktadır.

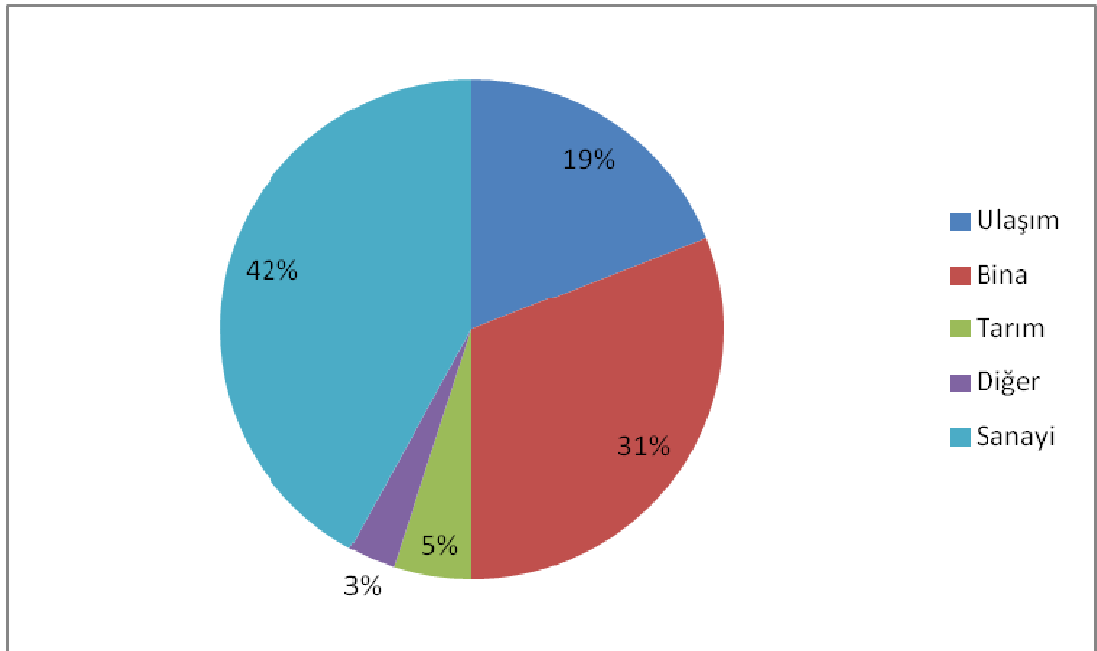
Kyoto Protokolünde yer alan;

- Atmosfere salınan sera gazı miktarı %5'e çekilmesi
- Daha az enerji ile ısınma sağlanması,
- Fosil yakıtlar dışında, alternatif enerji kaynaklarına yönelinmesi,

gibi maddeler binaların enerji etkin hale getirilmesini ve güneş enerjisi, rüzgar gibi temiz enerji kaynaklarının binalarda da kullanılması gerekliliğini oluşturmaktadır. Bu amaçla Türkiye'de yapılmakta olan binaların ve mevcut binaların, enerji kimlik belgeleri oluşturulmakta olup, 2017 yılına kadar binalar enerji etkinlikleri açısından değerlendirecek ve gerekli müdahaleler yapılacaktır. Bu nedenle mevcut yapı stoklarında iyileştirme çalışmalarına gidilmesi ve CO2 gazı salımı miktarının azaltılması zorunluluk haline gelmiştir.

3. BİNALARDA ENERJİ HARCAMALARI VE CO2 SALIMI

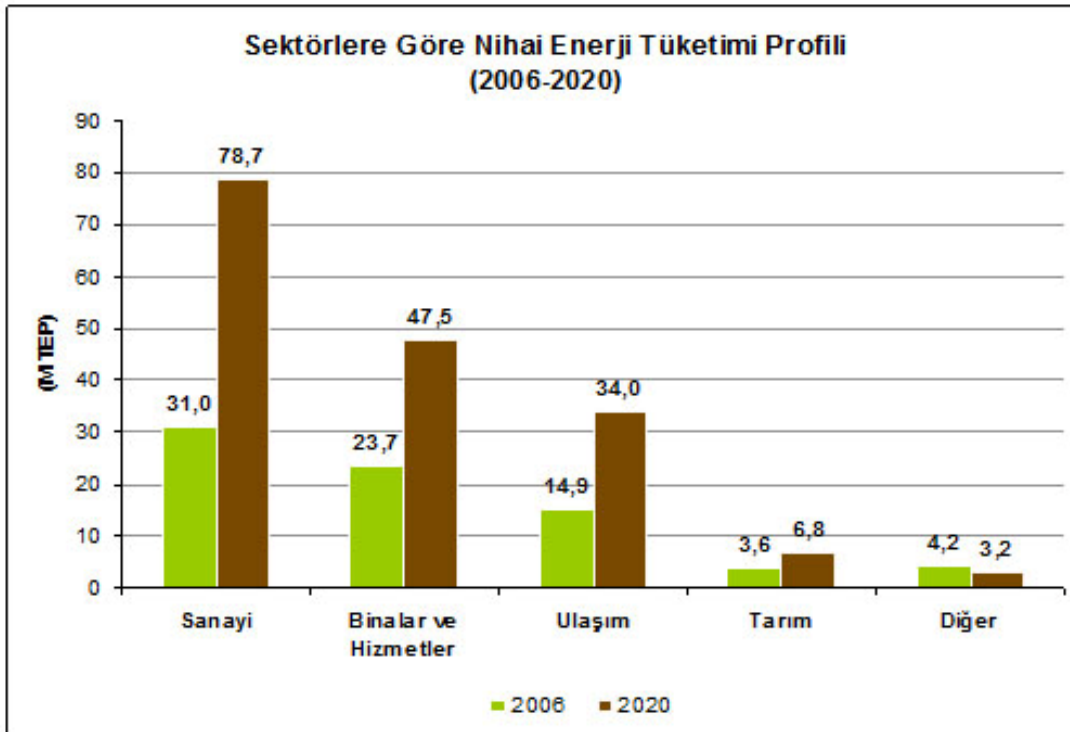
Teknoloji ve sanayileşmenin hızla arttığı günümüz dünyasında insan hayatını etkileyen en önemli faktörlerden biri enerji haline gelmiştir. Tarihte savaşlar toprak kazanmak, dini yaymak ya da ganimet için yapılırken günümüzde bu savaşlar enerji kaynaklarını ele geçirmek ve bu kaynakları sömürmek amacıyla yapılmaya başlanmıştır. Bu durum bize tüketilebilir enerji kaynaklarının ve enerjinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. İnsanlar teknoloji ve üretim yeteneklerini arttırdıkça tüketim kapasitelerini de arttırmaktadır. Enerji ihtiyaçlarının artması karşısında tüketilebilir enerji rezervlerinin azalması ve tükenecek olması insanları alternatif enerji kaynakları bulmaya ve var olan enerji kaynaklarını daha etkin kullanmaya yöneltmiştir. Bununla birlikte artan insan nüfusuna bağlı olarak bir konut stoğu ihtiyacı meydana gelmiştir. Oluşan bu ihtiyaç doğrultusunda ülkemizde yapılan konut stoklarının bir çoğu 1985 Isı Korunumu Yönetmeliği'nden önce yapıldığı için bu konutlarda ısı yalıtımı bulunmamaktadır. Bu nedenle toplu konut binalarında enerji kayıpları ve dolayısıyla CO2 salım miktarları yüksek miktarlarda olmaktadır.



Şekil 3.1 : 2002 yılında sektörel enerji tüketimi (S. Sosyal, 2008)

3.1 Konut Binalarında Enerji Harcamalarının ve CO2 Salım Miktarının Azaltılması Gereksinimi

Binalarda enerjinin verimli kullanılmasına yönelik TS 825 ‘Isı Korunum Yönetmeliği’ ilk olarak 1985 yılında yayınlanmıştır. Bayındırlık Bakanlığı tarafından uygulanmakta olan binalarda enerji performans yönetmeliği Ocak 2011’den beri yürürlüğe girmiş bulunmaktadır. Bu yönetmelik ile Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan BEP-TR isimli bilgisayar yazılımı ile binaların yıllık enerji giderleri hesaplanacak ve sınıflandırılacaktır. Enerji etkinlik kavramı önümüzdeki yıllarda mevzuat tarafından da desteklenen bir kavram haline gelecektir. Enerji etkinliği sadece yeni yapılan yapılarda değil, mevcut yapılarda da uygulanacaktır. Bu sayede mevcut yapı stoğu 2017 yılına kadar enerji etkinlik açısından değerlendirilecek ve gerekli müdahaleler yapılacaktır. Bu durum Türkiye’nin konuya yaklaşımı açısından oldukça önemli bir gelişmedir. Bu nedenle mevcut yapı stoğunda iyileştirme çalışmaları yapmak, enerjiyi daha etkin şekilde kullanmak ve CO2 salımını azaltmak zorunluluk haline gelmiştir.



Şekil 3.2 : 2006-2012 yılı için sektörlere göre Türkiye için enerji tüketim profili

3.2 Konut Binalarında Enerji Harcamalarını ve CO2 Salım Miktarını Etkileyen Değişkenler

Toplu konut yerleşimlerinde enerji harcamalarını ve CO2 salım miktarlarını etkileyen değişkenler, çevresel değişkenler ve binaya ilişkin değişkenler olarak iki grupta ele alınabilir.

3.2.1 Çevresel Değişkenler

Toplu konut yerleşmelerini oluşturan binalar, dış iklimsel koşulların etkisi altında olduğundan binaların bulunduğu yere ait iklimsel değişkenler, tüketilen enerji miktarını dolayısıyla CO2 salım miktarını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Türkiye'de günümüzde üretilen toplu konut projelerinde farklı iklim bölgelerinde aynı tip projelerin üretildiği, plan tipleriyle birlikte yerleşme planlamalarının da benzer olması nedeniyle enerji korunumlu toplu konut yerleşme tasarım sürecinde iklime ilişkin değişkenlerin dikkate alınmadığı görülmektedir. Dış iklimsel koşullar binaların birbirleriyle ilişkilerini ve onları saran kabukların iç mekanda yarattığı konfor koşullarını etkiler. Bu etkilerin toplu konutlarda enerji korunumlu hale getirilebilmesi, iklimsel değişkenlerin bölgelere ait gerçek atmosfer koşullarındaki değerlerinin ele alınarak tasarım sürecinde kullanılması ile mümkün olabilir.

'Gerçek atmosfer koşulları' atmosferin yöresel bileşimini ve yöresel bulutluluk koşullarını göz önüne alarak tanımlayan atmosfer koşullarıdır. Dış iklim elemanlarına ait bu değerler, 'T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü' arşivlerindeki ölçüm sonuçları derlenerek belirlenebilmektedir. Bu değerlere göre alınacak tedbirler ile iç iklimsel konfor sağlanabilir (Berköz ve diğerleri, 1995).

İklimsel konfor koşulları,

- tasarım aşamasında, iklimsel konforun minimum yapma enerji harcanarak sağlanabileceği binalar için, tasarım değişkenlere ait değerlerin doğru belirlenmesine,
- kullanım aşamasında, binaların iklimsel konfor açısından, istenen performansı gösterip göstermediğinin değerlendirilmesine ve

- enerji ekonomisi sağlamak amacı ile, binalarda (pasif sistemlerin yeterli olmadığı durumlarda) aktif sistemlerinin enerji yüklerinin belirlenmesine ve kontrol edilmesine temel teşkil eder (Manioğlu, 2002).

3.2.1.1 Dış çevreye ait değişkenler

Dış çevredeki iklim durumu, dış iklim elemanlarının ulaştığı değerlerin bir bileşkesi olarak tanımlanabilir. Binalar, dış çevrede belirli iklim durumunun geçerli olduğu koşullarda pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemleri olarak işlev görebilirler. Dolayısı ile binalar, dış iklim koşullarının ulaştığı değerlere bağlı kalınarak pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemleri olarak tasarlanmalıdır. Dış iklim koşulları yörelere göre değişim gösterdiklerinden, pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemlerini tanımlayan tasarım değişkenlerine ait değerler de yörelere göre değişim gösterecektir. Bu durumda dış iklimsel değişkenlerin tasarımının girdileri olarak ele alınması gerektiği söylenebilir.

Dış iklimsel değişkenler güneş ışıınımı, dış hava sıcaklığı, dış hava nemliliği ve rüzgar olarak sıralanabilir.

• Güneş ışıınımı

Güneş ışıınımı, havanın toprağın ve çevredeki diğer cisimlerin ısınmalarına sebep olarak, sıcaklık değişimlerine neden olmaktadır. Bir yapı yüzeyini etkileyen güneş ışıınımı; direkt, yaygın ve yansımış olmak üzere üç ayrı bileşenden oluşur.

- Direkt güneş ışıınımı; doğrultusunda bir değişiklik olmadan atmosferden geçerek yapı yüzeylerine ve bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerine bağlı olarak bina iç ortamına ulaşan kısa dalga ışıınımıdır.

- Yaygın güneş ışıınımı; atmosferdeki toz, hava molekülleri ve su buharı zerreciklerine çarparak saçılan ve atmosferde yaygın duruma geçtikten sonra doğrultusu belirsiz olarak yapı yüzeylerini etkileyen güneş ışıınımı bileşenidir.

- Yansımış güneş ışıınımı; çevre yüzeylerden ve çoğunlukla yeryüzeyinden yansımış olarak yapı yüzeylerini etkileyen güneş ışıınımı bileşenidir.

Yüzeyin aldığı direkt güneş ışıını yöre, zamana ve yönle göre değişim göstermektedir. Yeryüzüne ulaşan güneş ışıını şiddeti; atmosfer koşulları, güneş sabiti, bulunulan yerin deniz yüzeyinden olan yüksekliği, güneşin yükseliş açısı, güneşin azimut açısı, güneşin geliş açısı gibi etkenlere bağlı olarak değişmektedir. Mimarlık çalışmalarında 10 yıllık güneş ışıını değerleri kullanılmaktadır.

- Dış hava sıcaklığı

Dış hava sıcaklığı bulunulan enlem, mevsim, gün içindeki saat, topoğrafik yapı ve yüksekliğe bağlı olarak değişmektedir. Mimarlık çalışmalarında meteorolojide ölçülen 10 yıllık ortalama hava sıcaklığı değerleri alınmaktadır.

- Dış hava nemliliği

Dış hava nemliliği, yeryüzündeki çeşitli kaynaklardan buharlaşarak havaya karışan su miktarının buhar basıncı veya oran olarak ifade edilmesidir. Bağıl nem doymuş buhar basıncına bağlı olarak değişmektedir. Mimarlık çalışmalarında her saat için belirlenen 10 yıllık ortalama bağıl nem değerleri alınmaktadır.

- Rüzgar

Rüzgar, yüksek basınç alanlarından düşük basınç alanlarına doğru olan yatay yönlü hava akımlarının meydana gelmesiyle oluşmaktadır. Farklı alanlarda oluşan basınç farklılıklarına yoğunluk farkları ve hava kütleleri arasındaki yoğunluk farklılıklarına da sıcaklık farkları yol açmaktadır.

Bina ve yerleşke ölçeğinde hakim rüzgar, ısı kazanç ve kayıpları etkileyen, konfor koşullarını belirleyen bir etkidir. Bina tasarımında hakim rüzgar hızı ve yönü bilinmelidir. Rüzgar analizleri 30 yıllık rüzgar ölçümlerinden yararlanılarak yapılır.

3.2.1.2 İç çevreye ait değişkenler

İklimsel konfor; belirli bir eylem gerçekleştirmekte olan insanın, bedensel ve zihinsel performansının en az enerji sarfederek istenen düzeyde gerçekleşmesi olarak özetlenebilir. İklimsel konfor durumu 'insanın minimum miktarda enerji harcayarak çevresine uyum sağlayabildiği koşullar' olarak tanımlanmıştır (Olgyay, 1963).

İç iklimsel değişkenlerin alacağı optimum değerlerin bileşkesi, iklimsel konforu oluşturduğu için, iç iklimsel değişkenler tasarımın çıktıları olarak ele alınırlar.

Bu değişkenler iç hava sıcaklığı, iç yüzey sıcaklıkları, iç hava hareketi ve iç hava nemidir.

- İç hava sıcaklığı

Çevre havasının kuru termometre sıcaklığı, insanın çevresiyle taşınım (konveksiyon) yoluyla yaptığı ısı alışverişi miktarını belirleyen en önemli değişkendir. İnsan ile çevresi arasındaki ısı taşınımı, vücut yüzey sıcaklığı ile hava sıcaklığı dengeleninceye kadar devam eder. Sonuçta gerçekleşen vücut yüzey sıcaklığının insanın iklimsel konforunu etkileyen en önemli değişkenlerden biri olduğu söylenebilir (Oral Koçlar, 1998).

- İç yüzey sıcaklıkları

Uzun dalga ısı ışıınım insanın çevresiyle ısı alışverişini belirler. Açık mekanlarda güneş ışıının etkisi önemli iken kapalı mekanlar için mekanı çevreleyen yüzeylerin sıcaklıklarına bağlı olarak ortaya çıkan ısı ışıınım ağırlık kazanmaktadır.

Kapalı bir hacmi çevreleyen yüzeyler ile hacim içi çevre arasında ışıınım yoluyla ısı alışverişi olduğundan, iç hava sıcaklığının oluşmasında etkili olan iç yüzey sıcaklıkları, iklimsel konforu etkileyen en önemli değişkenlerden biridir.

- İç hava hareketi

Hava hareketi hızı herhangi bir yüzeyle hava arasındaki ısı taşınım katsayısını etkilediğinden, insanla çevresi arasında taşınım yoluyla oluşan ısı transferi miktarını etkileyen bir değişkendir (Manioğlu, 2002).

- İç hava nemi

Hava nemliliği insanın cildinden su buharı difüzyonu ile cildin yüzeyinden terin buharlaşması ile ve nefes ile vücuttan kaybedilen ısı miktarlarını etkileyen bir değişkendir (Manioğlu, 2002).

3.2.2 Binaya ilişkin değişkenler

Binaya ilişkin değişkenler dış iklim durumunun, i iklim koşullarının oluşumundaki değerlerini etkiler. Dolayısı ile bu değişkenler, i iklim durumu ve iklimlendirme yüklerinin dolayısıyla CO₂ salım miktarının belirleyicileri olmak gibi ortak bir özelliğe sahiptirler. Bu özelliklerinden dolayı, söz konusu değişkenler binaların pasif ısıtma ve iklimlendirme işlevini yüklenmesini olanaklı kılarlar. Binaların ve yerleşmelerin enerji korunumlu olarak tasarlanmaları ve CO₂ salım miktarını azaltmaları bu değişkenler için önerilecek uygun değerler aracılığı ile yapılabilir (Zeren ve diğerleri, 1987).

3.2.2.1 Binanın yeri

Binanın yeri, iklim kontrolünde ve hava kirliliğinin önlenmesinde etkili olan bir tasarım parametresidir. Yerey parçasının eğimi, konumu baktığı yön ve bitki örtüsü gibi alt parametrelerden oluşmaktadır.

Topoğrafik yapıya bağlı özellikler, iklim öğelerinin etkilerinin ve sürelerinin değişmesine, dolayısıyla iklimin binalar üzerindeki etkinlik derecesinin farklılaşmasına neden olmaktadır.

Topoğrafik yapının iklim üzerindeki bu tür etkileri ısıtma ve soğutma enerjisi gereksinimini dolayısıyla CO₂ salım miktarını belirlemektedir. Topoğrafik yapı binanın arazi içindeki konumuna göre binaların güneş ışıınımı kazançları ve rüzgardan yararlanma değerleri değişmektedir.

Farklı iklim bölgelerine göre değişim gösteren bu parametrelerin o yörelede geçerli olan iklimsel koşullar ve insanın iklimsel ihtiyaçlarına bağlı olarak enerji harcamalarının minimize edilmesi ve dolayısıyla CO₂ salım miktarının azaltılmasını olanaklı kılar.

3.2.2.2 Bina aralıkları

Binalar, aralarındaki aralıklara, yüksekliklerine ve birbirlerine olan konumlarına bağlı olarak birbirleri için güneş ışıınımı ve rüzgar engelleri olarak işlev görebilirler. Bu nedenle güneş ışıınının ısıtıcı etkisinden pasif ısıtma ve iklimlendirmede yararlanma veya kaçınma, binalar arasındaki açık mekanların ölçülerinin bir fonksiyonudur. Güneş ışıınımı bir engele çarptığında (örneğin çevredeki bir bina)

engelin etrafında, gün boyunca güneşin açısal durumuna bağlı olarak, bu engelin yaratacağı gölgelenmiş alanda boyutsal değişimler olacaktır.

Güneş ışınlardan maksimum yararlanmak istendiğinde, bina aralıkları komşu binaların ve diğer engellerin en uzun gölge boyuna eşit ya da bundan büyük olmalıdır (Bayazıt, Dülgeroğlu, Yılmaz 1992) .

Bina içi çevrede iklimsel konforu etkileyen dış iklim elemanlarından güneş ışıını ve hava hareketi hızı, çevre binaların veya diğer engellerin ele alınan binadan uzaklığına, yüksekliğine ve bu binaya göre konumlandırılmış durumuna bağlı olarak değişiklik gösterir. Çevre binaların ve diğer engellerin ele alınan binaların cephelerinde oluşturacağı gölgeli alanlarda doğrudan güneş ışıınından kazandığı ısı miktarının bir fonksiyonu olan iç hava sıcaklığı ve ortalama ışıınımsal sıcaklık gibi iklimsel konforu etkileyen iç iklim elemanlarının değerleri, cepheleri hiç gölgelenmemiş bir binaya oranla çok daha düşük olacaktır (Ak, 1993).

3.2.2.3 Binanın yönlendiriliş durumu

Rüzgar ve güneş ışıını gibi dış iklim elemanları yöne göre değişim gösterdiğinden bina hacmini çevreleyen kabuk elemanlarının baktıkları yönler bina kabuğuna gelen güneş ışıını miktarını dolayısıyla ortalama ışıınımsal sıcaklığı etkiler. Bu durum kabuktan geçen ısı miktarını etkileyeceği için kabuğun iç yüzey sıcaklığı ve buna bağlı olarak iç hava sıcaklığı da değişim gösterir. Hacim içi sıcaklığı, kabuğun dış yüzeyindeki güneş ışıını yeğniliği ve kabuktan geçen ısı miktarının bir fonksiyonu olduğundan iklimsel konforun oluşması için gereken enerji yüklerini ve dolayısıyla CO₂ salım miktarını belirleyen önemli yapma çevre değişkenlerdendir (Berköz ve diğerleri, 1995).

3.2.2.4 Bina formu

Herhangi bir yaşama alanını örten ve onu dış çevreden ayıran bina kabuğunun boyutlarına bağlı olarak

- binanın toplam dış yüzey alanı
- farklı yönlere bakan ve farklı eğimlerdeki cephe ve çatı yüzeyleri ve alanları
- binanın toplam dış yüzey alanının çevrelediği hacim

değişim gösterir.

Kabukta gerçekleşen ısı transferi geçişi bina formunun bir sonucu olan bina kabuğunun alanına ve binanın kendisi tarafından gölgede kalıp kalmadığına bağlıdır. Bina formu, biçim faktörü (plandaki bina uzunluğunun bina derinliğine oranı), bina yüksekliği, çatı türü (düz, beşik ve kırma çatı), çatı eğimi, cephe eğimi gibi binaya ilişkin geometrik değişkenler aracılığıyla tanımlanabilir.

Bina kabuğu iç yüzey sıcaklığı diğer yüzeylerin sıcaklıklarından farklı olduğu için, kabuk alanının değişimi, ortalama ışınsal sıcaklığın, kabuk elemanlarından geçen ısı miktarının ve dolayısı ile iç hava sıcaklığının değişimine yol açar. Bu nedenle kabuk alanının belirleyicisi olan bina formu, aynı zamanda bina içi konfor koşullarının sağlanabilmesi için gereken enerji harcamalarının ve dolayısıyla CO₂ salım miktarının da belirleyicisidir (Berköz, 1983).

Bu nedenlerle; bina formu; çok katlı konutlarda ısıtma ve soğutma yüklerinin belirlenmesinde binaya ilişkin önemli bir değişkendir. Enerji etkin bina tasarımı sürecinde, iklim koşullarına en uygun ve en az enerji harcamalarını gerçekleştirecek bina formunun seçilmesi önemlidir.

3.2.2.5 Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri

Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri yapma ısıtma ve soğutma sistemlerinin de etkisiyle kabuğun opak ve saydam bileşenlerinden geçen ısı miktarının ve hacimde gerçekleşen iç hava sıcaklığı ve iç yüzey sıcaklıklarının belirlenmesinde etkili olurlar. İç çevre iklimsel koşulları ve dolayısıyla yapma ısıtma ve soğutma yükleri, bina kabuğundan yitirilen ve kazanılan toplam ısı miktarlarına bağlı olarak değişim gösterir.

Dolayısıyla bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri aynı zamanda gerek iç iklimsel koşullarının gerekse yapma ısıtma ve soğutma yüklerinin ve dolayısıyla CO₂ salım miktarının belirleyicileridir (ASHRAE, 55-81).

Opak ve saydam bileşenlerden oluşan bina kabuğunun ısı geçişini ve dolayısıyla binanın yapma ısıtma ve soğutma sisteminin yüklerini ve CO₂ salım miktarını etkileyen bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- **Opak ve saydam bileşenlerin toplam ısı geçirme katsayısı**

Toplam ısı geçirme katsayısı (U) bina kabuğunun gerek opak, gerekse saydam bileşenlerine ilişkin termofiziksel bir özelliktir ve farklı iki çevreyi ayıran bir yapı bileşeninin iki yüzeyinde etkili olan hava sıcaklıkları arasındaki fark 1 °C iken 1 m²alandan, bu alana dik doğrultuda 1 saatte geçen toplam ısı miktarı olarak tanımlanmaktadır. Opak bileşenler için toplam ısı geçirme katsayısı aşağıdaki (3.1) bağlantısı yardımı ile hesaplanabilir (TS 825).

$$U_0 = \frac{1}{\frac{1}{a_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{a_d}} \quad (3.1)$$

U_0 : opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı, W/m²K

a_i, a_d : iç ve dış yüzeysel ısı iletkenlik katsayıları, W/m²K

$d_1, d_2, \dots, d_n$: opak bileşeni oluşturan malzemelerin kalınlıkları, W/m²K

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

- **Opak bileşenlerin zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü**

Zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü gibi termofiziksel özellikler ısı depolama niteliklerinden ötürü opak kabuk bileşenleri için söz konusudurlar. Bu özelliklerle bileşeni oluşturan katmanların ısı iletkenlik katsayıları (λ), kalınlıkları (a), yoğunlukları (ρ), özgül ısıları (c) ve dolayısıyla ısı kapasitelerinin (pc) bir fonksiyonudur (Kocaaslan, 1991). Zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü saydam bileşenlerin ısı depolama kapasiteleri ihmal edilecek düzeyde olduğundan bu bileşenler için geçerli değildir.

Zaman geciktirmesi, gün içinde, bileşenin dış yüzeyindeki maksimum sıcaklığın oluştuğu saat ile iç yüzeyinde maksimum sıcaklığın oluştuğu saat arasındaki zaman farkı olarak tanımlanabilir (Berköz, 1983).

Genlik küçültme faktörü gün içinde ele alınan bileşene ilişkin maksimum iç yüzey sıcaklığı ile ortalama iç yüzey sıcaklıkları farkının, maksimum dış yüzey sıcaklığı ile ortalama dış yüzey sıcaklıkları farkına olan oranıdır (3.2) (Kocaaslan, 1991).

Genlik küçültme faktörü;

$$f = \frac{t_{oim} - t_{oio}}{t_{odm} - t_{odo}} \quad (3.2)$$

t_{oio} , t_{odo} : Bileşenin iç ve dış yüzey sıcaklıklarının günlük ortalama değerleri, °C

t_{odm} , t_{oi} : Bileşenin iç ve dış yüzeylerindeki maksimum sıcaklık değerleri, °C

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

Geçirgenlik, yutuculuk ve yansıtıcılık katsayıları, sırasıyla bileşen tarafından geçirilen, yutulan ve yansıtılan güneş ışınlamı miktarlarının bileşen dış yüzeylerine gelen toplam güneş ışınlamalarına oranlarıdır. Bu özellikler bina kabuğunda birim alandan geçen güneş ısı kazancını etkilerler (Yılmaz, 1983). Güneş ışınlamına karşı boyutsuz olan geçirgenlik (τ), yutuculuk (a) ve yansıtıcılık (r) katsayıları aşağıdaki (3.3) bağlantısı ile ifade edilirler. Opak bileşenler için;

$$a_o + r_o = 1 \quad (3.3)$$

a_o : opak bileşenin yutuculuk katsayısı

r_o : opak bileşenin yansıtıcılık katsayısı

Saydam bileşenler için;

a_c : saydam bileşenin yutuculuk katsayısı

r_c : saydam bileşenin yansıtıcılık katsayısı

τ_c : saydam bileşenin geçirgenlik katsayısı

- **Saydamlık oranı**

Kabuktaki saydam bileşen yüzey alanlarının tüm kabuk yüzey alanına oranıdır.

Saydam ve opak bileşenden geçen ısı miktarının farklı olması nedeniyle, kabuktan geçen ısı miktarını etkileyen bir değişkendir (Yılmaz, 1983).

Tüm bu değişkenlere bağlı olarak, yapma ısıtma ve soğutmaya ihtiyaç duyulan dönemlerde, iç ve dış mekan arasındaki ısı geçişini kontrol eden kabuk elemanı, ısı geçişinin gerçekleştiği saydam ve opak kabuk bileşenlerinin yüzey alanları ve bu yüzeylerin yönlendiriliş durumu, iç iklimsel koşulların ve buna bağlı olarak yapma ısıtma ve soğutma yüklerini ve CO₂ salım miktarını etkileyen en önemli değişkenlerden biridir.

3.2.3 Binanın yapma ısıtma ve soğutma sistemlerine ait değişkenler

Binanın yapma ısıtma ve soğutma sistemi, binanın enerji yüklerini ve dolayısıyla CO₂ salım miktarını doğrudan etkileyen en önemli tasarım değişkenlerindendir. Yapma ısıtma ve soğutma sisteminin türü, ısıtma ve soğutma sisteminin verimliliği, yakıt türü, ısıyı ileten akışkan türü ve dağıtım sisteminin türü gibi özellikler binanın enerji yüklerini ve CO₂ salım miktarını etkilediklerinden bu değişkenlere ilişkin alınan doğru kararlar enerji harcamalarının minimize edilmesini ve dolayısıyla CO₂ salım miktarının azaltılmasını olanaklı kılar.

4. TOPLU KONUT YERLEŞMELERİNDE ENERJİ HARCAMALARININ VE CO2 SALIM MİKTARININ AZALTILMASINA YÖNELİK KULLANILABİLECEK BİR YAKLAŞIM

Türkiye'de enerji harcamalarının büyük bir çoğunluğu binaların ısıtılması ve soğutulması için kullanılmaktadır. 1960'lardan bu yana üretilen toplu konut projelerinde, önemli ölçüde ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları olan ve enerji etkinliği açısından yetersiz olan bir konut stoğu mevcuttur. Sayısal olarak çok fazla olan bu mevcut konut binalarına enerji etkinlik özelliğinin kazandırılması ve bu şekilde enerji harcamalarının ve CO2 salım miktarlarının azaltılması Türkiye'nin gündeminde önemli bir yer teşkil etmektedir. Bu yaklaşımın geliştirilmesinde öncelikle TS 825 Binalarda Isı Korunumu Yönetmeliği'nin yürürlüğe girdiği tarihten önce inşa edilmiş ve enerjiyi verimsiz kullanan mevcut binalar ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarını azaltmak ve CO2 salım miktarlarını azaltma hedeflenmiştir.

Bu amaca ek olarak, toplu konut binalarına ilişkin tasarım parametrelerinden, bina aralıklarına ve binaların yönlendiriliş durumları adımlarında, tasarım aşamasında alınabilecek önlemlere ilişkin öneriler de geliştirilip değerlendirilmiştir.

Toplu konut binalarında enerji harcamalarının ve CO2 salım miktarlarının azaltılmasına yönelik kullanılabilecek yaklaşımın adımları aşağıdaki gibidir.

4.1 Dış Çevreye Ait İklim Verilerinin Belirlenmesi

Toplu konut yerleşmesinin bulunduğu yerin iklimsel koşullarına göre farklı iklim bölgelerinde ısıtma ve soğutmanın istendiği dönem değişkenlik göstereceğinden ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları da değişecektir. Bu nedenle toplu konut binalarında yapma ısıtma ve soğutma enerji harcamalarının hesaplanabilmesi için binaların bulunduğu dış iklim koşullarına ait güneş ışıınımı, rüzgar hareketi, dış hava sıcaklığı, dış hava nemliliği ve toprak sıcaklığı gibi değerlere ihtiyaç vardır. Ayrıca yıllık toplam ısıtma ve soğutma enerji harcamaları için yapılacak hesaplamalar ele alınan bölgeye ait gerçek atmosfer koşullarında ölçülen verilere dayandırılarak yapılmalıdır.

4.2 İç Çevreye Ait İklim Verilerinin Belirlenmesi

Dış çevreye ait iklim verilerinin ve pasif tasarım kararlarının sonucu iç çevrede oluşan iç hava sıcaklığı, iç yüzey sıcaklıkları, iç hava hareketi ve iç hava nemi gibi iç çevreye ait iklim elemanlarının sahip olduğu değerler ile konfor koşulları değerleri arasındaki fark, ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının, dolayısı ile CO2 salım miktarlarının belirleyicileri olduklarından en önemli değişkenlerdir. Bu nedenle, toplu konut binalarında iç çevreye ilişkin konfor sıcaklıkları çeşitli standartlar ve yönetmelikler yardımı ile belirlenmelidir.

4.3 Toplu Konut Yerleşmelerinde Enerji Harcamaları ve CO2 Salım Miktarları Üzerinde Etkili Olan Binaya İlişkin Değişkenlerin Belirlenmesi

Binalarda enerji harcamalarını düşürmek ve dolayısıyla CO2 salım miktarlarını azaltmak için yapma ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarını etkileyen ve iç çevreye ait iklimsel konfor koşullarının gerçekleşmesinde ve kullanıcı performans ihtiyaçlarını karşılamada doğrudan etkili olan binaya ilişkin yapma çevre değişkenlerine ait değerler belirlenmelidir.

4.3.1 Toplu konut yerleşmesini oluşturan binaların yerlerinin belirlenmesi

Yapma ısıtma ve soğutma enerji harcamalarının hesaplanmasında ve dolayısıyla CO2 salım miktarlarının belirlenmesinde kullanılmak üzere binanın bulunduğu bölgenin iklimsel koşullarının yanı sıra binanın yer aldığı arazinin eğimi, konumu, yönü ve bitki örtüsü gibi özellikler de belirlenmelidir.

4.3.2 Toplu konut yerleşmesini oluşturan binaların birbirlerine göre konumlarının belirlenmesi ve gölge analizlerinin yapılması

Toplu konut yerleşmelerinde farklı ihtiyaçların karşılanabilmesi amacıyla farklı plan tipleri ve kat yüksekliklerine sahip olan bina tipleri oluşturulabilir.

Bina tiplerinin içerisinde yer aldığı toplu konut yerleşmesinin dokusu, binaların yüksekliği ve binaların birbirine olan mesafeleri, uygun tasarımın yapılabilmesi ve uygun yapma ısıtma ve soğutma sisteminin seçilebilmesi açısından önemlidir. Toplu konut yerleşmelerinde binalar, aralarındaki uzaklıklara (aralıklara) bağlı olarak,

birbirleri için güneş ışıınımı ve rüzgar engeli haline gelebilirler. Bu nedenle binanın bulunduğu yere ek olarak binaların yükseklikleri ve birbirlerine göre olan konumları da belirlenmelidir.

Bu bilgiler ışığında hazırlanacak gölge analizleri yardımı ile güneş ışıınımı ve rüzgar gibi dış iklim elemanlarının; binaların ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları, dolayısıyla CO2 salım miktarları üzerindeki etkisini belirlemek olanaklıdır.

4.3.3 Toplu konut yerleşmesinde binaların yönlendiriliş durumunun belirlenmesi

Toplu konut yerleşmesini oluşturan farklı bina tiplerinin herbirinin yönlendiriliş durumu rüzgar, güneş ışıınımı gibi dış çevreye ait iklim elemanlarının binaya olan etkisini değiştirir. Güneş ışıınımının ısı kazancı sağlayan, rüzgarın ise ısı kaybına neden olan etkileri binada ve binanın iç iklimi üzerinde önemli bir rol oynar.

Güneş ışıınımından kazanılan ısı miktarı ve rüzgar yönlerine göre farklılık gösterdiğinden, ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının ve dolayısıyla CO2 salım miktarlarının hesaplanmasında kullanılmak üzere toplu konutlarda binaların herbirinin yönlendiriliş durumunun belirlenmesi gerekmektedir.

4.3.4 Toplu konut yerleşmesindeki binaların formunun belirlenmesi

Toplu konut yerleşimini oluşturan binalarda, bina kabuğundan geçen ısı miktarını hesaplayabilmek amacıyla, binayı çevreleyen elemanların ve dolayısıyla kabuk elemanlarının yüzey alanını belirleyen, hacmin yatay ve düşey doğrultudaki boyutlar ve bunun bir fonksiyonu olan binanın formu belirlenmelidir. Bina formu ısı kayıp ve kazançlarını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bu nedenle enerji harcamalarının ve CO2 salımı miktarlarının hesaplanabilmesi için bina formu belirlenmelidir.

4.3.5 Toplu konut yerleşmesindeki binalarda bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Binayı çevreleyen kabuk elemanının, termofiziksel ve optik özellikleri kabuk elemanından geçen ısı miktarını ve bunun sonucunda iç yüzey sıcaklığı ve iç hava sıcaklığını belirler.

Bu nedenle, bina kabuğunun opak ve saydam bileşenlerinden kazanılan ve kaybedilen ısı miktarlarının hesaplanabilmesi için bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Toplu konut yerleşmelerinde farklı bina tipleri için farklı optik ve termofiziksel özellikler uygulanmış olabilir. Bu nedenle her bir bina tipi için;

- Opak bileşenin dış yüzeylerinin güneş ışınlamalarına karşı yutuculuk katsayısı, cephenin açık veya koyu renkli olması ile değişkenlik gösterdiğinden cephe rengine bağlı olarak, opak bileşenin dış yüzeylerinin güneş ışınlamalarına karşı yutuculuk katsayısı belirlenmelidir.
- Bina kabuğunun saydam alanlarının tüm cephe alanına oranı olan saydamlık oranı belirlenmelidir. Binada kullanılan cam ve doğrama tipleri belirlenerek bu saydam bileşen türünün optik ve termofiziksel özellikleri hesaplamalarda kullanılmalıdır.
- Bina kabuğunun opak bileşenini oluşturan malzemeler tespit edilerek, yalıtım malzemelerinin, sıvaların, örtülerin ve kaplama malzemelerinin kalınlıkları ve ısı geçişine ilişkin termofiziksel özellikleri (toplam ısı geçirme katsayısı -U değeri, ısı iletkenlik değeri gibi) bilgi toplama ve termal kamera gibi görüntüleme teknikleriyle belirlenmelidir.

4.4 Toplu Konut Yerleşmelerinde Binaların Mevcut Enerji Harcamalarının Belirlenmesi ve CO2 Salım Miktarının Hesaplanması

Belirlenmiş olan binaya ilişkin değişkenler ve iç ve dış iklimsel koşullara ait değerler yardımıyla toplu konut yerleşmesindeki her bina seçilen bir simülasyon programında modellenip mevcut durumlarındaki ısıtma ve soğutma yükleri ve bu yüklerin oluşturduğu CO2 salım miktarları hesaplanmalıdır.

4.5 Toplu Konut Yerleşmelerinde Mevcut Enerji Harcamalarını ve CO2 Salım Miktarını Azaltmak Amacı ile Bina Kabuğu İçin İyileştirme Önerilerinin Geliştirilmesi

Toplu konut yerleşmesinde tüm binaların mevcut enerji harcamalarının ve CO2 salım miktarlarının belirlenmesinden sonra binaların mevcut CO2 salım miktarlarını azaltmak amacıyla iyileştirme önerileri geliştirilmelidir. Mevcut bir toplu konut

yerleşmesinde binaların yeri, bina aralıkları, binaların yönlendiriliş durumları gibi tasarım değişkenlerine ait değerlerde ısıtma ve soğutma harcamalarını azaltmaya yönelik bir değişiklik önermek olanaklı değildir. Ancak bilindiği gibi, ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının gerçekleştiği dönemlerde, iç ve dış mekan arasındaki ısı geçişini kontrol eden kabuk elemanı iç iklimin değişimini etkileyen en önemli yapma çevre değişkenidir (Giovani, B., 1969). Bu nedenle, bina kabuğu, ek yapma sistemlere gereksinim duyulduğunda sistemin gerektirdiği enerji harcamalarını belirleyebilme özelliğine sahip olduğundan, kabukta gerçekleşen ısı kazanç ve kayıpları üzerinde etkili olan tüm optik ve termofiziksel özelliklerin değerlerinde yapılabilecek iyileştirme önerileri ile toplam enerji harcamalarını azaltmak olanaklıdır. Bu nedenle toplu konut yerleşmesindeki tüm bina tipleri için bina kabuğuna ait iyileştirme önerileri yönetmeliklerde binanın bulunduğu iklim bölgelerinin gerektirdiği değerler esas alınarak geliştirilmelidir.

4.6 Toplu Konut Yerleşmesindeki Her Binada Geliştirilen Öneriler için Enerji Harcamalarının ve CO2 Salım Miktarlarının Yeniden Hesaplanması

Geliştirilen iyileştirme önerilerinin uygulanmasından sonra binanın enerji harcamalarının ve CO2 salım miktarlarının hesaplanması, binanın mevcut enerji harcamalarında gerçekleşen değişimin belirlenmesi açısından önemlidir. Uygulanan her bir iyileştirme önerisi için enerji harcamaları ve CO2 salım miktarı ayrı ayrı hesaplanarak her bir iyileştirme önerisinin toplam enerji harcamaları ve CO2 salım miktarları üzerindeki etkisinin oranı belirlenmeli ve minimum enerji harcayan ve CO2 salım miktarı gerçekleştiren iyileştirme önerileri biraraya getirilerek, binalar için yeniden enerji harcamaları ve CO2 salım miktarları hesaplanmalıdır.

4.7 Toplu Konut Yerleşmesinde Tasarım Aşamasında Alınabilecek Önlemlere İlişkin Öneriler Geliştirilmesi

4.5 adımımda geliştirilmiş olan iyileştirme önerileri bitmiş bir toplu konut yerleşmesinde binaların enerji harcamalarını ve CO2 salım miktarlarını azaltmaya yönelik, sadece bina kabuğu için önerilen sınırlı önerilerdir. Ancak tasarımcıların enerji harcamaları ve CO2 salım miktarlarını henüz binalar inşa edilmeden toplu konut yerleşmesinin tasarım aşamasında da kontrol edebilmeleri olanaklıdır. Böylece sadece bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri için değil; bina aralıkları ve

binaların yönlendiriliş durumları için de vaziyet planı ölçeğinde önlemler alınabileceği ve bu sayede toplu konut yerleşmesinde, enerji harcamalarının ve CO2 salım miktarlarının daha da azaltılabileceği gösterilebilmektedir. Bu amaca yönelik olarak, tasarımcıların tasarım aşamasında alabilecekleri diğer önlemler için de iyileştirme önerileri geliştirilmeli ve bu önerilerin 4.7 adımında minimum enerji harcamaları ve minimum CO2 salınımını gerçekleştiren öneri ile birlikte uygulanması durumunda elde edilebilecek faydanın değerlendirilmesi yapılmalıdır.

5. ÖNERİLEN YAKLAŞIMIN BİR TOPLU KONUT ÖRNEĞİNDE UYGULANMASI: ATAÖY 5. KISIM ÖRNEĞİ

Bu bölümde; binalarda enerji harcamalarının ve CO₂ salım miktarlarının azaltılmasına yönelik geliştirilen yaklaşımın bir toplu konut örneğinde uygulanması yer almaktadır. Çalışmada örnek yerleşme olarak Ataköy 5. kısım toplu konut yerleşmesi ele alınmaktadır. 1980'li yıllarda inşa edilmiş olan bu yerleşmede 5 farklı blok tipi ve 46 konut yapısı mevcuttur.

Ataköy 5. kısım toplu konut yerleşmesinde yapılan çalışmanın adımları aşağıdaki gibidir.

5.1 Dış Çevreye Ait İklim Verilerinin Belirlenmesi

Uygulama çalışmasında ele alınan Ataköy 5. kısım yerleşmesi ılımlı-nemli iklim bölgesinde yer alan, İstanbul ilinin, Bakırköy ilçesinde yer almaktadır. Bu nedenle dış çevreye ait iklim verileri için toplu konut yerleşmesinin bulunduğu İstanbul ilinin iklim verileri kullanılmıştır. Simülasyonlarda ele alınan İstanbul şehrine ait iklimsel veriler "epw" (Energy Plus Weather) formatında düzenlenerek, Ecotect Analysis simülasyon programında iklim data dosyası olarak hesaplamalarda kullanılmak üzere "wea" formatına çevrilmiştir.

5.2 İç Çevreye Ait İklim Verilerinin Belirlenmesi

Binanın konut amacı ile kullanılmasına bağlı olarak kullanıcılardan kaynaklanan iç kazançlar, hacim kullanım süreleri, ısıtma ve soğutma sistemlerine ilişkin detaylar hesaplamalarda kullanılmak üzere tanımlanmıştır.

Yapıda ısıtma ve sıcak su sağlanması için yakıt olarak doğal gaz sistemi, soğutma içinse elektrikli bir sistem seçilmiştir. İç hava sıcaklığı konfor değeri; ısıtmanın istendiği dönem için 19° C, soğutmanın istendiği dönem için ise 26° C olarak belirlenmiştir.

5.3 Toplu Konut Yerleşmelerinde Enerji Harcamalarına ve CO2 Salım Miktarı Üzerinde Etkili Olan Binaya İlişkin Değerlerin Belirlenmesi

Simülasyon programı kullanarak yapılan modellerden elde edilen verilerin gerçeği yansıtması için binaya ait, enerji harcamalarının ve CO2 salım miktarı üzerinde etkili olan binaya ilişkin parametrelerin belirlenmesi gerekmektedir.

5.3.1 Toplu konut yerleşimini oluşturan binaların yerlerinin belirlenmesi

Ataköy 5. Kısım toplu konut yerleşmesi ısıtma ve soğutma yüklerinin oldukça önemli olduğu ılımlı-nemli iklim bölgesinde yer alan İstanbul il sınırları içerisinde yer almaktadır.

1957'de inşa edilmeye başlanan ve bugün 11 farklı kısımdan oluşan Ataköy toplu konut yerleşmesi Türkiye'de uygulanmış ilk uydukent projelerinden biridir. Uygulamada seçilmiş olan Ataköy 5. kısım yerleşmesi Marmara denizi sahil şeridi üzerinde eğimli olmayan düz bir arazidedir. Şekil 5.1'de bu yerleşme görülmektedir.



Şekil 5.1 : Ataköy Toplu Konut Yerleşmesi

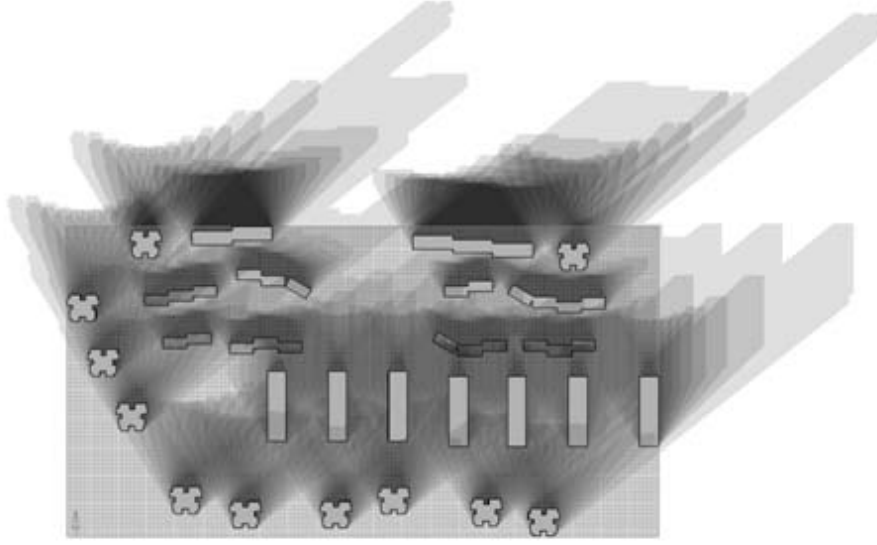
5.3.2 Toplu konut yerleşimini oluşturan binaların birbirlerine göre konumlarının belirlenmesi ve gölge analizlerinin yapılması

Ataköy 5. kısım toplu konut yerleşmesinde blokların birbirlerine göre olan konumları şekil 5.2'de uydu fotoğrafından görülmektedir. Yükseklik bakımından en uzun olan A blokları ve E2 blokları yerleşmenin güneyine konumlandırılmıştır. Bu blokların kuzeyinde C blokları, C blokların kuzeyinde de D ve B blokları yer almaktadır.

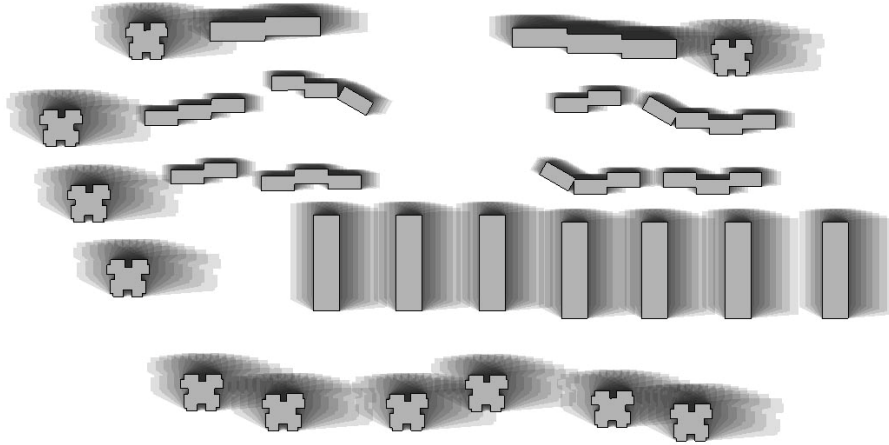


Şekil 5.2 : Ataköy 5. Kısım yerleşim planı

Ataköy 5. kısım yerleşmesinde, binaların birbirlerine göre olan mevcut konumları ele alınarak güneş ışınımı kazanç ve kayıplarının belirlenebilmesi için ısıtmanın istendiği (21 Ocak) ve istenmediği (21 Temmuz) dönemlerini temsil eden günler için gölge analizleri yapılmıştır. Ataköy 5. kısım toplu konut yerleşmesinin bulunduğu arazinin eğimi, yönü, binaların yönlendiriliş durumu ve binaların yükseklikleri göz önünde bulundurularak yapılan gölge analizleri şekil 5.3 ve şekil 5.4'te görülmektedir.



Şekil 5.3 : Vaziyet planı gölge analizleri, 21 Ocak günü, saat 10:00-16:00 arası



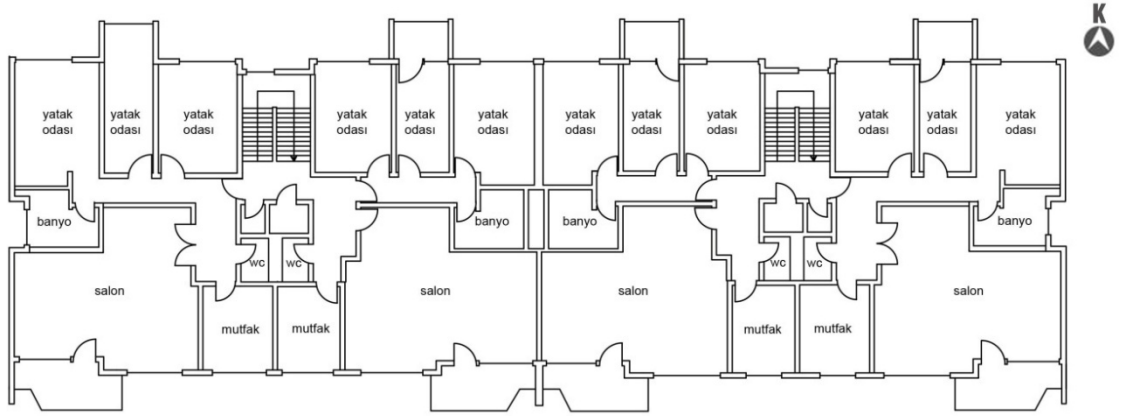
Şekil 5.4 : Vaziyet planı gölge analizleri, 21 Temmuz günü, saat 10:00-16:00 arası

Gölge analizleri incelendiğinde; ısıtmanın istendiği dönem boyunca yerleşmenin kuzeyinde yer alan alçak katlı blokların (B,C,D blokları), yerleşmenin güneyinde bulunan yüksek katlı bloklar (A,E2 blokları) tarafından yoğun gölgeleme altında kaldığı belirlenmiştir. (Şekil 5.3) Aynı alçak katlı blokların ısıtmanın istenmediği dönemde ise hiçbir blok tarafından gölgelenmediği de şekil 5.4'de yer alan analizlerden görülmektedir. Bu nedenle çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde B,

C ve D blokları ele alınarak değerlendirmelere devam edilecek ve iyileştirme önerileri bu binalar için geliştirilecektir.

5.3.3 Toplu konut yerleşmesinde binaların yönlendiriliş durumunun belirlenmesi

Ataköy 5. Kısım toplu konut yerleşmesinde ele alınan B,C ve D blokları farklı plan tiplerine sahiptir. Uygulamanın gerçekleştirildiği alanın en kuzeyinde yer alan 5 adet, 7 katlı B bloklarına ait plan tipleri yönlendiriliş durumları ve cephe görüntüleri şekil 5.5 ve şekil 5.6'da verilmiştir.

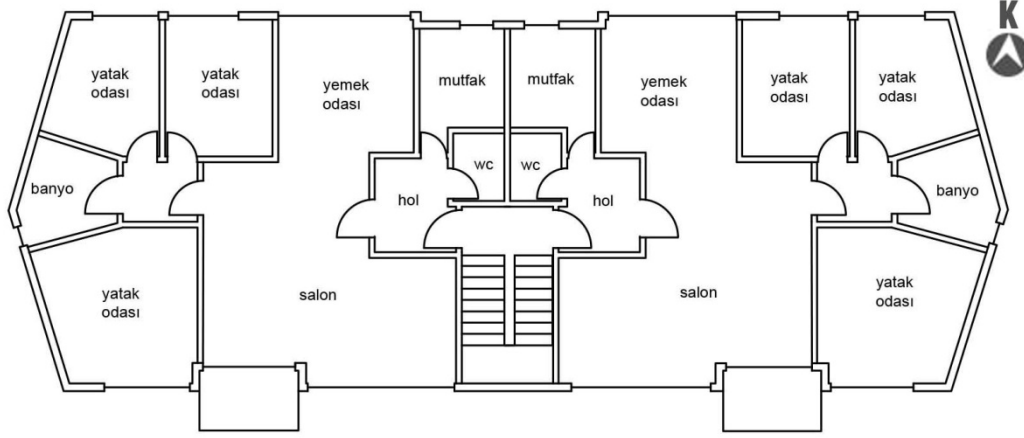


Şekil 5.5 : B blok genel kat planı



Şekil 5.6 : Ataköy 5. Kısım Yerleşmesi B1 ve B2 blok (kuzey cephesi)

B blokların güneyinde yer alan 12 adet 4 katlı D bloklara ait plan tipleri ve cephe görüntüleri şekil 5.7 ve şekil 5.8'de verilmiştir.

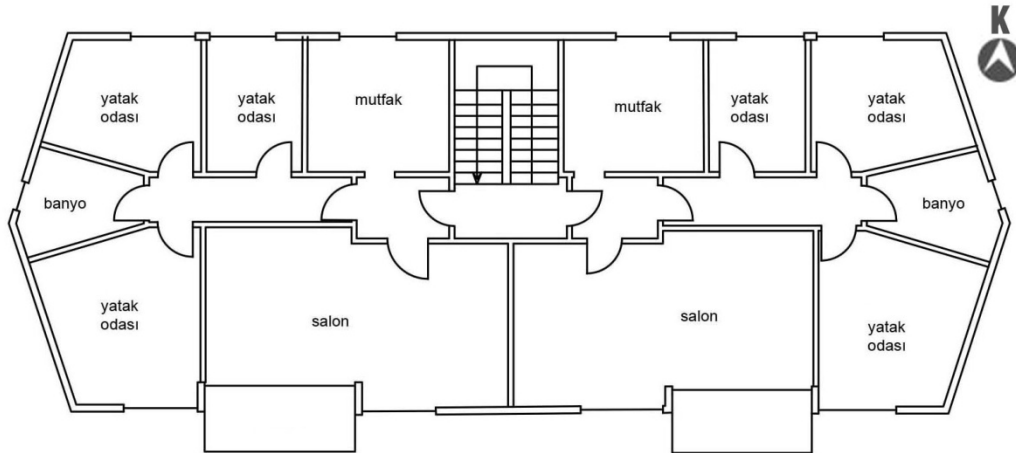


Şekil 5.7 : D blok genel kat planı



Şekil 5.8 : Ataköy 5. Kısım Yerleşmesi D8 blok (güney cephesi)

D blokların güneyinde yer alan 11 adet 3 katlı C bloklara ait plan tipleri ve cephe görüntüleri de şekil 5.9 ve şekil 5.10'da görülmektedir.



Şekil 5.9 : C blok genel kat planı



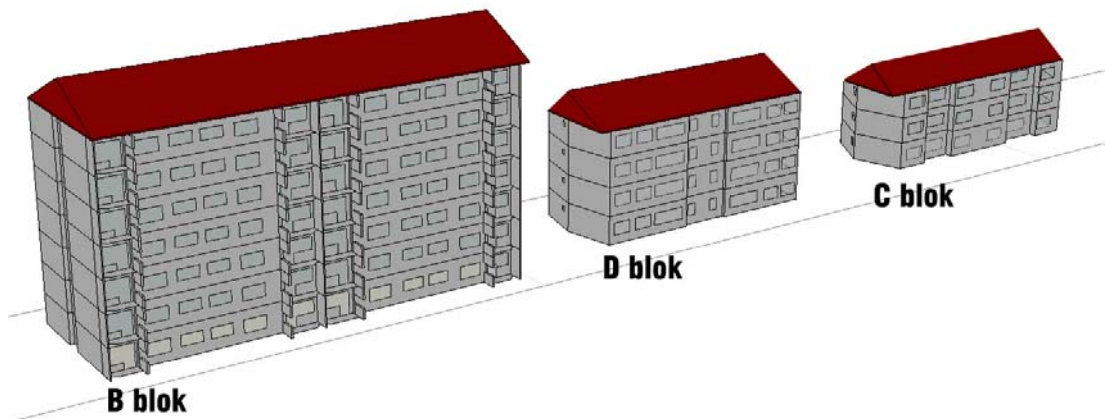
Şekil 5.10 : Ataköy 5. Kısım Yerleşmesi C7 ve C8 blok (kuzey cephesi)

5.3.4 Toplu konut yerleşmesindeki binaların formunun belirlenmesi

Çalışmada Ataköy 5. kısımda yer alan 3 farklı konut tipi kullanılmıştır. B,C ve D tipi konutlara ait binaların çatıları kırma olup, tümü dikdörtgen forma yakın kompakt bir forma sahiptir.(Şekil 5.11) Binalara ilişkin boyutlar çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1 : B,C ve D bloklarına ait ölçüler

	En(m)	Boy (m)	Taban Alanı (m ²)	Yükselik (m)
B tipi	12,6	39,45	3731	7 Kat (22m)
C tipi	10,4	28	784	3 Kat (10 m)
D tipi	10,2	25,6	1020	4 Kat (13 m)



Şekil 5.11 : Ataköy 5. Kısım yerleşmesinde yer alan B, C ve D tipi konutlarına ait bina formları

5.3.5 Toplu konut yerleşmesindeki binalarda bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Yapma ısıtma ve soğutma sistemleri kullanıldığında; bina kabuğu sahip olduğu optik ve termofiziksel özelliklere bağlı olarak hacimde gerçekleşen iç hava sıcaklığı ve hacme ait ısı kayıp ve kazançlarının belirlenmesinde en önemli etkidir. Bu nedenle Ataköy 5. kısım toplu konut yerleşmesinde seçilen alanda yer alan binaların ısıtma ve soğutma yüklerinin hesaplanabilmesi için bu binalardaki bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri belirlenmiştir.

Ataköy 5. Kısım toplu konut yerleşmesinde yapıların taşıyıcı sistemi betonarmedir. İnşaat tekniği olarak B blokta ilk kez tünel kalıp sistemine geçilmiştir. C ve D bloklarında ise geleneksel betonarme karkas sistem kullanılmıştır.

Uygulamada seçilen binaların bina kabuklarını oluşturan malzemelere ilişkin fiziksel özellikler çizelge 5.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 5.2 : B, C ve D bloklarına ait bina kabuğu detayları

	Malzeme	Kalınlık (m)	Isı geçirgenlik λ (W/mK)	Toplam ısı geçirme katsayısı (U değeri) (W/m ² K)
Çatı katmanları	Kiremit	0,025	2,400	2,15
	Hava boşluğu	0,400	0,900	
	Bet. Döşeme	0,150	2,500	
	Alçı sıva	0,015	0,400	
Duvar Katmanları	Perlite Sıva	0,020	0,080	1,30
	Tuğla	0,190	0,620	
	Alçı sıva	0,015	0,400	
Döşeme katmanları	Blokaj	0,200	0,840	1,44
	Bet. Döşeme	0,150	2,500	
	Çimento harç	0,030	0,880	
	Halı	0,010	0,550	

Binada kullanılan saydam bileşenler tek camlı, ahşap doğrama olup, toplam ısı geçirme katsayısı $U_p = 5,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'dir.

Binaların cepheleri termal kamera ile görüntülendiğinde Ataköy 5. kısım yerleşmesindeki pek çok blok tipinde ısı yalıtım uygulamasının eksik olduğu görülmektedir. (Şekil 5.12)



Şekil 5.12:B blok termal kamera ile alınan görüntü

Termal kamera ile elde edilen fotoğrafta da gözlemlendiği gibi bazı binalarda kullanıcılar kabuğun performansını arttırmak ve ısıtma yükü harcamalarını azaltarak konfor gereksinimlerini sağlamak amacıyla bina kabuğunda iyileştirmeler yapmışlardır. Şekil 5.12'deki fotoğrafta ısı yalıtımı uygulanmış ve uygulanmamış iki bina yan yana görülmektedir.

Elde edilecek analizler için bir diğer bilinmesi gereken özellik ise binanın cephelerine ait saydamlık oranlarıdır. Saydamlık oranı binaya gelen güneş ışınımı kazancı açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle mevcut enerji değerlerinin hesaplanabilmesi için binanın cephelerindeki saydam alanların, toplam cephe alanına oranı belirlenmelidir. Uygulamanın yapıldığı binalara ait saydamlık oranları çizelge 5.3'de gösterilmektedir.

Çizelge 5.3 : B, C ve D bloklarına ait saydamlık oranları

Saydamlık Oranı	Kuzey	Doğu	Güney	Batı
B blok (tümü)	30%	3%	34%	3%
C blok (C9 hariç)	29%	3%	45%	3%
D blok (D6 ve D9 hariç)	46%	3%	54%	3%
	Kuzey-Doğu	Güney-Doğu	Güney-Batı	Kuzey-Batı
C6	29%	3%	45%	3%
D6, D9	46%	3%	54%	3%

Hesaplamalarda bina kabuğu opak bileşeninin güneş ışınlamına karşı yutuculuk katsayısı a : 0,70 olarak belirlenmiştir.

5.4 Toplu Konut Yerleşimlerindeki Binaların Mevcut Enerji Harcamalarının Belirlenmesi ve CO2 Salım Miktarının Hesaplanması

Bu çalışmada ısıtma, soğutma yükleri ve CO2 salımı miktarlarının hesaplanması için Ecotect Analysis programı kullanılmıştır. Ecotect simülasyon programı, ısı performans ve CO2 salım hesaplamaları için CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers) Guide'da (1988) tanımlanan "Admittance Yöntemi"ni kullanmaktadır. Bu yöntem, sürekli hal analizine dayanarak binanın dinamik tepkisinin simüle edilebilmesine olanak sağlamaktadır (Ulukavak Harputlugil G. ve Çetintürk N., 2005).

Binaların mevcut enerji harcamalarının ve CO2 salım belirlenmesi, yapılacak iyileştirme önerilerinin geliştirilebilmesi ve sonuçların değerlendirilebilmesi açısından oldukça önemlidir. Hesapların yapılabilmesi için A, B, C, D ve E2 blokları vaziyet planına uygun olarak Ecotect simülasyon programı yardımı ile modellenmiş ve daha önceki adımlarda belirlenmiş olan iç ve dış çevreye ilişkin değişkenler yardımıyla sadece B, C ve D blokları için ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları ve CO2 salım miktarları hesaplanmıştır. (EK-A)

Analizler yapılırken iç çevreye ilişkin değişkenlerine ait kabuller aşağıdaki gibidir.

- Isıtma sistemi için doğalgaz yakıtlı, sıcak sulu radyatörlü merkezi sistem seçilmiştir.
- Soğutmada elektrikli bir sistem kullanıldığı kabul edilmiştir.
- Sıcak su üretimine ilişkin enerji harcamaları hesaplamalara katılmamıştır.
- Mekanik havalandırma kullanılmamış, doğal havalandırmadan yararlanılmıştır.
- Nem kontrolü hesaplara dahil edilmemiştir.
- Binanın haftanın 7 günü 24 saat kullanıldığı varsayılmıştır.
- Hesaplamalarda tüm mekanlarda iç hava sıcaklığının eşit olduğu ve binaya ait iç bölme duvarlarının tümü kaldırılarak binaların tek bir hacimden oluştuğu kabul edilmiş ve binanın tüm hacmi ısı kayıp ve kazanç hesaplamalarında esas alınmıştır.

- Cephelerin güneş ışınlamına karşı yutuculuk katsayıları 0.7 olarak alınmıştır.

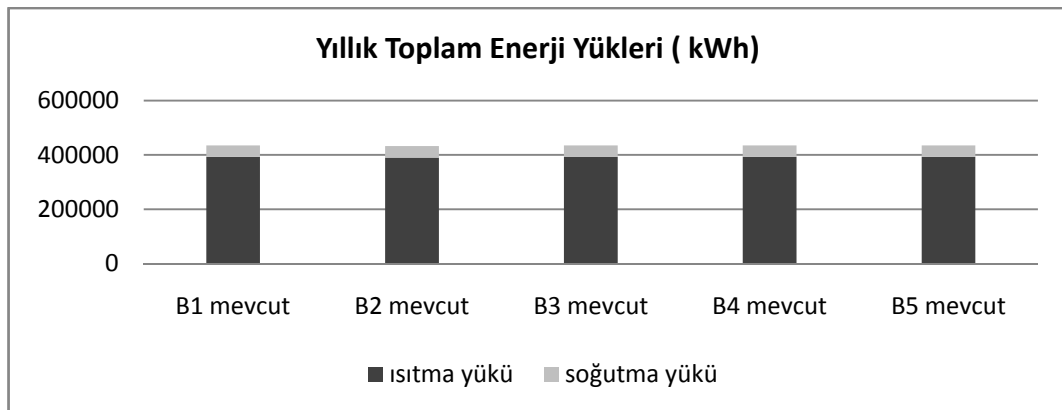
Her binanın vaziyet planındaki mevcut durumu ve diğer binalara göre olan konumu farklı olduğundan hesaplamalar her bina için ayrı ayrı yapılarak tekrarlanmıştır.

B, C ve D blokları mevcut apartman bloğu numaraları ile numaralandırılmıştır. Binaların vaziyet planındaki yerleşimi şekil 5.13'deki gibidir.

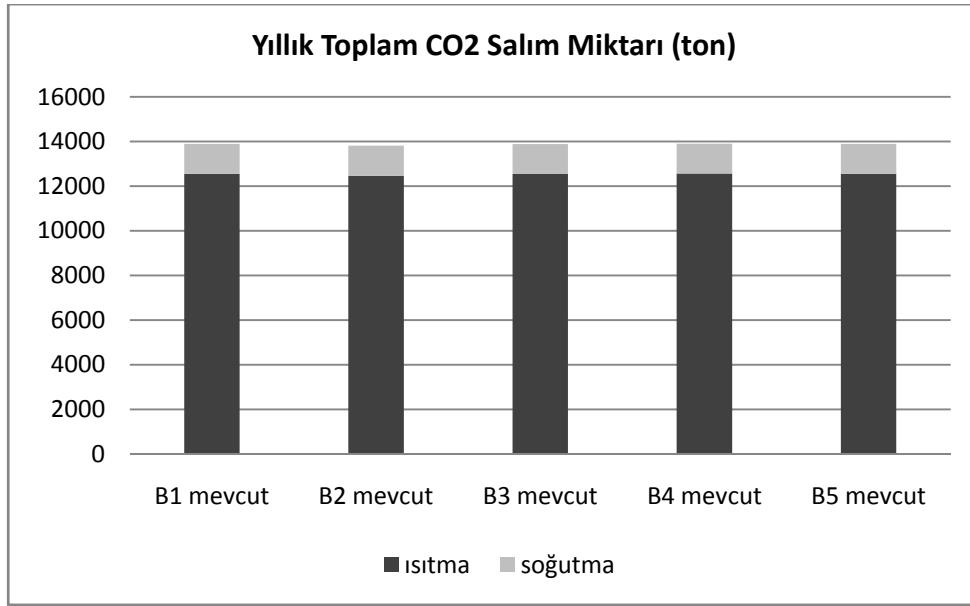


Şekil 5.13 : Yerleşim planı

Tüm bu bilgiler doğrultusunda ilk adım olarak B blokların mevcut durumuna ait yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri bulunmuş ve bu yüklerin yol açtığı CO2 salım miktarları hesaplanmıştır. B bloklarına ait yıllık enerji hesaplamaları şekil 5.14'de, yıllık CO2 salım miktarları da şekil 5.15'de gösterilmektedir.

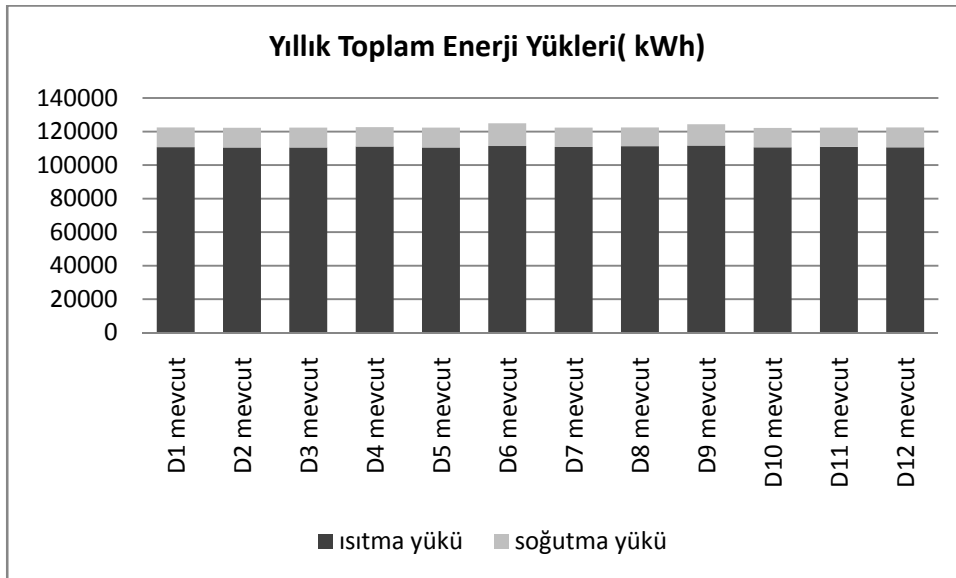


Şekil 5.14 : B bloklarının mevcut durumuna ait yıllık enerji yükleri



Şekil 5.15 : B bloklarının mevcut durumuna ait yıllık yapılan CO2 salım miktarı

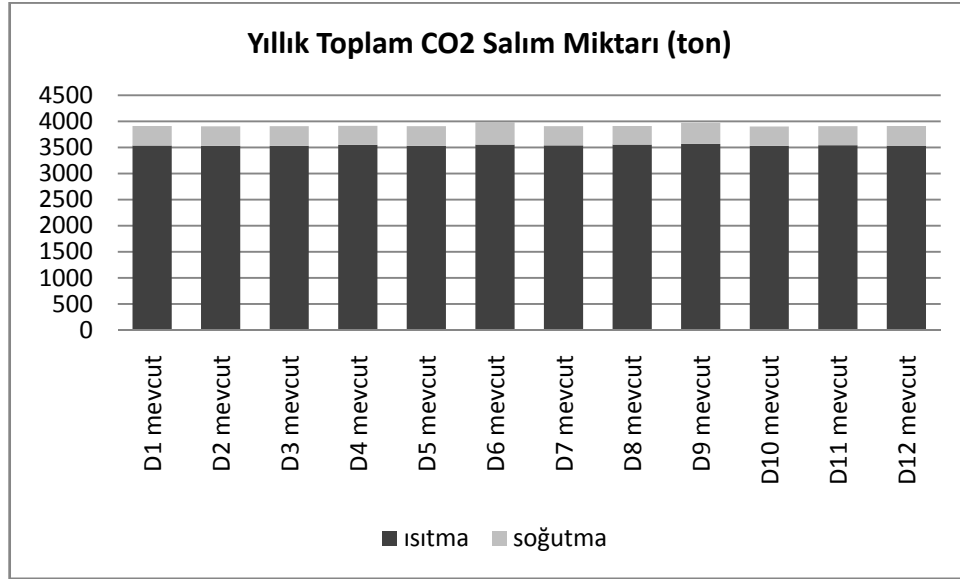
Çalışmanın bir sonraki adımında D blokların mevcut durumuna ait yıllık ısıtma soğutma ve toplam enerji yükleri bulunmuş ve bu yüklerin yol açtığı CO2 salım miktarları hesaplanmıştır. D bloklara ait yıllık enerji hesaplamaları şekil 5.16'da , yıllık CO2 salım miktarları da şekil 5.17'de görülmektedir.



Şekil 5.16 : D bloklarının mevcut durumuna ait yıllık enerji yükleri

Vaziyet planı göz önünde bulundurularak yapılabilecek değerlendirmeler sonucunda D tipine ait apartman bloklarının enerji yükleri en fazla D6 ve D9 bloklarındadır. D6 ve D9 bloklarında saydamlık oranının yüksek olduğu cephe; diğer bloklar gibi güney yönüne değil güney-batı yönüne doğru yönlendirildiğinden dolayı bu binaların

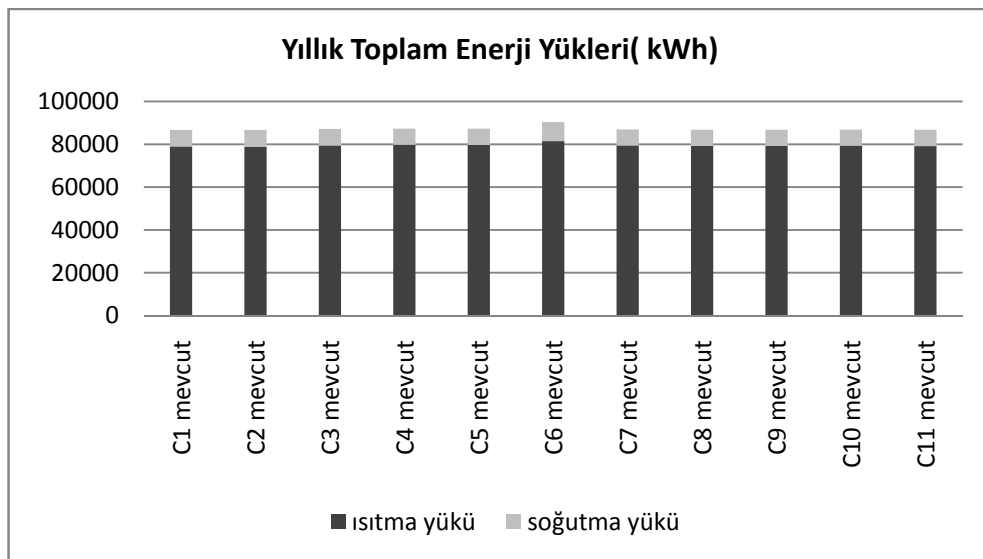
soğutma yüklerinin arttığı ve toplam enerji yüklerinin diğer binalara oranla daha fazla olduğu şekil 5.16'da görülmektedir.



Şekil 5.17 : D bloklarının mevcut durumuna ait yıllık yapılan CO2 salım miktarı

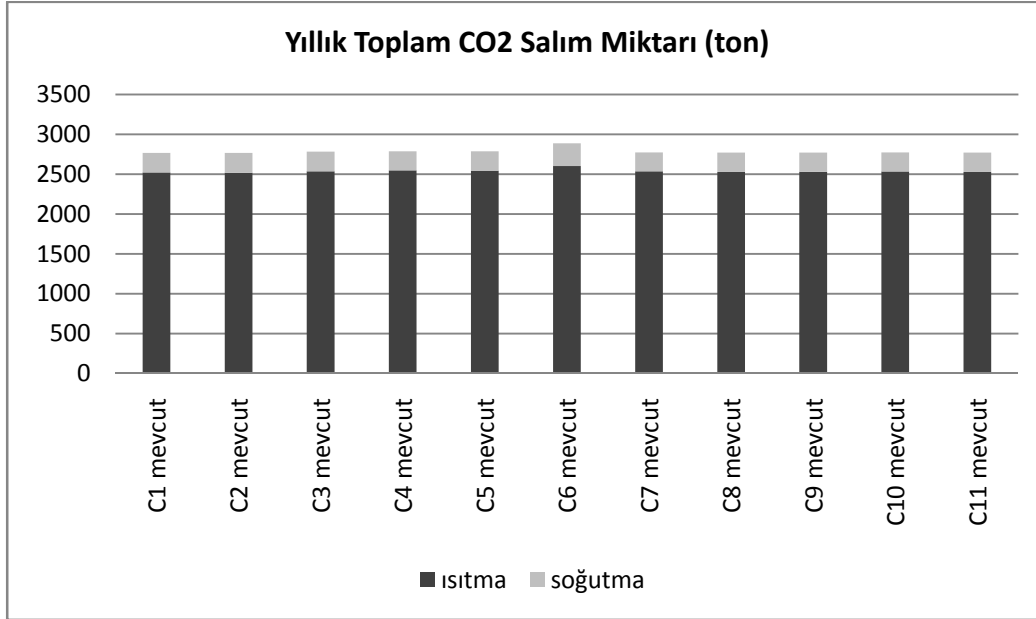
B ve D bloklarına ait mevcut yükler hesaplandıktan sonra hesaplamalara C bloklarına ait modellemeler ile devam edilmiştir.

Şekil 5.18'de görüldüğü üzere, C bloklarına ait en çok enerji yükü yönlendiriliş durumunun farklılığı nedeniyle C6 bloğuna aittir. C6 bloğunda saydamlık oranının yüksek olduğu cephe güney-batı yönüne doğru yönlendirildiğinden güneş ışıınım kazancı diğer bloklara göre fazladır. Bu da soğutma yüklerini arttırıcı etki göstermektedir.



Şekil 5.18 : C bloklarının mevcut durumuna ait yıllık enerji yükleri

Enerji harcamalarına paralel olan CO2 salım miktarları şekil 5.19'daki grafikten okunabilmektedir. En yüksek CO2 salım miktarı, ısıtma ve soğutma yüklerinin de diğerlerine oranla daha yüksek olduğu, C6 bloğuna aittir.



Şekil 5.19 : C bloklarının mevcut durumuna ait yıllık yapılan CO2 salım miktarı

Ataköy 5. kısım toplu konut yerleşmesinin mevcut durumu için elde edilen yıllık toplam ısıtma ve soğutma yükleri ve toplam CO2 miktarları göz önünde bulundurulduğunda ve binalardaki mevcut bina kabuğu detaylarındaki yalıtım eksikliğini gösteren termal kamera görüntüleri (şekil 5.12) incelendiğinde; ısı geçişinin kontrol edildiği en önemli tasarım parametrelerinden biri olan bina kabuğu değişkenine ait bazı iyileştirme önerilerinin geliştirilmesine gereksinim duyulduğu ortaya çıkmıştır.

5.5 Toplu Konut Yerleşmelerinde Mevcut Enerji Harcamalarını ve CO2 Salım Miktarını Azaltmak Amacı ile Bina Kabuğu için İyileştirme Önerilerinin Geliştirilmesi

Çalışmanın bu kısmında binaların toplam enerji harcamalarını ve CO2 salım miktarlarını azaltmak amacıyla bina kabuğu için uygun iyileştirme alternatifleri geliştirilmiştir. Bina kabuğu için geliştirilen iyileştirme önerileri aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

İyileştirme önerisi 1: TS 825 Binalarda Isı Korunumu yönetmeliği gereğince bina kabuğunun saydam kısımlarını oluşturan pencere doğraması ve pencere camına ait toplam ısı geçirme katsayılarını iyileştirmek.

İyileştirme önerisi 2: TS 825 Binalarda Isı Korunumu yönetmeliği gereğince dış kabuğun opak kısımlarını oluşturan çatı, duvar ve döşemesine ait toplam ısı geçirme katsayılarını iyileştirmek.

İyileştirme önerisi 3: İyileştirme önerisi 1 ve iyileştirme önerisi 2'yi birlikte uygulayarak binanın enerji performansını iyileştirmek.

TS 825 Binalarda Isı Korunumu yönetmeliğinin İstanbul'un da içinde bulunduğu 2. bölge için önerdiği yapı bileşeninin sahip olması gereken toplam ısı geçirme katsayısı (U değeri) üst sınır değeri çizelge 5.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.4: TS 825 Isı Korunumu Yönetmeliğine göre kabul edilen üst sınır U değerleri

	U_D	U_T	U_t	U_{p^*}
	(W/m ² k)	(W/m ² k)	(W/m ² k)	(W/m ² k)
2.Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4

Mevcut binaların önerilen toplam ısı geçirgenlik değerlerini sağlayabilmesi için önerilen yeni bina kabuğu detayları ve bu detayların gerçekleştirdiği toplam ısı geçirme katsayısı değerleri çizelge 5.5'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.5 : İstanbul ili için TS 825 Binalarda Isı Korunumu yönetmeliğine uygun toplam ısı geçirirne katsayılarını (U değeri) sağlayan bina kabuğu detayları

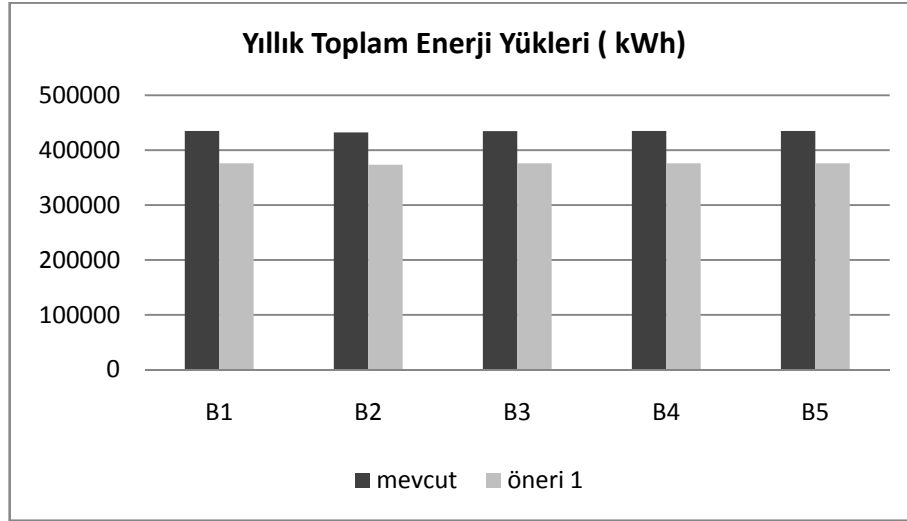
	Malzeme	Kalınlık (m)	Isı geçirgenlik λ (W/mK)	Toplam ısı geçirirne katsayısı (U değeri) (W/m ² K)
Çatı katmanları	Kiremit	0,025	2,400	0,39
	Hava boşluğu	0,400	0,900	
	XPS yalıtım	0,070	0,330	
	Bet. Döşeme	0,150	2,500	
	Alçı sıva	0,015	0,400	
Duvar Katmanları	Perlite Sıva	0,020	0,080	0,59
	XPS yalıtım	0,030	0,330	
	Tuğla	0,190	0,620	
	Alçı sıva	0,015	0,400	
Döşeme katmanları	Blokaj	0,200	0,840	0,57
	Bet. Döşeme	0,150	2,500	
	XPS yalıtım	0,350	0,330	
	Çimento harç	0,030	0,880	
	Halı	0,010	0,550	

Mevcut hali 5,40 W/m²K olan tek camlı ahşap doğramalardan oluşan saydam bileşenler TS 825 ısı yönetmeliği gereğince, toplam ısı geçirgenlik katsayısı 2,40 W/m²K değerinden küçük olan iyileştirilmiş saydam bileşenlerle değiştirilmiştir. Seçilen pencereler LowE çift camlı ve ahşap doğramalı olup, bu pencerelere ait U_p değeri 2,26 W/m²K'dir.

5.6 Toplu Konut Yerleşmesindeki Her Binada Geliştirilen Öneriler için Enerji Harcamalarının ve CO2 Salım Miktarlarının Yeniden Hesaplanması

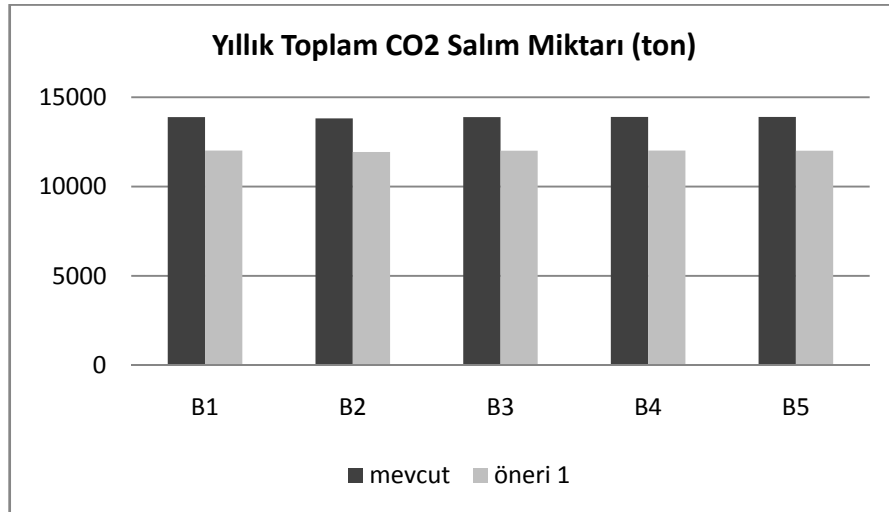
Çalışmanın bu kısmında geliştirilen iyileştirme önerileri her bir tip bina için adım uygulanmış ve blokların enerji harcamaları ile CO2 salım miktarları yeniden hesaplanmıştır. (EK-A)

Geliştirilen iyileştirme önerisi 1'in B bloğa uygulanması sonucunda B bloklarına ait mevcut ve öneri 1 sonucu oluşan yıllık toplam enerji yükleri şekil 5.20'de verilmiştir.



Şekil 5.20 : Uygulanan iyileştirme önerisi 1 sonucu B bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri

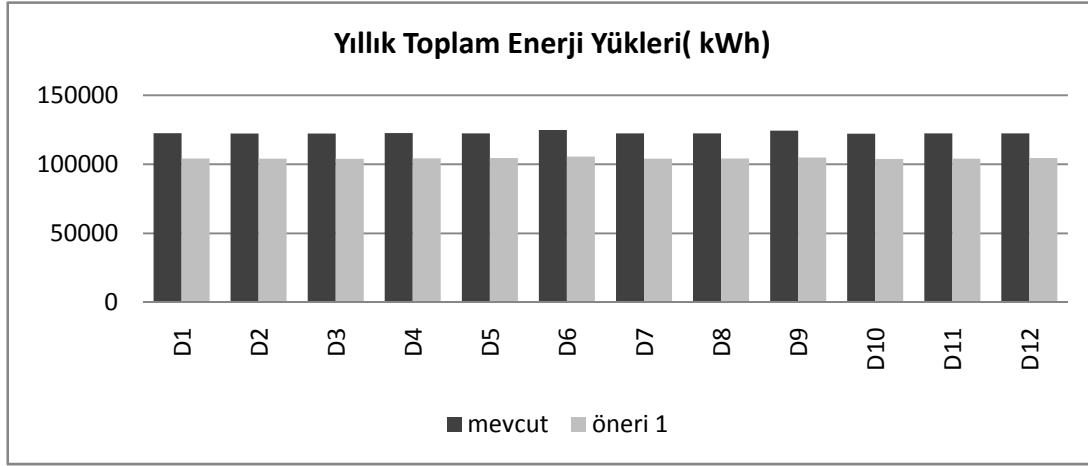
İyileştirme önerisi 1'in uygulanmasından sonra yıllık toplam enerji yükünde ortalama %13.5 oranında azalma meydana gelmiştir. Bu da blok başına yaklaşık 58870 kWh, 5 blok için toplam 294355 kWh'lık enerji yüküne denk gelmektedir. İyileştirme önerisi 1 için B bloklarına ait CO2 salım miktarları şekil 5.21'te verilmiştir.



Şekil 5.21 : Uygulanan iyileştirme önerisi 1 sonucu B bloklara ait yıllık toplam CO2 salım miktarı

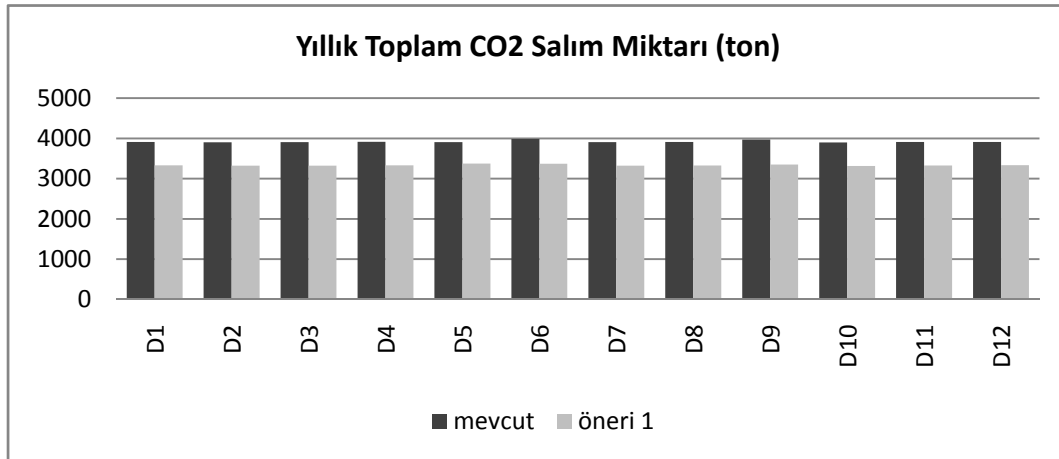
Hesaplamalar sonucunda bu iyileştirme önerisi ile B bloklardaki yıllık CO2 salım miktarı ortalama %13,5 oranında azalmıştır. Blok başına azalan CO2 miktarı yaklaşık 1880 ton olup, 5 blok için toplam 9404 ton CO2 salımının azaltılması sağlanmıştır.

İyileştirme önerisi 1'in D Bloklarına uygulanması sonucunda D bloklara ait mevcut ve öneri sonucu oluşan yıllık toplam enerji yükleri şekil 5.22'te verilmiştir.



Şekil 5.22 : Uygulanan iyileştirme önerisi 1 sonucu D bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri

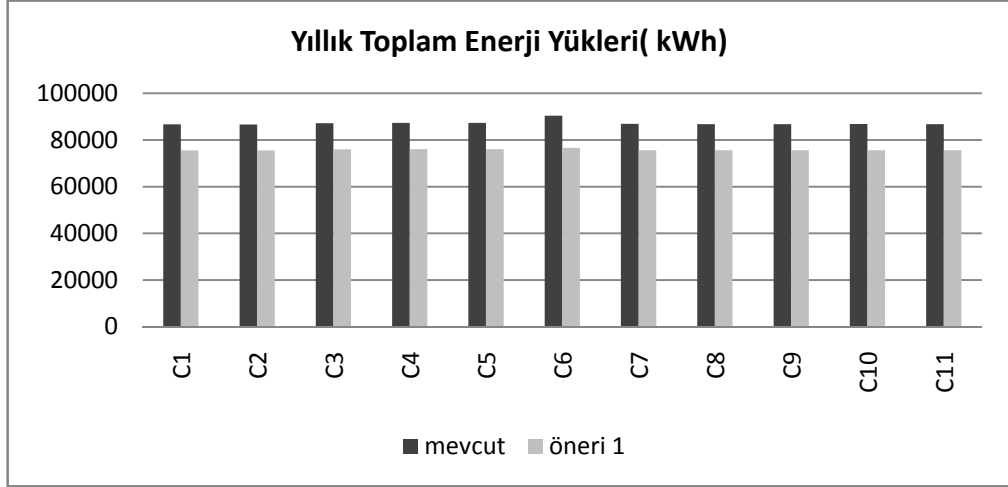
D blok için uygulanan iyileştirme önerisi 1'den sonra bu bloklara ait yıllık toplam enerji yüklerinde yaklaşık %15 oranında azalma meydana gelmiştir. Bu da blok başına yaklaşık 18390 kWh, 12 blok için toplam 220690 kWh'lik enerji yüküne denk gelmektedir. İyileştirme önerisi 1 için D bloklarına ait CO2 salım miktarları şekil 5.23'de verilmiştir.



Şekil 5.23 : Uygulanan iyileştirme önerisi 1 sonucu D bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarı

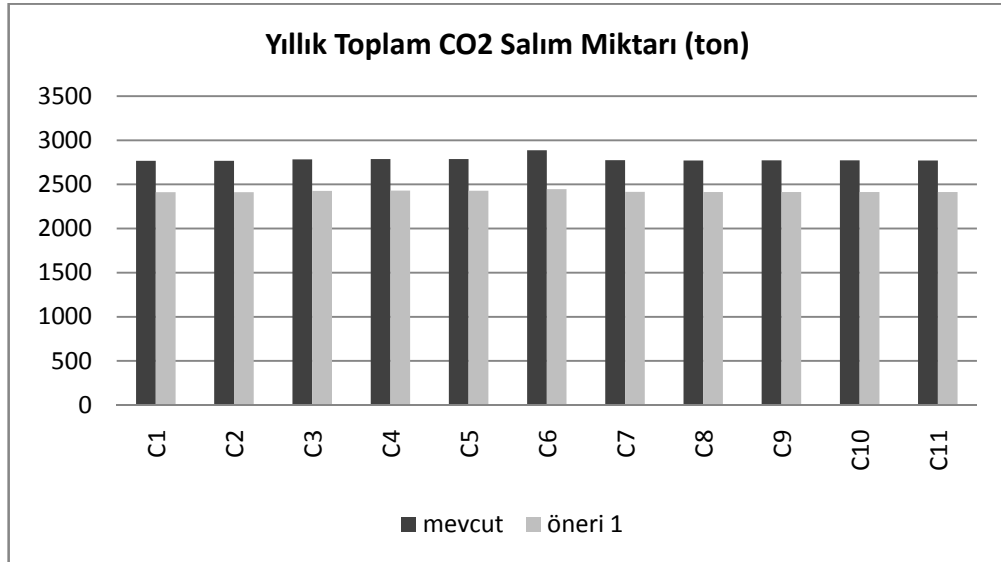
İyileştirme önerisi 1'den sonra D bloklarına ait CO2 salımlarında %15 oranında azalma gözlemlenmiştir. Bu miktar blok başına yaklaşık 584 ton olup, D tipine ait tüm bloklar için CO2 salım miktarında yıllık 7019 ton azalma meydana gelmiştir.

İyileştirme önerisi 1'in, C uygulanması sonucunda yıllık toplam enerji yükleri şekil 5.24'de gösterilmiştir.



Şekil 5.24 : Uygulanan iyileştirme öneri 1 sonucu C bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri

C bloklarına iyileştirme önerisi 1'in uygulanmasından sonra yıllık toplam enerji yükünde ortalama %13 oranında azalma meydana gelmiştir. Bu da blok başına yaklaşık 11443 kWh, 11 blok için toplam 125877 kWh'lık enerji yüküne denk gelmektedir. İyileştirme önerisi 1 için C bloklarına ait CO2 salım miktarları şekil 5.25'de verilmiştir.



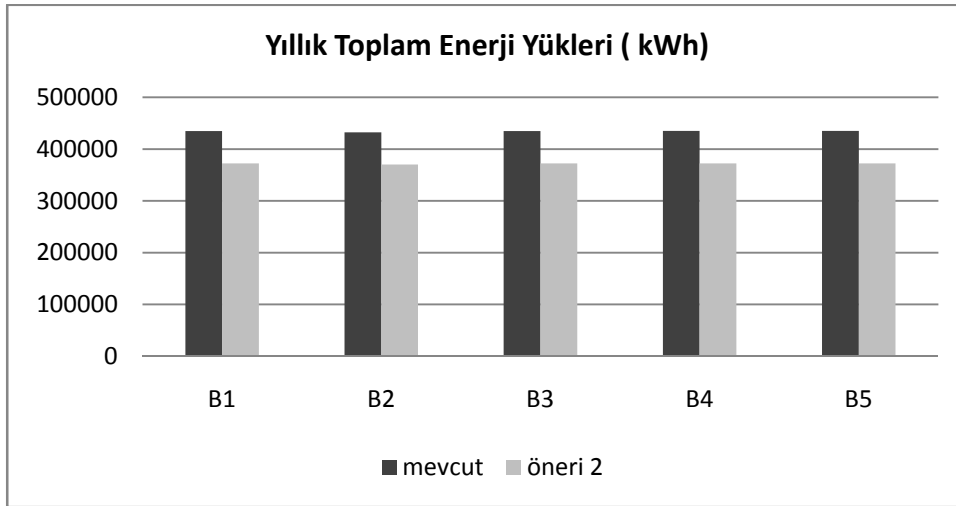
Şekil 5.25 : Uygulanan iyileştirme önerisi 1 sonucu C bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarı

İyileştirme önerisi 1'den sonra C bloklarına ait CO2 salımlarında %13 oranında azalma gözlemlenmiştir. Bu miktar blok başına yaklaşık 334 ton olup, C tipine ait tüm bloklar için CO2 salım miktarında yıllık 4019 ton azalma meydana gelmiştir.

İyileştirme önerisi 1 sonucu tüm bloklarda toplam enerji yüklerinde 526487 kWh ve toplam CO2 salım miktarında ise 20442 ton azalma meydana gelmiştir.

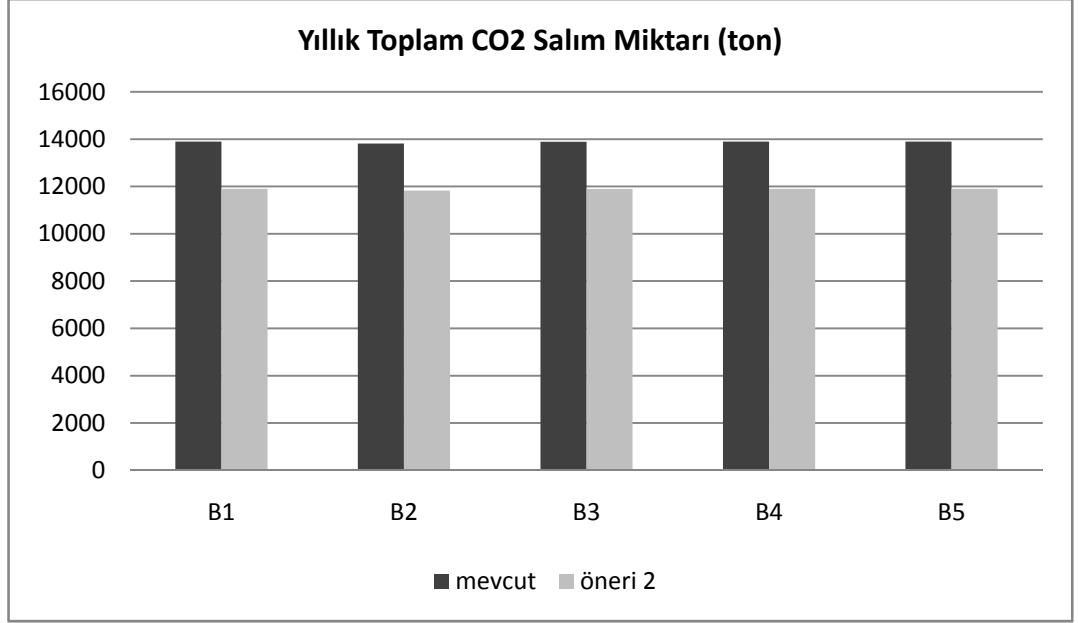
İkinci aşama olarak iyileştirme önerisi 2 doğrultusunda binaların opak kabuk bileşenlerine TS 825 Binalarda Isı Korunumu yönetmeliği doğrultusunda ısı yalıtımı eklenmiştir. Hesaplamalara vaziyet planında en kuzeyde kalan yapılar olan B bloklar ile başlanmış, daha sonra C ve D bloklar ile devam edilmiştir.

Geliştirilen iyileştirme önerisi 2'nin B bloklarına uygulanması sonucunda oluşan yıllık toplam enerji yükleri şekil 5.26'da verilmiştir.



Şekil 5.26 : Uygulanan iyileştirme önerisi 2 sonucu B bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri

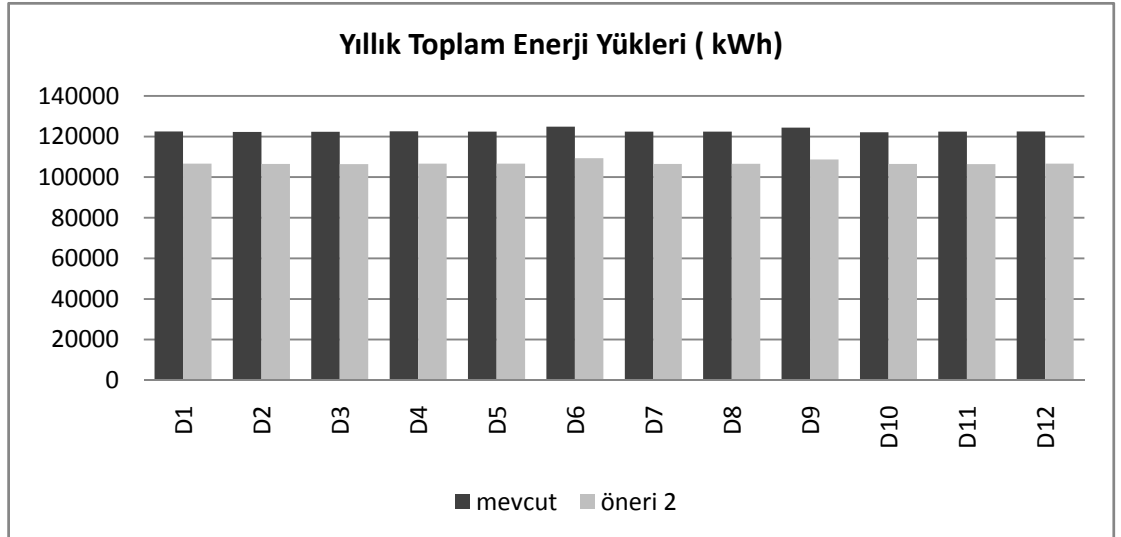
B tipi bloklara iyileştirme önerisi 2 uygulandıktan sonra yıllık toplam enerji yükünde %14.3 oranında azalma meydana gelmiştir. Bu da blok başına yaklaşık 62350 kWh, 5 blok için toplam 312067 kWh enerji yüküne denk gelmektedir. İyileştirme önerisi 2 için B bloklarına ait CO2 salım miktarları şekil 5.27'de verilmiştir.



Şekil 5.27 : Uygulanan iyileştirme önerisi 2 sonucu B bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarları

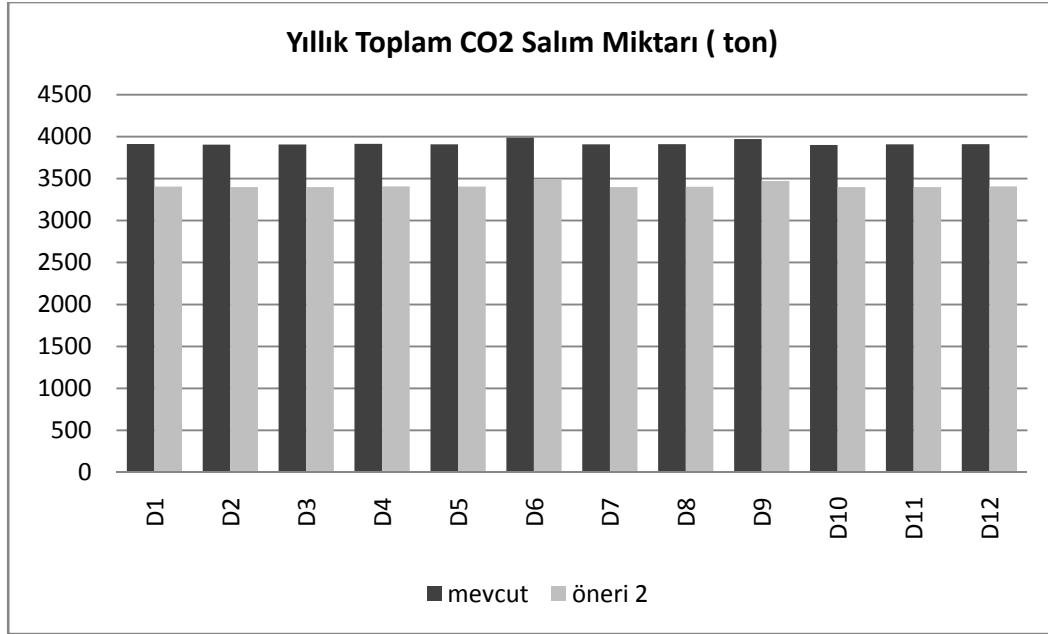
Hesaplamalar sonucunda bu iyileştirme önerisi ile B bloklardaki yıllık salım miktarı %14.3 oranında azalmıştır. Blok başına azalan CO2 salım miktarı yaklaşık 1990 ton olup, B blokların tümü için toplam 9969 ton salımın azaltılması sağlanmıştır.

İyileştirme önerisi 2'nin D bloklarına uygulanması sonucunda oluşan yıllık toplam enerji yükleri şekil 5.28'de verilmiştir.



Şekil 5.28 : Uygulanan iyileştirme önerisi 2 sonucu D bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri

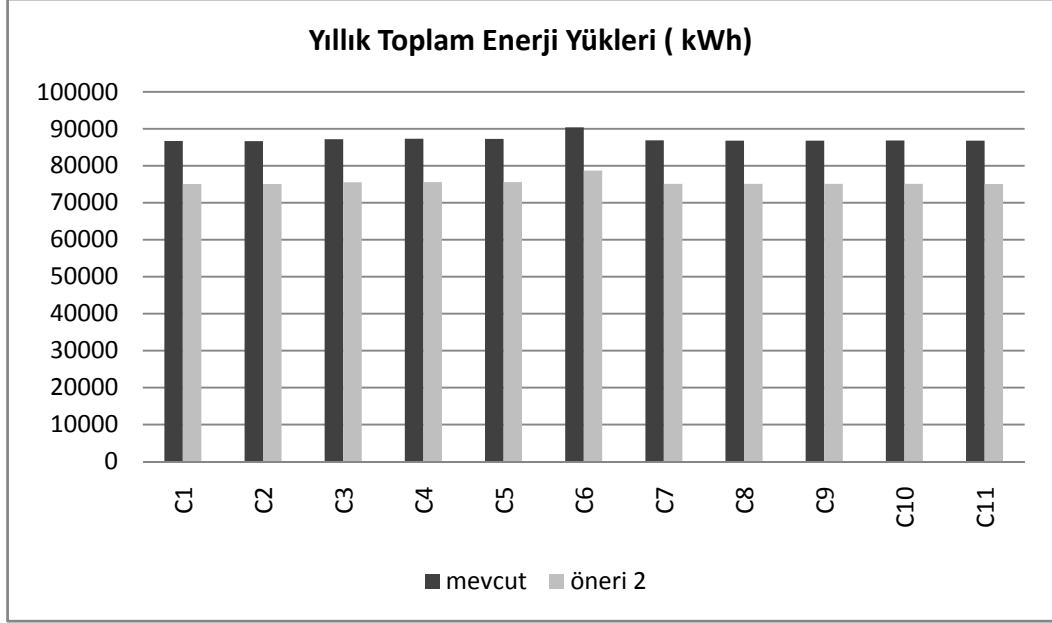
Bu bilgilere göre iyileştirme önerisi 2 uygulandıktan sonra her bir D bloğu için ortalama enerji kazancı 15796 kWh olup toplam enerji yükleri %13 oranında azalmakta, D bloklarının tümü için ise bu miktar 189553 kWh olmaktadır.



Şekil 5.29 : Uygulanan iyileştirme önerisi 2 sonucu D bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarları

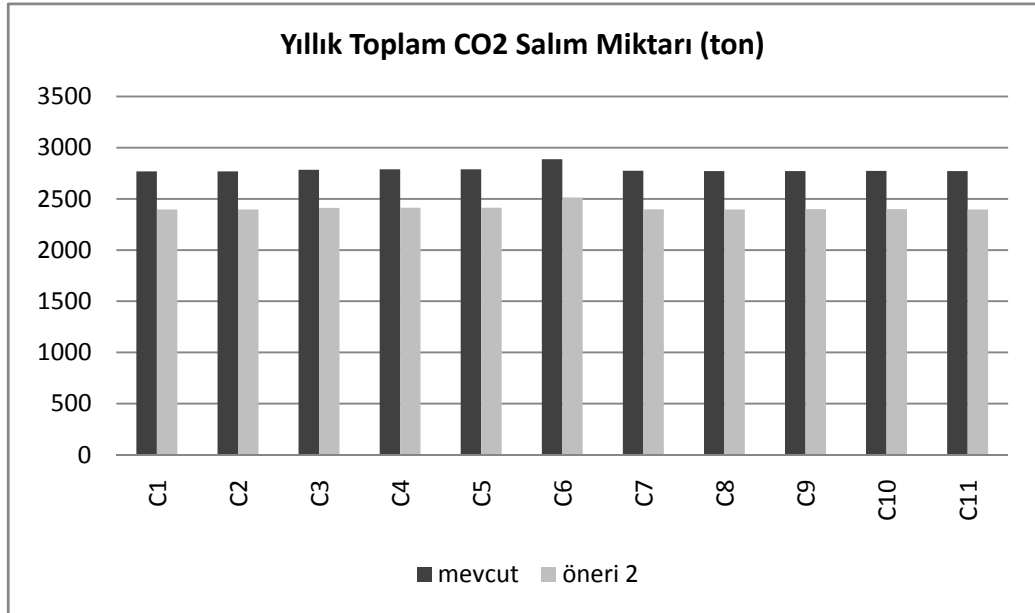
Şekil 5.29’da görüldüğü gibi iyileştirme önerisi 2’nin D bloklarına uygulanması sonucunda D bloklarına ait CO2 salım miktarında %13 oranında azalma meydana gelmiştir. CO2 salım miktarı her bir blok için 504 ton, tüm D blokları içinse 6058 ton azaltılmıştır.

İyileştirme önerisi 2’nin C bloklarına uygulanması sonucu oluşan yıllık toplam enerji yükleri şekil 5.30’da gösterilmiştir.



Şekil 5.30 : Uygulanan iyileştirme önerisi 2 sonucu C bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri

C tipi bloklara iyileştirme önerisi 2 uygulandıktan sonra yıllık toplam enerji yükleri %13 oranında azalmıştır. Her bir C bloğu için ortalama enerji kazancı 11696 kWh olup, C blokların tümünde ise 128659 kWh enerji yükü azaltılmıştır.

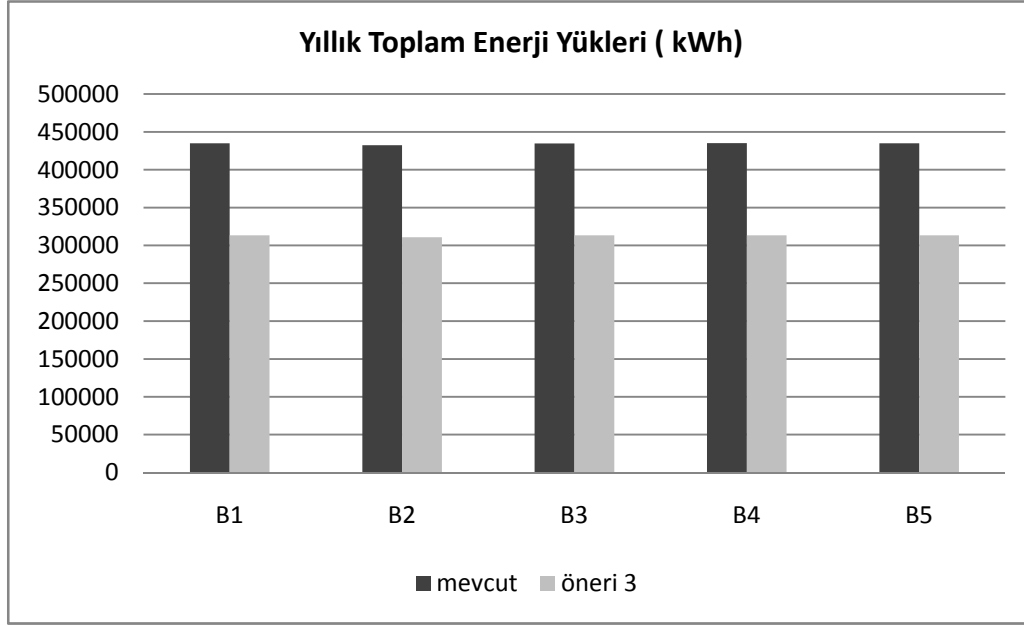


Şekil 5.31 : Uygulanan iyileştirme önerisi 2 sonucu C bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarları

İyileştirme önerisi 2'nin C bloklarına uygulanması sonucunda her bir C tipi binası için CO2 salım miktarı %13 oranında azalmıştır. CO2 salım miktarı, her bir blok için 342 ton, tüm C blokları içinse 4110 ton azaltılmıştır.

İyileştirme önerisi 2 sonucu tüm bloklarda toplam enerji yükünde 630279 kWh ve toplam CO2 salım miktarında ise 20137 ton azalma meydana gelmiştir.

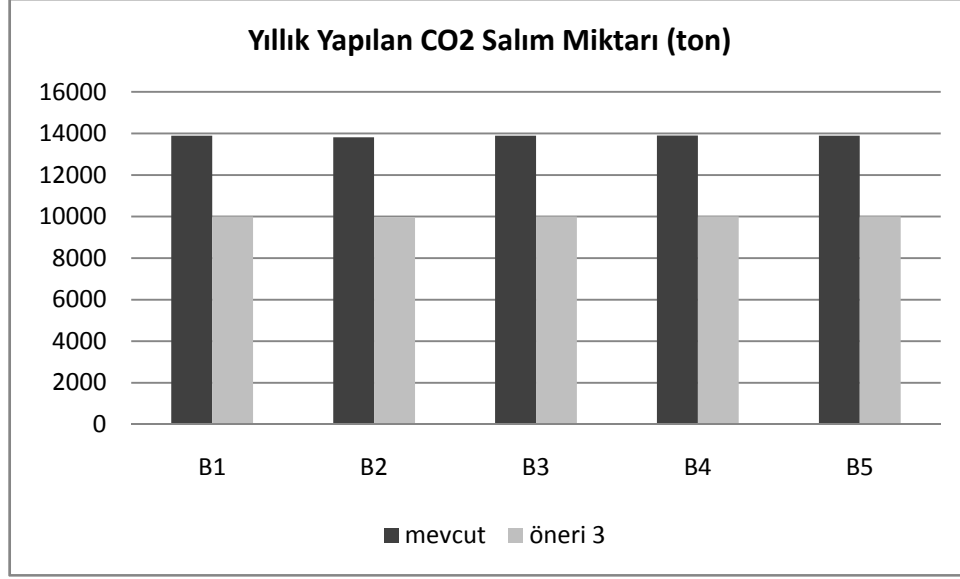
İyileştirme önerisi 3 için, iyileştirme önerisi 1 ve iyileştirme önerisi 2 birlikte uygulanarak, bina kabuğu TS 825 Isı Korunumu yönetmeliği standartlarına uygun hale getirilmiştir. Şekil 5.32’de iyileştirme önerisi 3 için B bloklarında oluşan toplam enerji yükleri verilmiştir.



Şekil 5.32 : Uygulanan iyileştirme önerisi 3 sonucu B bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri

B tipi bloklara iyileştirme önerisi 3 uygulandıktan sonra yıllık toplam enerji yükünde yaklaşık %27 oranında azalma meydana gelmiştir. Bu da blok başına yaklaşık 121600 kWh, 5 blok için toplam 608267 kWh enerji yüküne denk gelmektedir.

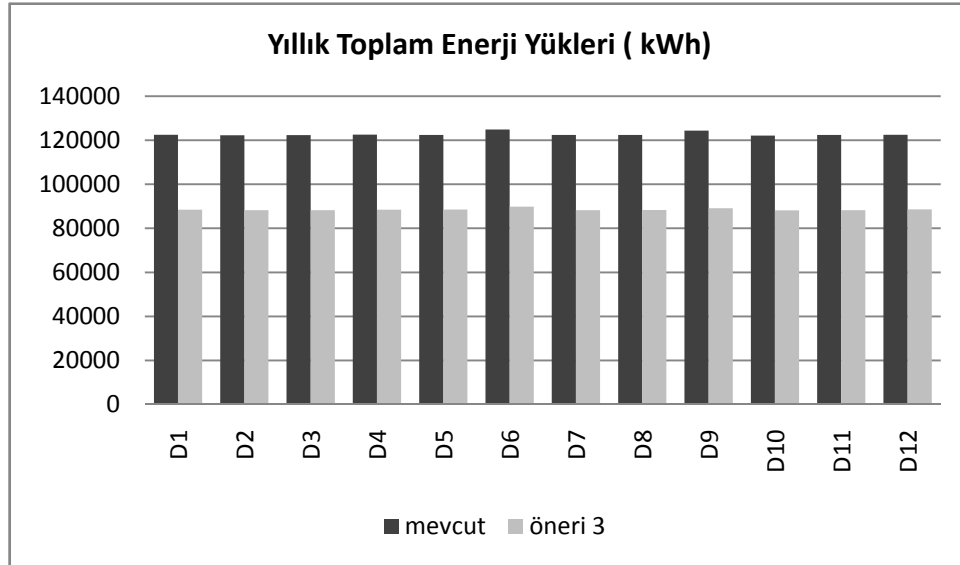
İyileştirme önerisi 3 uygulanarak iyileştirilmiş B bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarları şekil 5.33’da verilmiştir.



Şekil 5.33 : Uygulanan iyileştirme önerisi 3 sonucu B bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarları

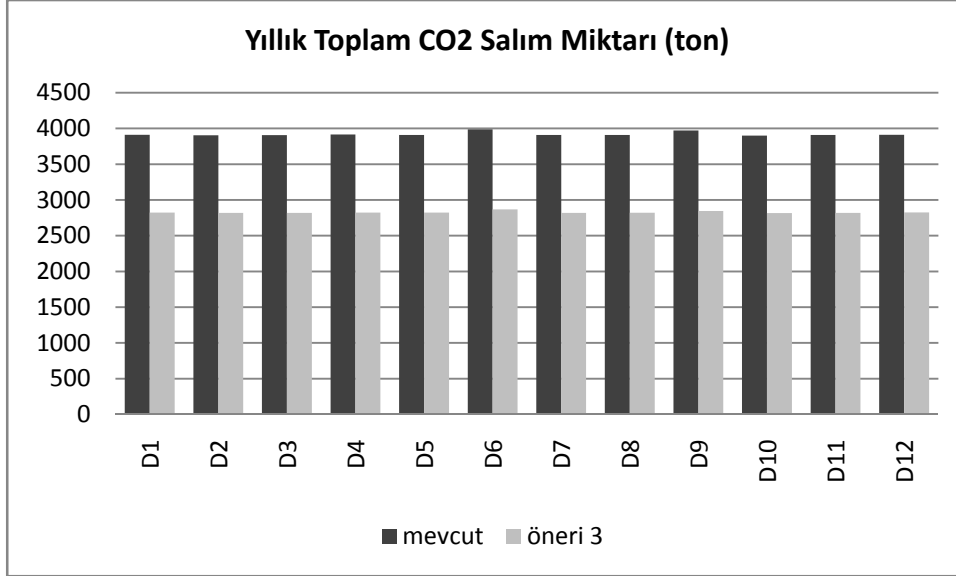
Hesaplamalar sonucunda bu iyileştirme önerisi ile B bloklardaki yıllık CO2 salım miktarı %28 oranında azalmıştır. Blok başına azalan CO2 miktarı yaklaşık 3885 ton olup, B blokların tümü için toplam 19432 ton CO2 salım miktarının azaltılması sağlanmıştır.

İyileştirme önerisi 3'ün D bloklarına uygulanması sonucu oluşan yıllık toplam enerji yükleri şekil 5.34'de gösterilmiştir.



Şekil 5.34 : Uygulanan iyileştirme önerisi 3 sonucu D bloklarına ait bloklarına yıllık toplam enerji yükleri

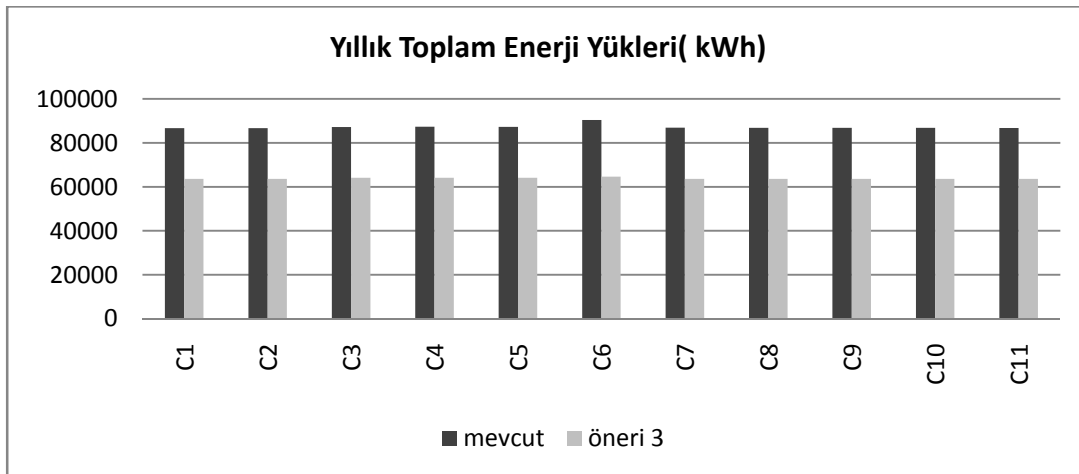
İyileştirme önerisi 3'ün uygulanmasından sonra her bir D bloğu için yıllık enerji yükünde yaklaşık %28 oranında azalma meydana gelmiştir. Bu da blok başına yaklaşık 34206 kWh, tüm D blokları için toplam 410480 kWh enerji yüküne denk gelmektedir.



Şekil 5.35 : Uygulanan iyileştirme önerisi 3 sonucu D bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarları

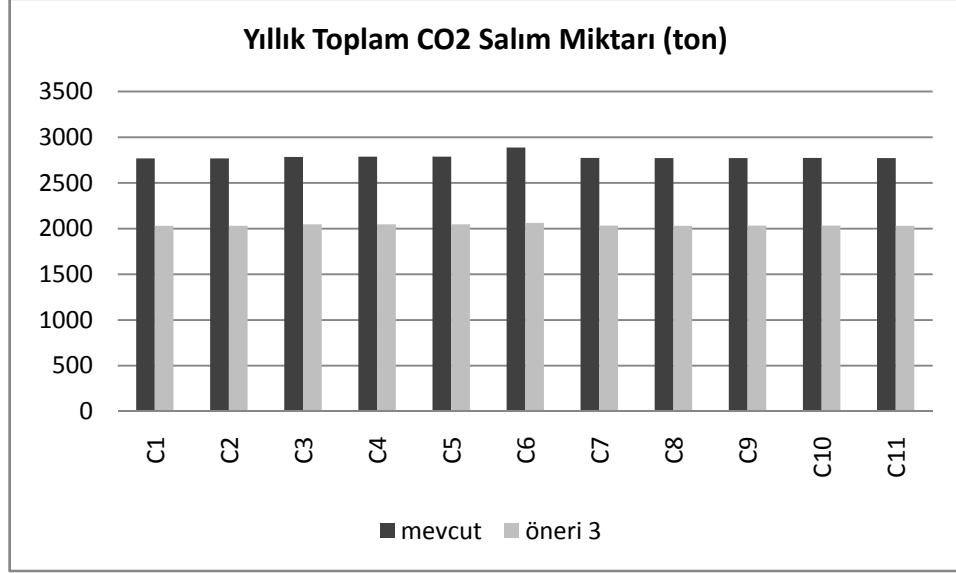
Hesaplamalar sonucunda bu iyileştirme önerisi ile D bloklardaki CO2 salım miktarı % 28 oranında azalmıştır. Bu her bir D bloğu için yıllık 1093 ton, tüm D blokları içinse 13124 ton CO2 salım miktarına denk gelmektedir.

İyileştirme önerisi 3'ün, C bloklarına uygulanması sonucunda oluşan yıllık toplam enerji yükleri şekil 5.36'da gösterilmiştir.



Şekil 5.36 : Uygulanan iyileştirme önerisi 3 sonucu C bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri

İyileştirme önerisi 3'ün uygulanmasından sonra C bloklarına ait yıllık toplam enerji yüklerinde %27 oranında azalma görülmüştür. Bu azalma miktarları her bir C bloğu için yıllık 23394 kWh, tüm C blokları içinse 257335 kWh enerji kazancı sağlamıştır.



Şekil 5.37 : Uygulanan iyileştirme önerisi 3 sonucu C bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarları

İyileştirme önerisi 3 uygulamasından sonra C blokların CO2 salım miktarı %27 oranında azalmıştır. Bu da her C blok için atmosfere salınan CO2 gazının 685 ton , tüm C blok yerleşmesi içinse 8220 ton azaltılmasını sağlamıştır.

İyileştirme önerisi 3 sonucu tüm bloklarda toplam enerji yüklerinde 1276082 kWh ve toplam CO2 salım miktarında ise 40776 ton azalma meydana gelmiştir.

5.7 Toplu Konut Yerleşmelerinde Tasarım Aşamasında Alınabilecek Önlemlere İlişkin Öneriler Geliştirilmesi

Değerlendirme çalışmasında, Ataköy 5. kısımdaki mevcut konut binalarında enerji harcamalarının ve CO2 salım miktarının bina kabuğunun iyileştirilmesi yolu ile azaltılmasına yönelik öneriler geliştirilmiştir. Daha önceden de bahsedildiği gibi bir binanın enerji etkin olabilmesi için tasarım aşamasında; binaların birbirlerine göre konumları ve binaların yönlendiriliş durumları gibi tasarım değişkenlerine ait doğru kararların alınabilmesi gerekmektedir. Bu nedenle çalışmanın bundan sonraki adımında söz konusu değişkenlere ait iyileştirme önerileri geliştirilerek bu önerilerin uygulanmış olması halinde elde edilebilecek faydanın değerlendirilmesi yapılacaktır.

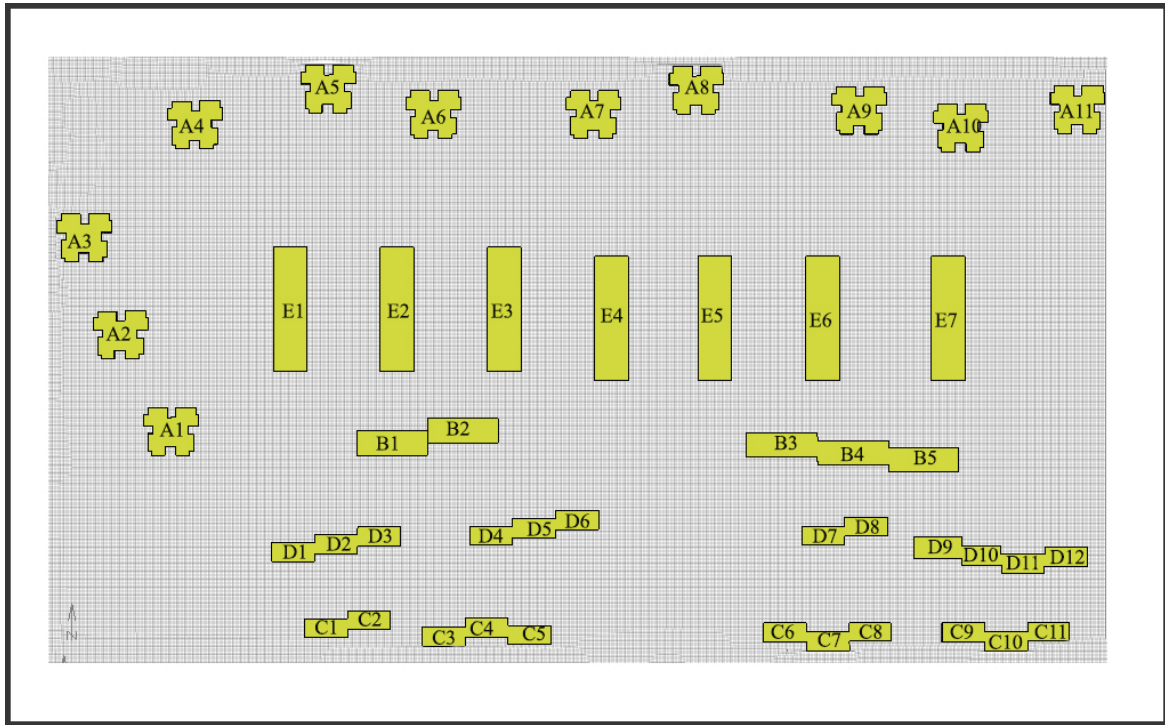
Vaziyet planı önerisi 1: Mevcut vaziyet planında uzun bloklar ile (A-E2) kısa blokların (B,C,D) yerini değiştirmek.

Vaziyet planı önerisi 2: Mevcut vaziyet planındaki binaları birbirinden uzaklaştırarak, hiçbir binanın bir diğerinin gölge etkisi altında kalmamasını sağlamak.

Vaziyet planı önerisi 3: İyileştirme önerisi 3 ve vaziyet planı önerisi 1'i birlikte uygulayarak binanın enerji performansını iyileştirmek.

Vaziyet planı önerisi 4: İyileştirme önerisi 3 ve vaziyet planı önerisi 2'yi birlikte uygulayarak binanın enerji performansını iyileştirmek.

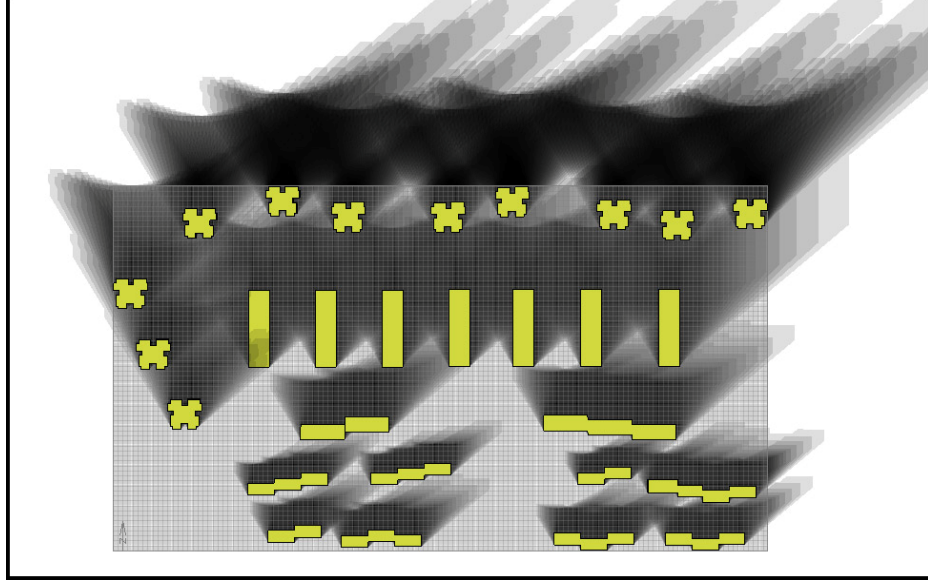
Öneri vaziyet planı 1'e ait yerleşim düzeni şekil 5.38 'de gösterilmiştir.



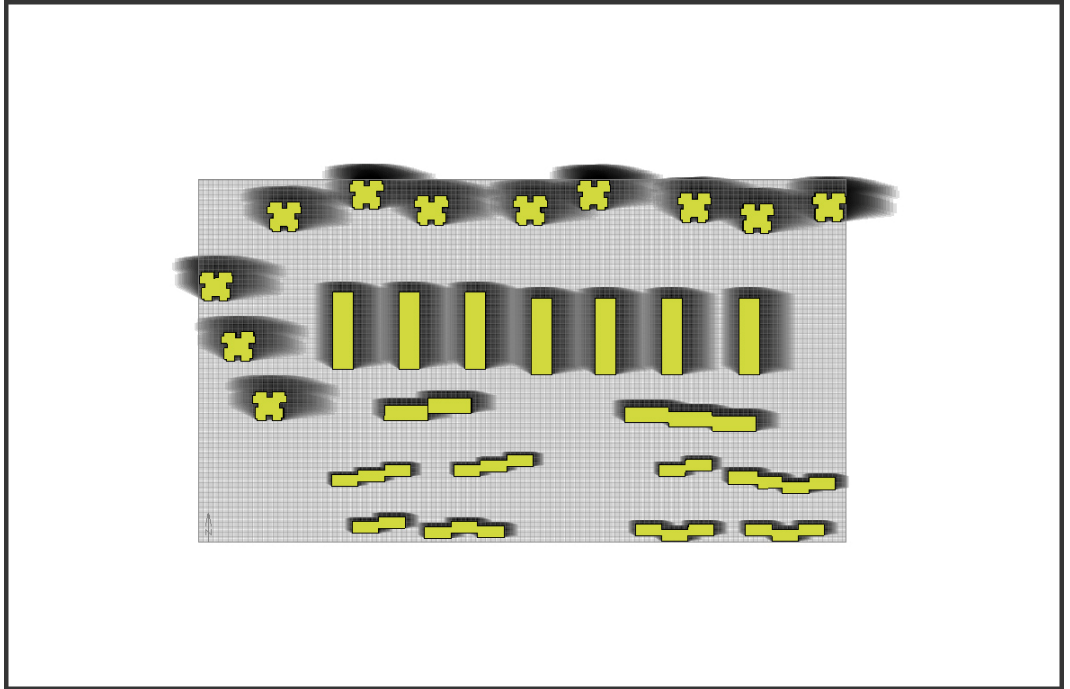
Şekil 5.38 : Ataköy 5. Kısım öneri vaziyet planı 1

Öneri vaziyet planı 1'e göre 5. kısmın en yüksek binaları olan 15 katlı A blokları en kuzeyde, 10 katlı E bloklar A blokların güneyinde konumlandırılmıştır. E blokların güneyinde 7 katlı B blokları, B bloklarının güneyinde 4 katlı D blokları ve D bloklarının da güneyinde 3 katlı C bloklarının konumlandırılması önerilmiştir. Ayrıca C6, D6 ve D9 binaları saydamlık oranlarının yüksek olduğu cepheleri güney yönüne yönlendirilecek şekilde mevcut yerleşmedeki diğer bloklar gibi güney-kuzey

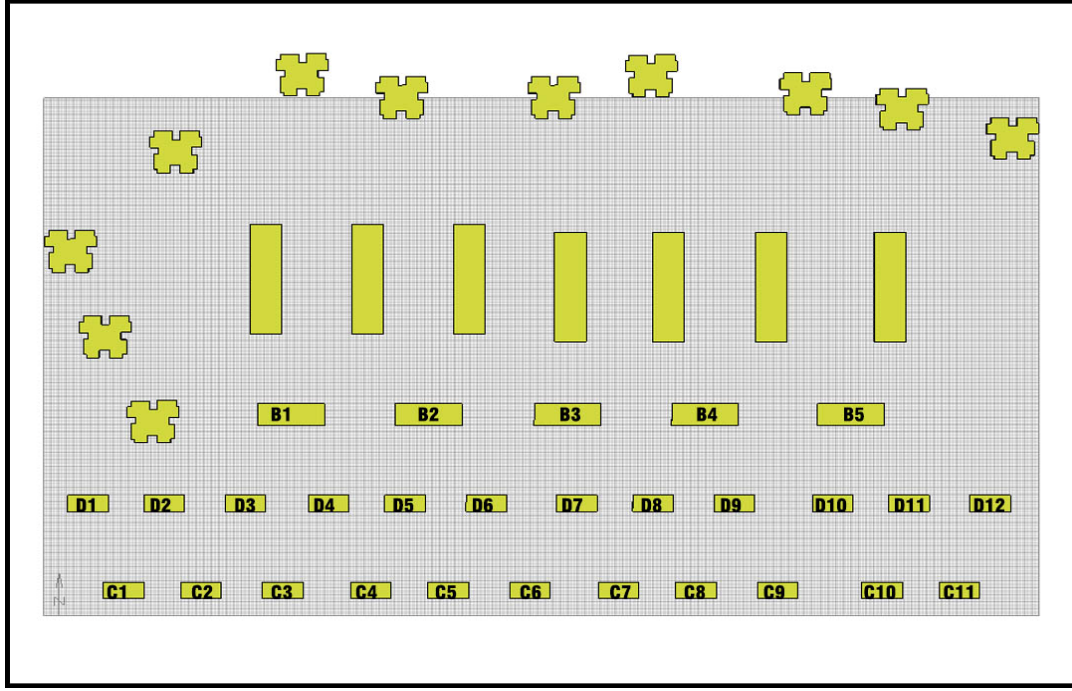
doğrultusunda yönlendirilmiştir. Öneri vaziyet planı üzerinde, gölge analizleri yardımıyla yerleşmedeki binaların birbirlerinin gölge etkisi altında kalmasını engelleyen düzenlemeler yapılmıştır. Geliştirilen vaziyet planının 21 Ocak ve 21 Temmuz için yapılmış olan, gölge analizleri şekil 5.39 ve şekil 5.40'ta gösterilmiştir.



Şekil 5.39 : Geliştirilen öneri vaziyet planı 1'e ait gölge analizleri, 21 Ocak günü için, (saat 10:00-16:00 arası)

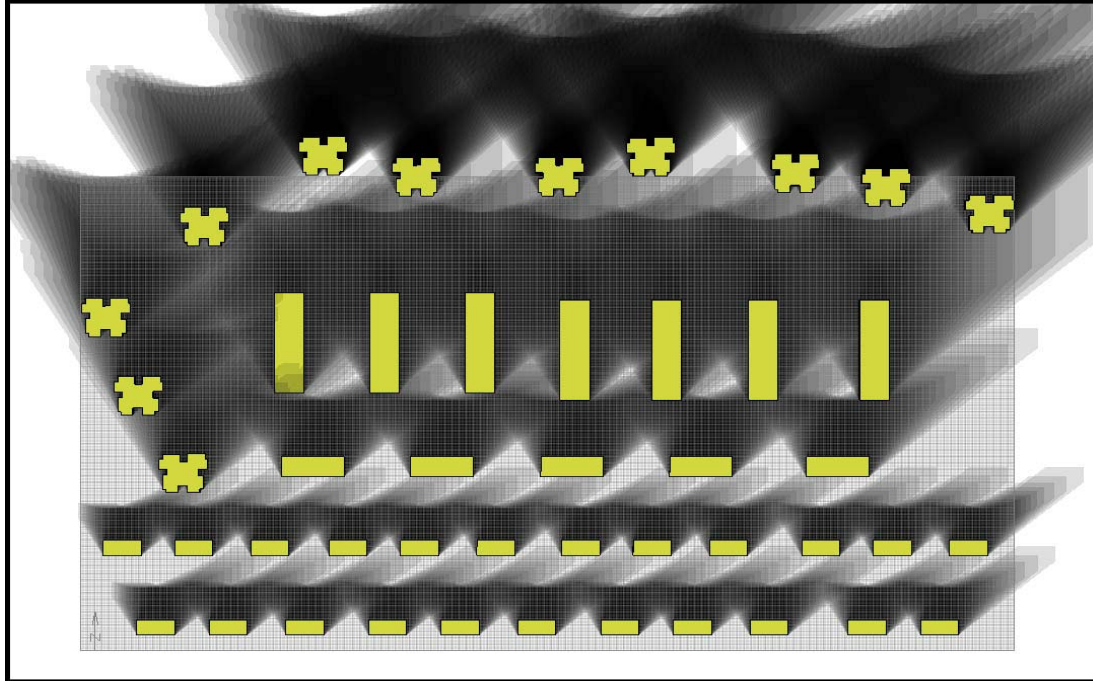


Şekil 5.40 : Geliştirilen öneri vaziyet planı 1'e ait gölge analizleri, 21 Temmuz günü için, (saat 10:00-16:00 arası)

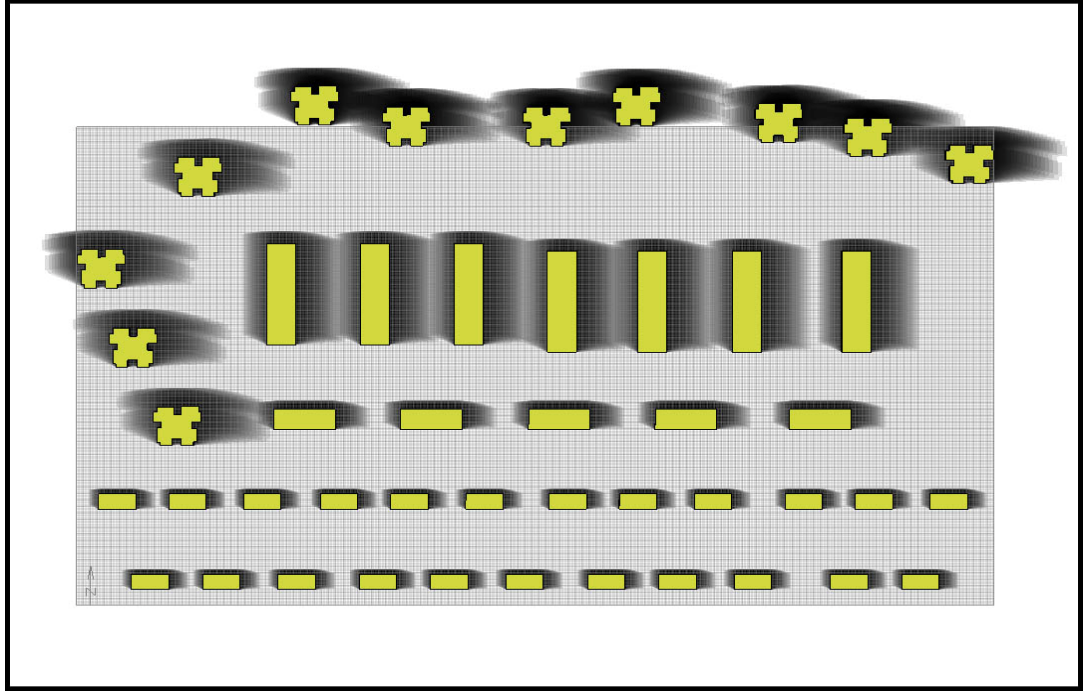


Şekil 5.41 : Ataköy 5. Kısım öneri vaziyet planı 2

Öneri vaziyet planı 2'ye göre ise tüm binalar birbirinden ayrılarak güneş ışıını kazanmaları maksimum olacak bir düzenlenme yapılmıştır. Geliştirilen vaziyet planı 2'nin 21 Ocak ve 21 Temmuz için yapılmış olan, gölge analizleri şekil 5.42 ve şekil 5.43'te gösterilmiştir.



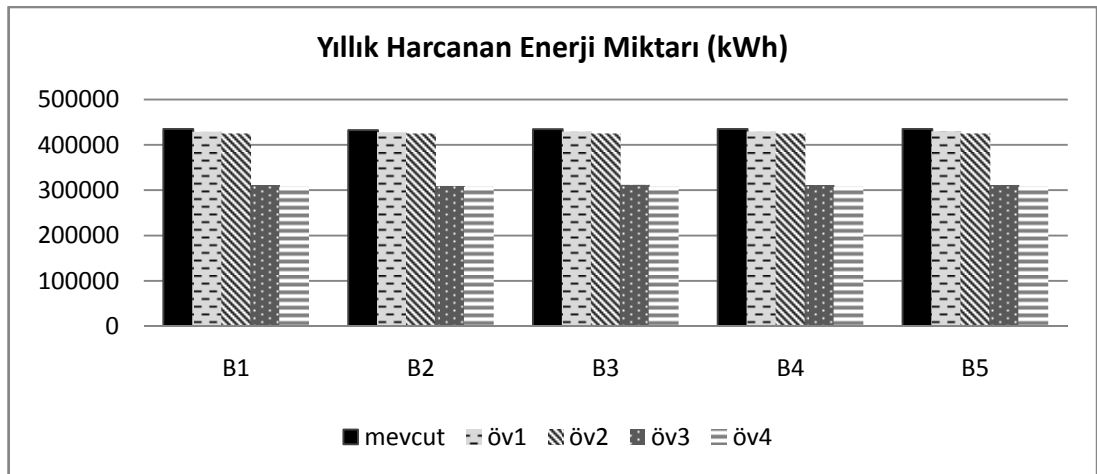
Şekil 5.42 : Geliştirilen öneri vaziyet planı 2'e ait gölge analizleri, 21 Ocak günü için,(saat 10:00-16:00 arası)



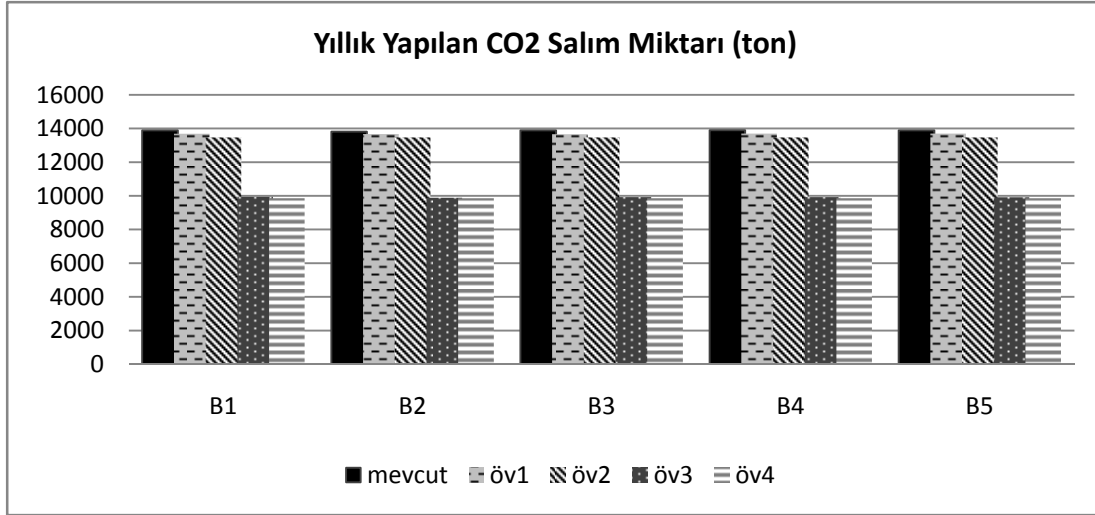
Şekil 5.43 : Geliştirilen öneri vaziyet planı 2'e ait gölge analizleri, 21 Temmuz günü için, (saat 10:00-16:00 arası)

Yapılan bu önerilerin uygulanması halinde yerleşmedeki binalarda enerji harcamalarının ve CO2 salım miktarlarının değişim oranını görebilmek amacıyla hesaplamalar tekrarlanmıştır.

Vaziyet planının öv1, öv2, öv3 ve öv4 ile iyileştirilmesinden sonrayapılan hesaplamalar sonucu yerleşmedeki B bloklarına ait binaların yıllık toplam enerji yükleri ve CO2 salım miktarlarına ilişkin grafikler şekil 5.44 ve şekil5.45'te verilmiştir.



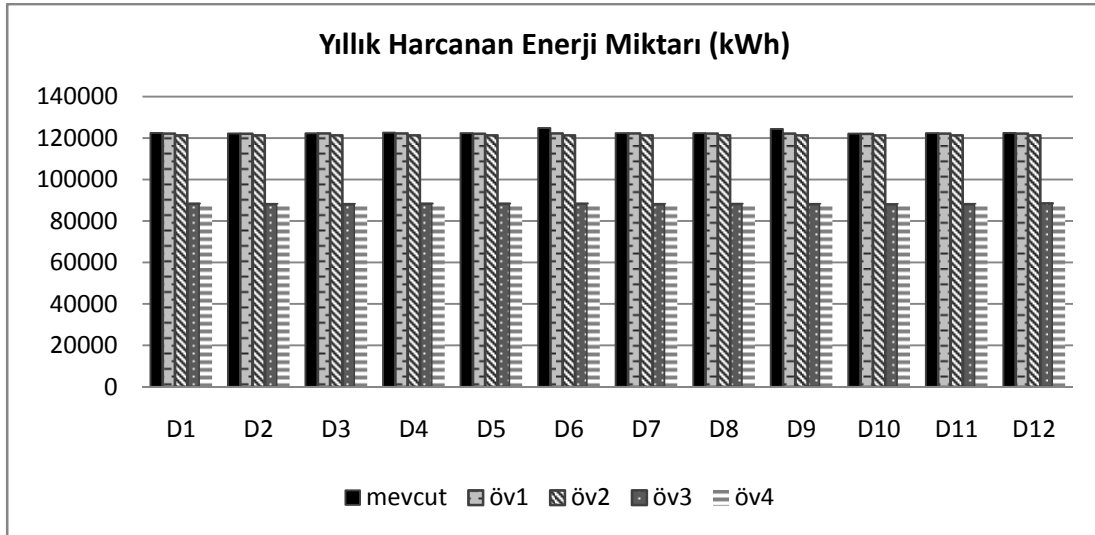
Şekil 5.44 : Vaziyet planı iyileştirmesinden sonra B bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri



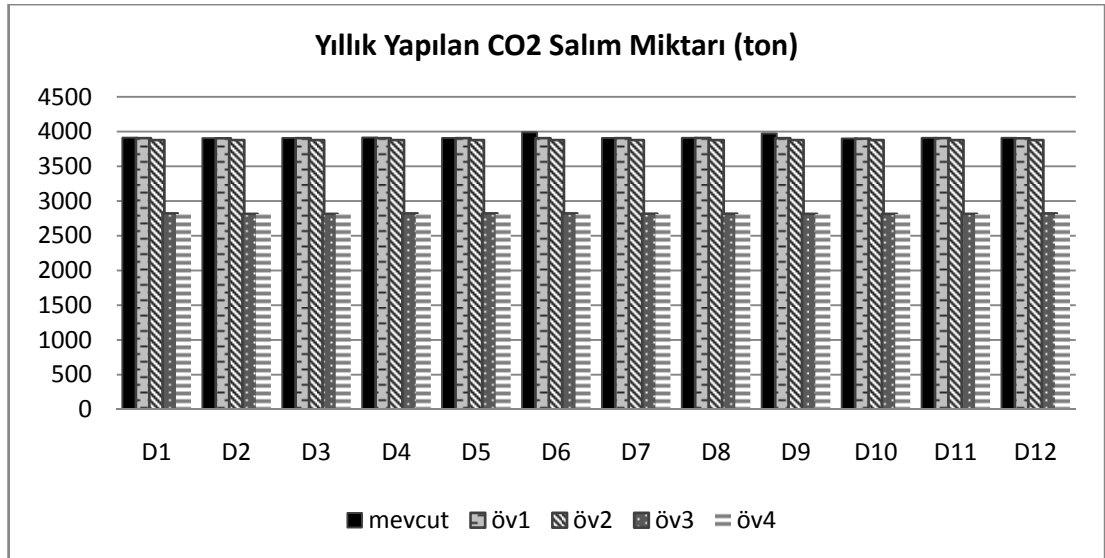
Şekil 5.45 : Vaziyet planı iyileştirmesinden sonra B bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarları

B tipi bloklara vaziyet planı iyileştirmelerinden öv1, öv2, öv3 ve öv4 uygulandığında toplam enerji yükünde %1.2, %2.1, %28.4 ve % 29.2 oranında azalma meydana gelmiştir. Aynı şekilde CO2 salım miktarı da %1.3, %2.8, %28.5 ve %29 oranında azalmıştır.

Vaziyet planının öv1, öv2, öv3 ve öv4 ile iyileştirilmesinden sonra yapılan hesaplamalar sonucu yerleşmedeki D bloklarına ait binaların yıllık toplam enerji yükleri ve CO2 salım miktarlarına ilişkin grafikler şekil 5.46 ve şekil 5.47'de verilmiştir.



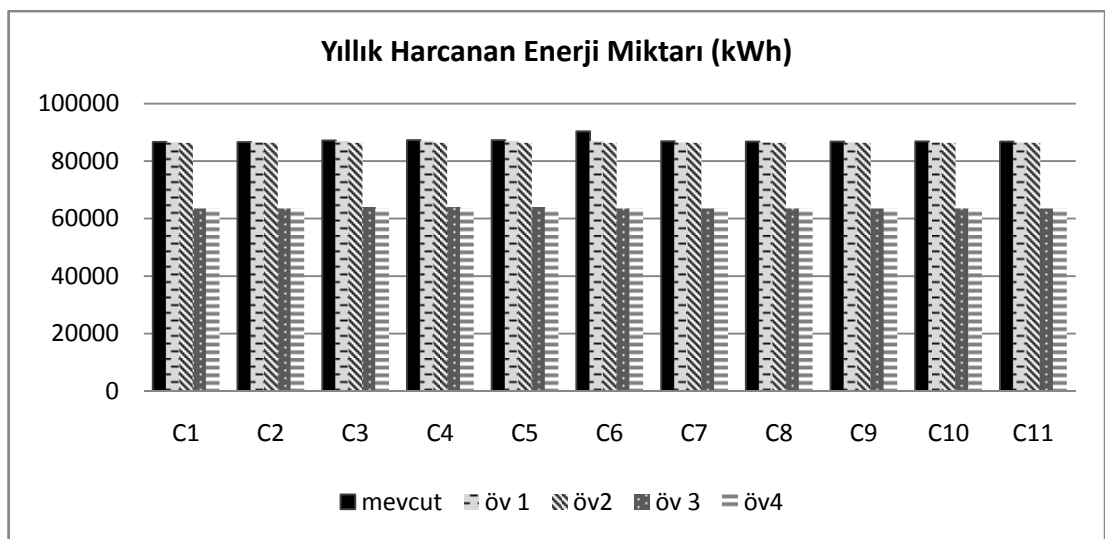
Şekil 5.46 : Vaziyet planı iyileştirmesinden sonra D bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri



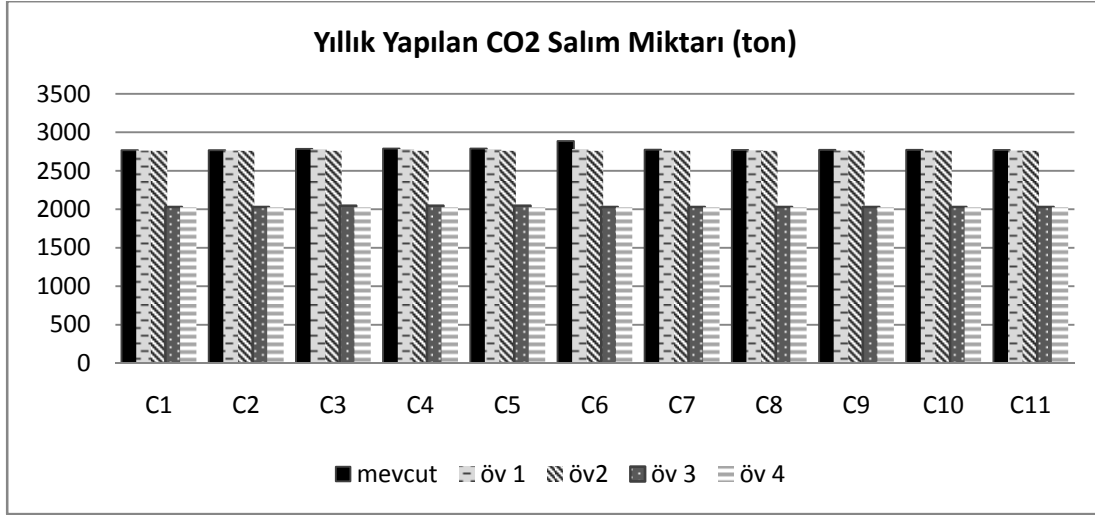
Şekil 5.47 : Vaziyet planı iyileştirmesinden sonra D bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarları

D tipi bloklara vaziyet planı iyileştirmelerinden öv1, öv2, öv3 ve öv4 uygulandığında toplam enerji yükünde %0.4, %1.1, %28 ve % 28.3 oranında azalma meydana gelmiştir. Aynı şekilde CO2 salım miktarı da %0.3, %1, %28 ve %28.3 oranında azalmıştır.

Vaziyet planının öv1, öv2, öv3 ve öv4 ile iyileştirilmesinden sonra yapılan hesaplamalar sonucu yerleşmedeki C bloklarına ait binaların yıllık toplam enerji yükleri ve CO2 salım miktarlarına ilişkin grafikler şekil 5.48 ve şekil 5.49'da verilmiştir.



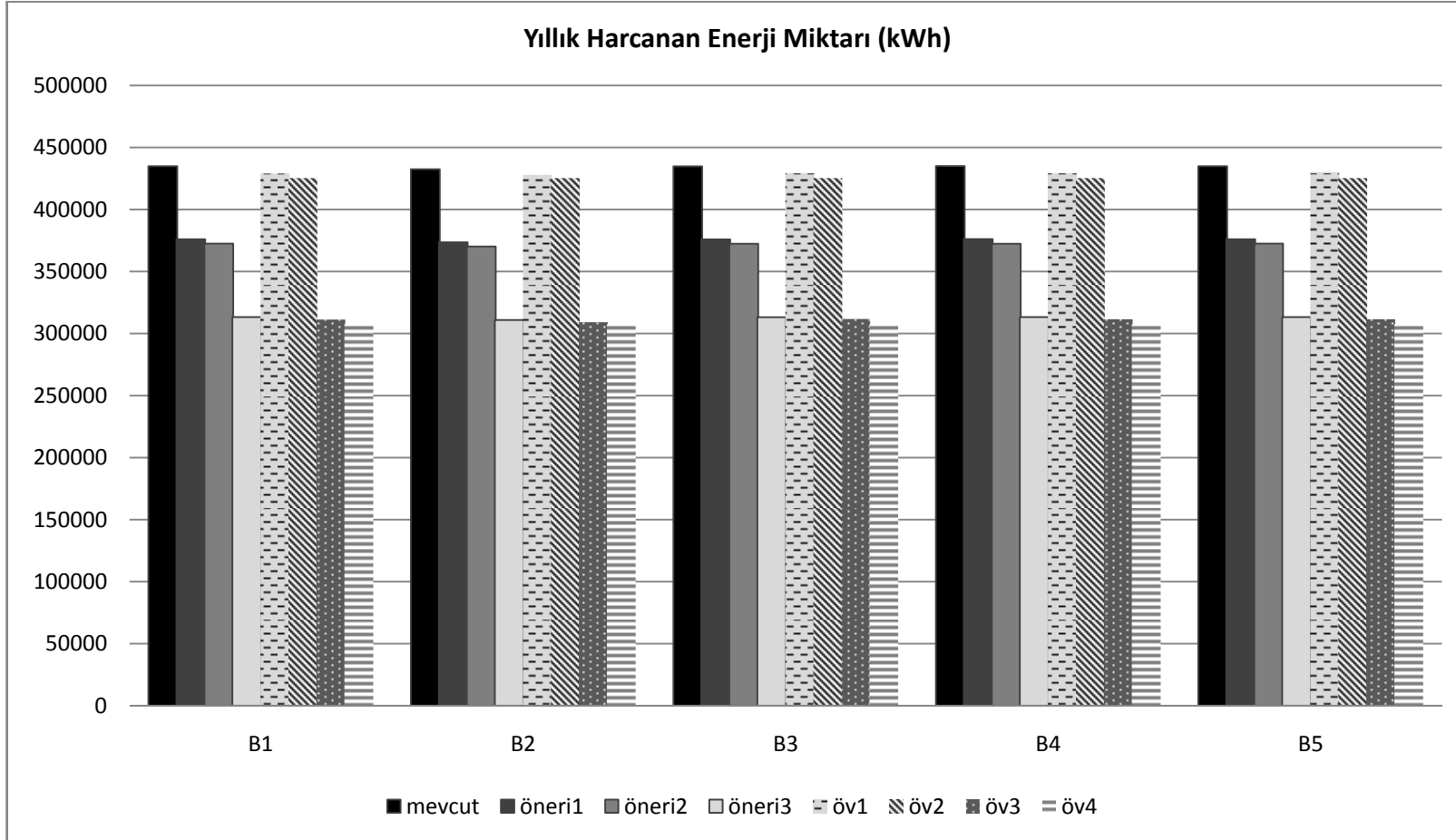
Şekil 5.48 : Vaziyet planı iyileştirmesinden sonra C bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri



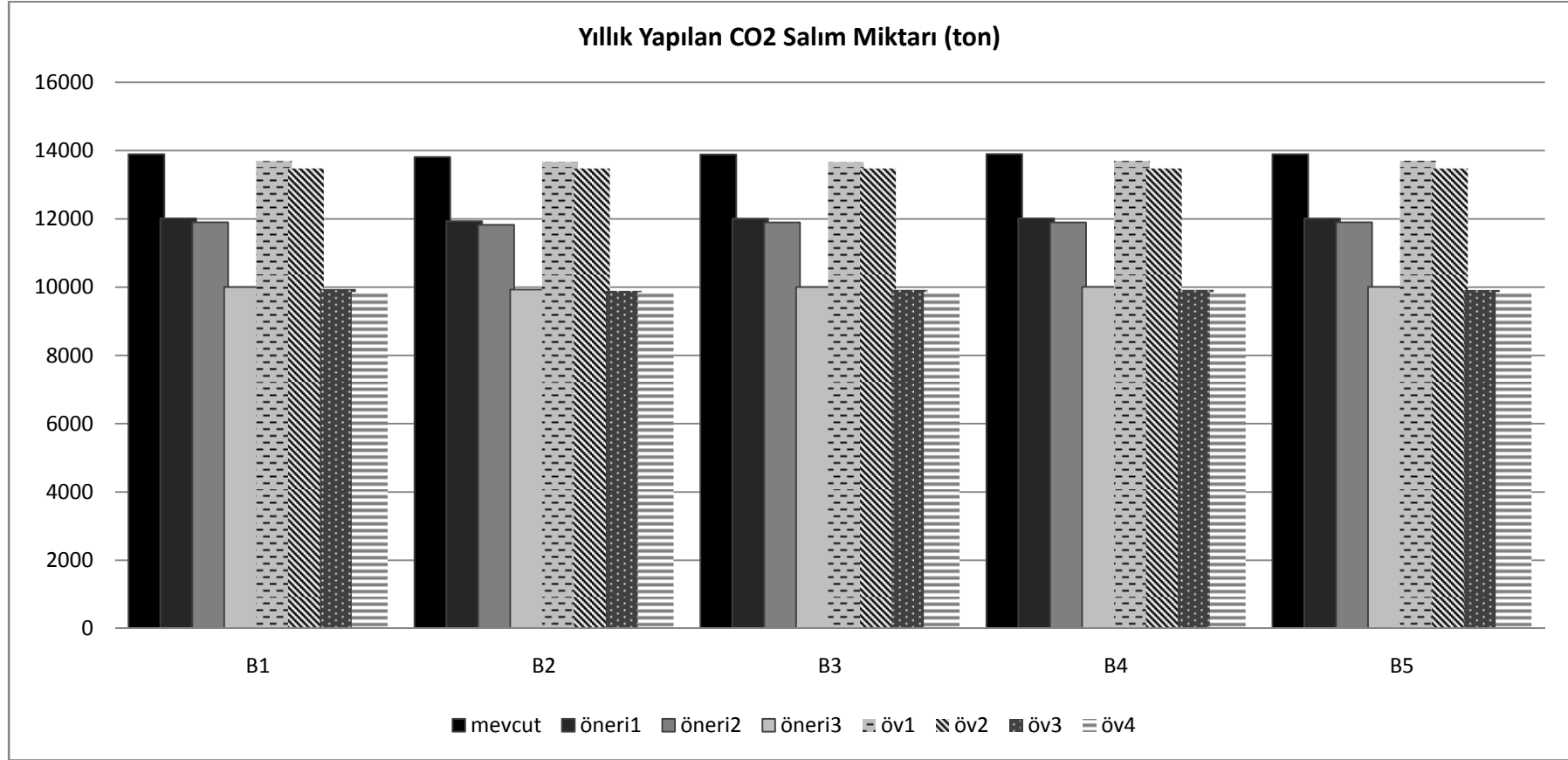
Şekil 5.49 : Vaziyet planı iyileştirmesinden sonra C bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarları

C tipi bloklara vaziyet planı iyileştirmelerinden öv1, öv2, öv3 ve öv4 uygulandığında toplam enerji yükünde %0.5, %0.9, %26.9 ve % 27.1 oranında azalma meydana gelmiştir. Aynı şekilde CO2 salım miktarı da %0.5, %1, %26.9 ve %27.1 oranında azalmıştır.

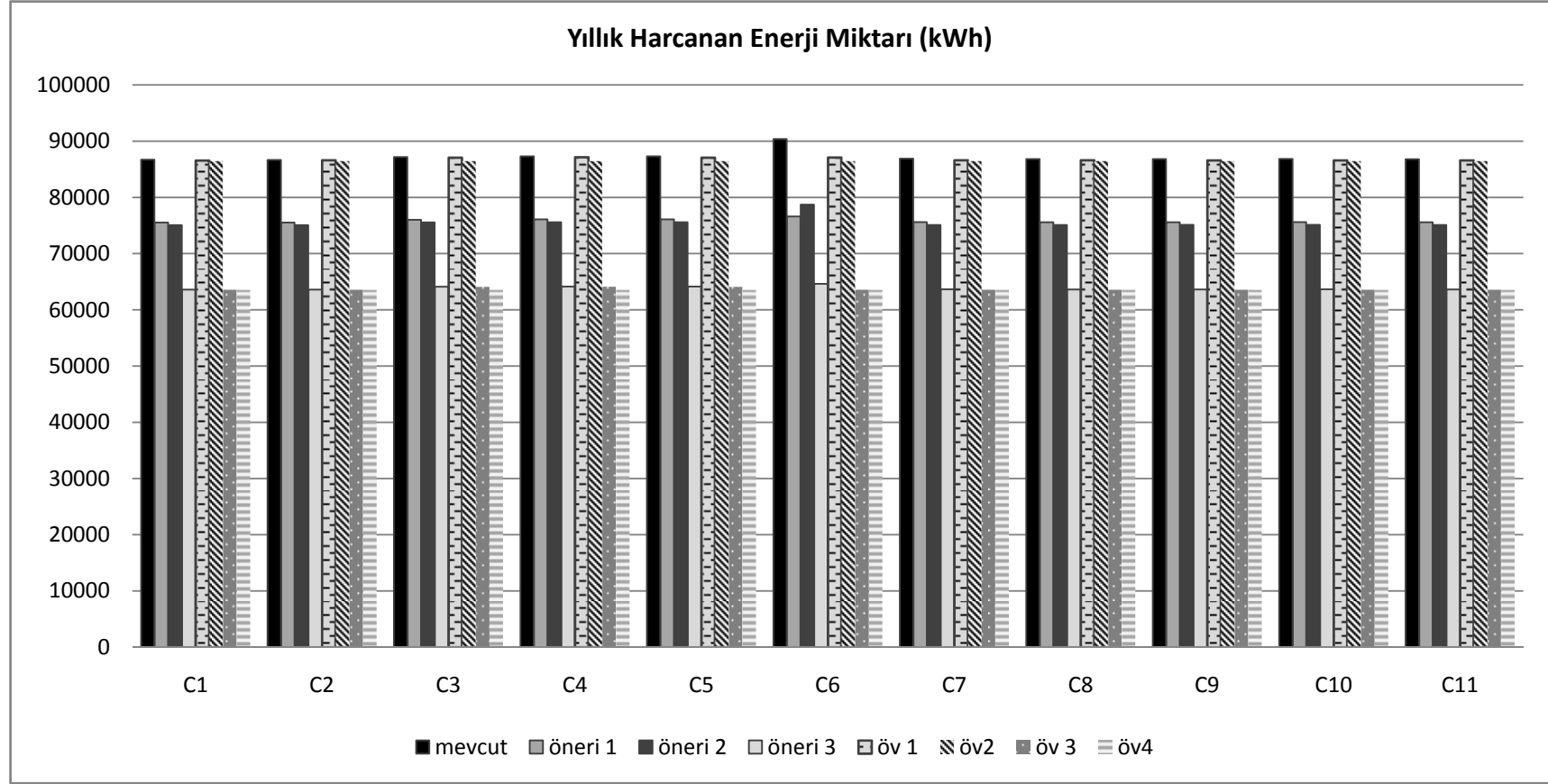
Çalışma boyunca uygulanmış olan iyileştirme adımlarının her birinin binanın enerji harcamaları miktarına olan etkisi ve CO2 salım miktarına olan etkisi aşama aşama B bloklar için şekil 5.50 ve şekil 5.51'de, C bloklar için şekil 5.52, şekil 5.53'de ve D bloklar için şekil 5.54 ve şekil 5.55'de gösterilmiştir.



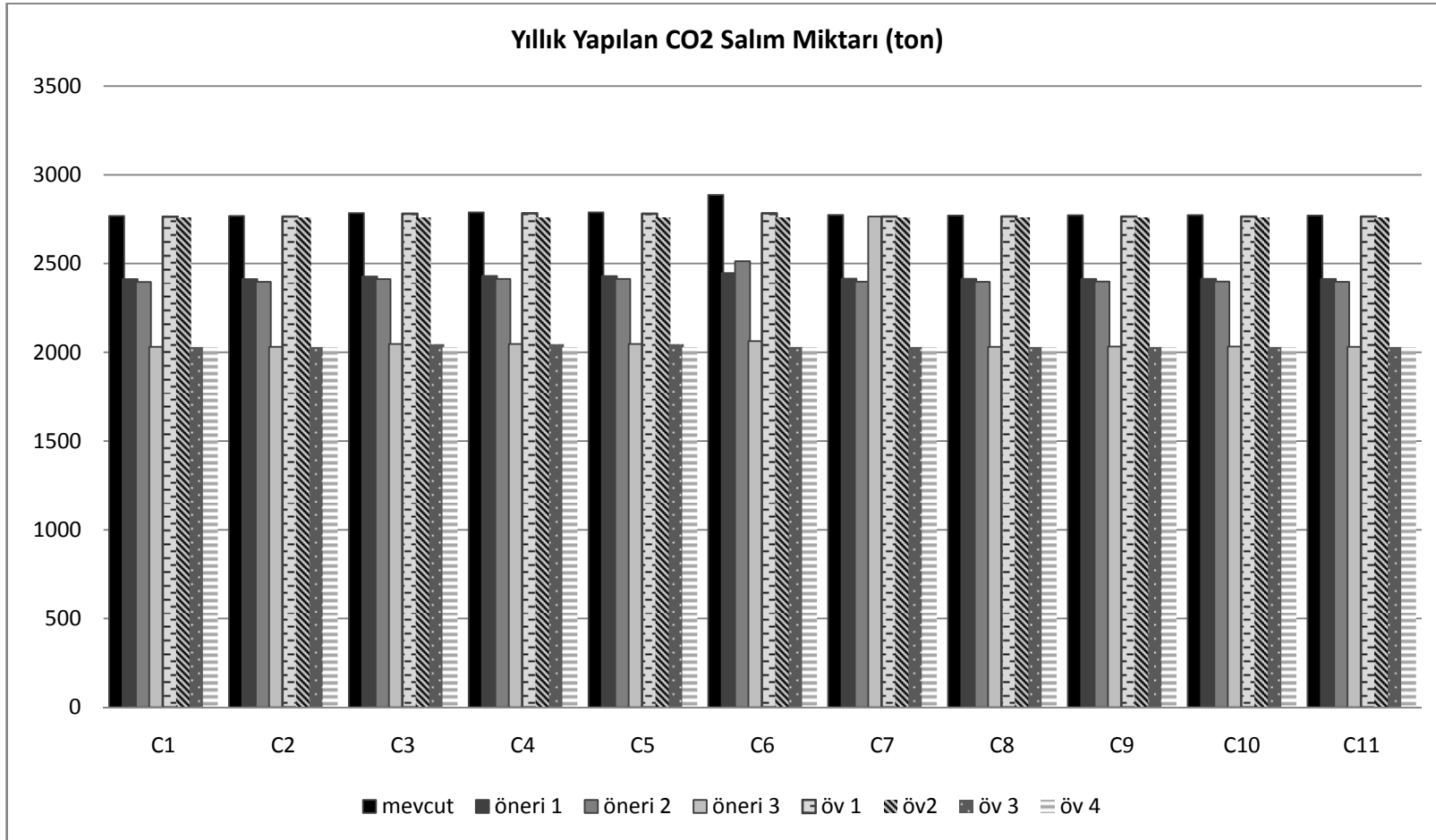
Şekil 5.50 : Çalışma adımları boyunca B bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri



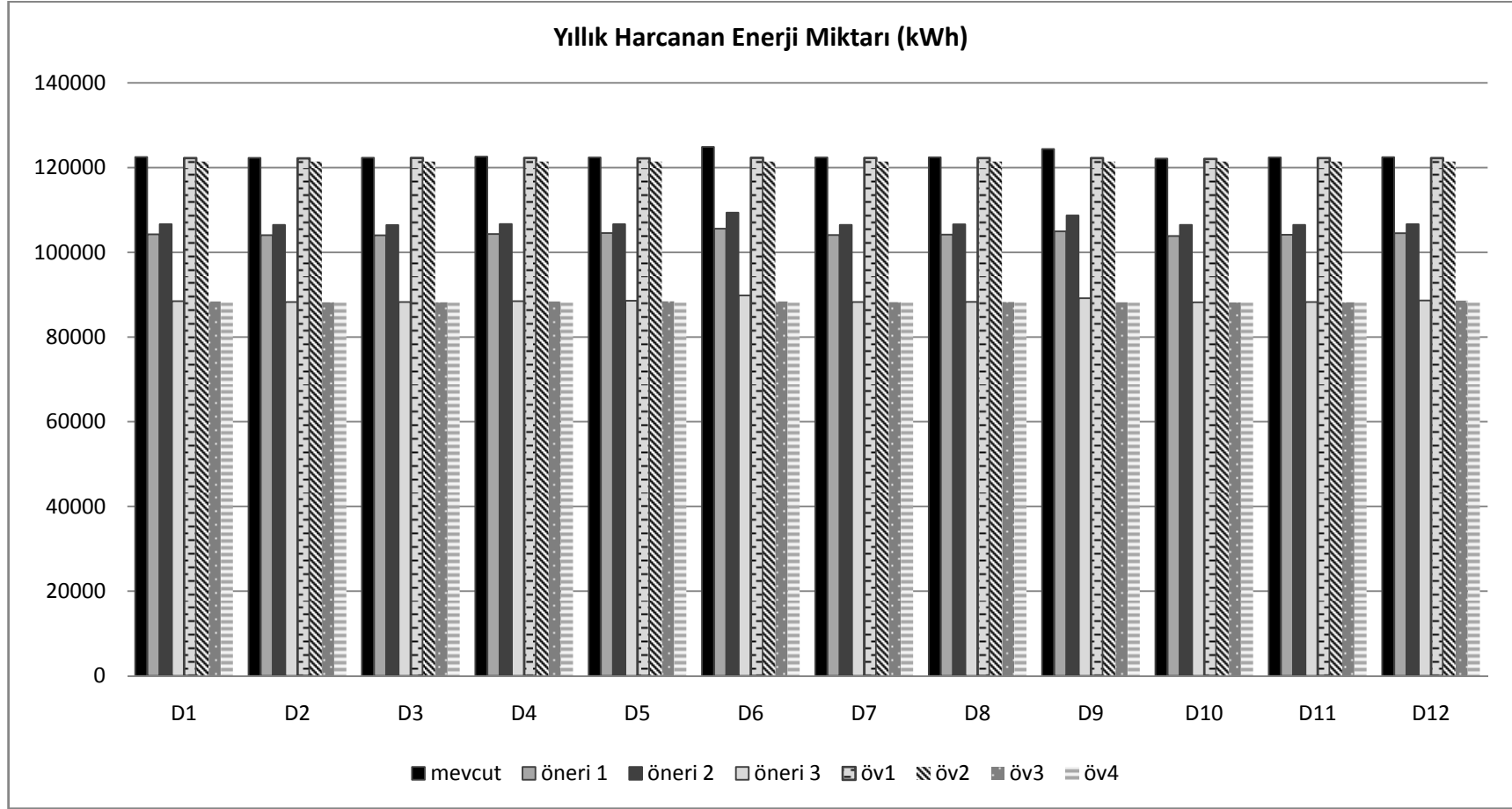
Şekil 5.51 : Çalışma adımları boyunca B bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarı



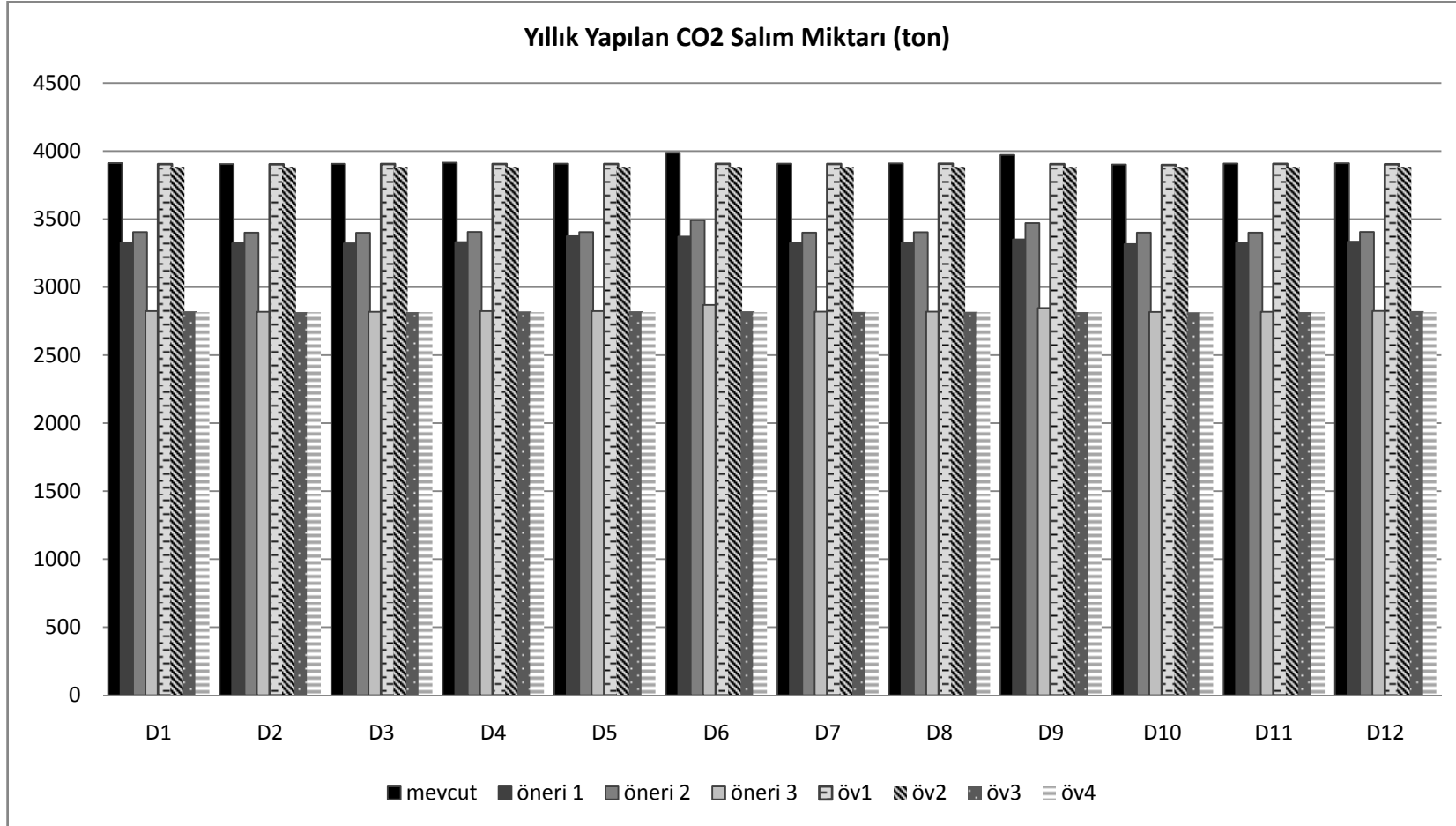
Şekil 5.52 : Çalışma adımları boyunca C bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri



Şekil 5.53 : Çalışma adımları boyunca C bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarı



Şekil 5.54 : Çalışma adımları boyunca D bloklarına ait yıllık toplam enerji yükleri



Şekil 5.55 : Çalışma adımları boyunca D bloklarına ait yıllık toplam CO2 salım miktarı

Çalışmanın tüm adımlarının toplam enerji yüklerine ve CO2 salım miktarlarına ait sayısal değerler EK A'da verilmiştir.

Uygulanan tüm iyileştirme önerileri sonucunda en düşük toplam enerji harcamaları ve CO2 salım miktarı öv4 uygulandığında elde edilmiştir.

6. SONUÇ

Günümüzde enerjiye olan talebin hızla artmasıyla ve bu enerjinin kullanımı sonucu oluşan zararlı gazların atmosfere salımı ile, çevre kirliliği ve sera etkisi oluşumu artmaktadır. Bu durum binaların enerji etkin tasarlanması gerekliliğinin temel nedenlerindendir. Binaların enerji etkin tasarlanması ve bunun sonucunda enerji harcamalarının azaltılması, çevre kirliliğinin ve sera etkisinin olumsuz sonuçlarının yavaşlatılabilmesi için önemli bir rol oynamaktadır.

Türkiye'de güncel TS 825 Binalarda Isı Korunumu yönetmeliğine uygun olmayan enerji harcamaları açısından verimsiz bina stokları bulunmaktadır. Bu mevcut bina stokları enerjiyi verimsiz kullanmakta bu nedenle hem kullanıcıların iklimsel konfor gereksinimlerini sağlayamamakta, hem ekonomik açıdan verimsiz olmakta, hem de atmosfere fazla miktarda CO₂ gazı salımı yapmaktadır.

Uygulama kapsamında Ataköy 5. kısım yerleşiminde yer alan B,C ve D tipine ait 28 binada bina kabuklarına TS 825 Binalarda Isı Korunumu yönetmeliği gereğince iyileştirilme çalışmaları yapılmış ve mevcut vaziyet planı yerine güneş ışıyım kazancını arttıracak yönde düzenlenen yeni bir vaziyet planı önerilmiştir. Bu sayede binaların harcadıkları enerji miktarlarında ve CO₂ salım miktarlarında azalma optimizasyon sağlanmıştır.

Konutlarda yapılan bu tür iyileştirme çalışmaları sayesinde enerji kayıpları fazla olan mevcut konut stokları, enerjileri daha etkin binalar haline getirilebilmektedir.

Bu çalışmanın sonucunda;

- Bina kabuğunun saydam bileşeninde uygulanan iyileştirme önerilerinin; hem ısıtma hem de soğutma yüklerini azalttığı (EK-A) ve binanın toplam enerji yüklerini ve toplam CO₂ salım miktarlarını da azalttığı,
- Bina kabuğunun opak bileşeninde uygulanan iyileştirme önerilerinin; ısıtma yüklerini azalttığı, soğutma yüklerini arttırdığı (EK-A) ancak binanın toplam enerji yüklerini ve toplam CO₂ salım miktarlarını azalttığı,

- Bina kabuğunun opak ve saydam bileşeninde birlikte uygulanan iyileştirme önerilerinin ısıtma yüklerini azalttığı, soğutma yüklerini arttırdığı ancak binanın toplam enerji yüklerini ve toplam CO2 salım miktarlarını (EK-A) azalttığı,
- Vaziyet planı için önerilen öv1,övä2,övä3 ve övä4 önerileri uygulandığında meydana gelen değışiklik sonucu; ısıtma yüklerinin azaldığı, soğutma yüklerini arttığı ancak binanın toplam enerji yüklerinin ve toplam CO2 salım miktarlarının (EK-A) azaldığı,
- Vaziyet planı için önerilen övä1, övä2, övä3 ve övä4 önerileri uygulandığında ısıtma yüklerinin azalıp soğutma yüklerinin artması sonucu bu öneriler için elde edilen yıllık toplam enerji yüklerinde meydana gelen azalma oranının oldukça az (%0.4 ila %1.2 arası) olduğu,
- C6, D6 ve D9 binalarının güney yönüne yönlendirilmesiyle ısıtma ve soğutma yüklerini azalttığı ve binanın toplam enerji yüklerinin ve CO2 salım miktarlarının azaldığı

belirlenmiştir.

Tüm bu bilgiler ışığında bu yaklaşımın mevcut bu yerleşmeye uygulanması

1- Binaların enerji etkin tasarlanması binaların çevre kirliliği kaynakları olmasını engellediğı ve sera etkisi oluşumunun azaltılmasında etken olduğu,

2- Bina kabuğunun opak ve saydam bileşeni için geliştirilecek iyileştirme önerileri; yerleşmenin bulunduğu iklim bölgesinde ısıtmanın istendiğı dönem veya ısıtmanın istenmediğı dönemlerden hangisinin daha etkin olduğuna bağılı olarak ele alınması gerektiğı,

3- Enerji harcamaları ve CO2 salım miktarları nedeniyle çok sayıda kullanıcıyı ve çevreyi etkileyen toplu konut binalarının tasarımı aşamasında yerleşme ölçeğinde bina aralıklarının ve binaların yönlendiriliş durumlarının ve yapı elemanı ölçeğinde de bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin binanın bulunduğu iklim bölgesinin gerekliliklerine uygun bir biçimde belirlenmesi gerektiğı,

4- Toplu konut binalarının tasarım aşamasında yerleşme ölçeğinde bina aralıkları önerileri geliştirilerek, önerilerin sağladığı enerji korunumları ve arsa maliyeti birarada değerlendirilerek optimum önerinin oluşturulması gerektiğı,

5- Toplu konut binalarında enerji harcamalarının ve CO2 salım miktarlarının azaltılmasında sadece yönetmelikleri uygulamanın yeterli olmadığı, yerleşmenin ve binaların pasif sistemler olarak da en enerji etkin performans gösterecek şekilde tasarlanması gerektiği

sonuçları elde edilmiştir.

Bu çalışmanın devamı olabilecek çalışmalara katkı sağlaması amacıyla da; kentsel dönüşüm çalışmalarının hızlanarak arttığı günümüz koşullarında mevcut konut stoklarında enerji harcamalarını ve CO2 salım miktarını azaltmak için alınabilecek önlemlerin binanın ömrüne ve bina için yapılması öngörülen iyileştirme önerilerinin fayda-maliyet analizlerine bağlı olarak değerlendirilmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Ak, F.**, 1993. Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Birimi Dizaynında Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akkaya E., Özçağ M.**, 2003. Türkiye açısından Kyoto Protokolü'nün değerlendirilmesi ve ayrıştırma yöntemi ile CO2 emisyonu belirleyicilerinin analizi, VII. ODTÜ Ekonomi Konferansı, Ankara
- Anonim, ASHRAE**, 1981. Standart 55-81 : Thermal Confort Conditions for Human Occupancy, American Society of Heating and Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta.
- Autodesk Ecotect Analysis** , 2010-2011. CIBSE Guide.
- Bayazıt, N., Dülgeroğlu, Y., Yılmaz, Z.**, 1992. Toplu Konut Standartları-Mekan, Fiziksel Çevre, Bina Ekonomisi, Toplu Konut Yatırımcıları Derneği, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Berköz, E.**, 1983. Güneş Işınımı ve Yapı Dizaynı, Profesörlük Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- Berköz, E., Küçükdoğu M., Yılmaz Z., Kocaaslan G., ve diğerleri** 1995. Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, TÜBİTAK-İNTAG 201, Araştırma Raporu İstanbul.
- CIBSE**, 2007. Chartered Institution of Building Services Engineers
- Colombo, R., ve diğerleri.**,1994. Passive Solar Architecture for Mediterranean Area Design Handbook, Joint Research Center,Commision of the European Communities.
- Diz, T.**, 2013. Mart-Nisan İzolasyon Dünyası Sayı 100,, Türkiye'de Binalarda Enerji Verimliliği ile İlgili Mevzuatlar
- Dülgeroğlu Y., Aydınlı S., Pulat G., Yılmaz Z., Özgünler M.**,1996. Toplu Konutlarda Nitelik Sorunu Cilt: 1-2, Konut Araştırmaları Dizisi: 4, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Giovanni, B.**, 1969. Man, Climate and Architecture.
- IPCC** , 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis-Summary for Policymakers-Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland
- Kadioğlu, M.**, 2007. Küresel İklim Değişimi ve Türkiye-Bildiğiniz Havaaların Sonu, 3. Baskı, Güncel Yayıncılık, İstanbul
- Kadioğlu, M.**, 2008. TMMOB İklim Değişimi ve Türkiye, Günümüzden 2100 Yılına Küresel İklim Değişimi

- Kocaaslan, G.**, 1991. Hacimlerin Pasif Isıtma Sistemleri Olarak Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yöntem, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Manioğlu, G.**, 2002. Isıtma Enerjisi ve Yaşam Dönem Maliyeti Açısından Uygun Bina Kabuğu ve İşletme Biçimi Seçeneğinin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- Olgyay, V.**, 1963. Design with Climate-Bioclimate Approach to Architectural Regionalism, Princeton University Press, New Jersey.
- Oral Koçlar, G.**, 1998. Isıtma – Havalandırma Ders Notları, 1998, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Oral Koçlar, G.**, 2007. Sağlıklı Binalar İçin Enerji Tasarrufu ve Isı Yalıtımı, VII. Uluslararası Tesisat Mühendisliği Kongresi, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, İzmir.
- TS 825**, 2008. Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Türkeş, M.**, 2007. Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler, I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi-TİKDEK, İTÜ, İstanbul
- Ulukavak Harputlugil, G., Çetintürk N.**, 2005. Geleneksel Türk Evi'nde Isıl Konfor Koşullarının Analizi: Safranbolu Hacı Hüseyinler Evi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 20, No 1, 77-84, Maltepe, Ankara.
- Url-1** <<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/ps/dll/item?siteID=123112&=14576143&linkID=13734494>>, alındığı tarih 20.04.2013 .
- Url-2** <<http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/buildings/ecotect-heat-gainslosses>>, alındığı tarih 20.04.2013 .
- Url-3** <<http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1005&context=constructionmgmt>>, alındığı tarih 20.04.2013 .
- Url-4** <http://www.esru.strath.ac.uk/Reference/concepts/cibse_sum_temp/cibse_sum_temp.htm>, alındığı tarih 20.04.2013 .
- World Energy Council (WEC)**, 2007. Energy and Climate Change
- Yılmaz, Z.**, 1983. İklimsel Konforun Sağlanması ve Yoğuşma Kontrolünde Optimum Performans Gösteren Yapı Kabuğunun Hacim Konumuna ve Boyutlarına Bağlı Olarak Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- Yılmaz, Z.**, 2005. Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji, 7. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir.
- Zeren, L. ve diğ.**, 1987. Türkiye'de Yeni Yerleşmeler ve Binalarda Enerji Tasarrufu Amacıyla Bir Mevzuat Modeline İlişkin Çalışma, Çevre ve Şehircilik Uygulama-Araştırma Merkezi, İ.T.Ü., İstanbul.

EKLER

EK-A Ataköy 5. Kısım Yerleşiminde B, C ve D Bloklarına ait Isıtma, Soğutma ve Toplam Enerji Yükleri ve CO2 Salım Miktarı Değerleri

EK-A ATAÖY 5. KISIM YERLEŞİMDE B, C ve D BLOKLARINA AİT ISITMA, SOĞUTMA VE TOPLAM ENERJİ GİDERLERİ VE CO2 SALIM MİKTARI DEĞERLERİ

Çizelge A.1 : B bloklarına ait ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri ile CO2 salım miktarları

	Enerji(kWh)			CO2 (ton)		
	ısıtma	soğutma	toplam	ısıtma	soğutma	toplam
B1 mevcut	392986	41952	434937	12553	1340	13893
B1 öneri 1	346487	29589	376076	11068	945	12013
B1 öneri 2	317868	54648	372517	10154	1745	11899
B1 öneri 3	269550	43695	313246	8610	1395	10005
B1 VÖ 1	388051	41047	429098	12383	1311	13694
B1 VÖ 3	267605	43749	311354	8548	1398	9946
B2 mevcut	390342	42076	432418	12469	1344	13813
B2 öneri 1	343887	29652	373540	10985	947	11932
B2 öneri 2	315363	54795	370158	10074	1750	11824
B2 öneri 3	267075	43809	310884	8531	1399	9930
B2 VÖ 1	386897	41013	427910	12359	1310	13669
B2 VÖ 3	265261	43938	309199	8492	1402	9894
B3 mevcut	392637	42131	434769	12542	1345	13887
B3 öneri 1	346253	29698	375951	11060	948	12008
B3 öneri 2	317639	54810	372450	10146	1750	11896
B3 öneri 3	269435	43778	313214	8606	1398	10004
B3 VÖ 1	388201	41226	429427	12352	1316	13668
B3 VÖ 3	267946	43815	311761	8523	1401	9924
B4 mevcut	393418	41639	435058	12567	1330	13897
B4 öneri 1	346785	29401	376187	11077	939	12016
B4 öneri 2	318121	54313	372434	10162	1735	11897
B4 öneri 3	269688	43596	313285	8614	1392	10006
B4 VÖ 1	388631	40804	429435	12386	1313	13699
B4 VÖ 3	267887	43644	311531	8527	1396	9923
B5 mevcut	393018	41944	434962	12555	1339	13894
B5 öneri 1	346501	29534	376035	11068	943	12011
B5 öneri 2	317873	54644	372518	10154	1745	11899
B5 öneri 3	269556	43694	313248	8612	1395	10007
B5 VÖ 1	388805	41425	430230	12379	1323	13702
B5 VÖ 3	267816	43707	311523	8519	1398	9917
B blok öv2	382956	42336	425292	12124	1352	13476
B blok öv4	263406	44149	307555	8447	1410	9857

Çizelge A.2 : C bloklarına ait ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri ile CO2 salım miktarları

	Enerji(kWh)			CO2 (ton)		
	ısıtma	soğutma	toplam	ısıtma	soğutma	toplam
C1 mevcut	78971	7730	86701	2522	246	2768
C1 öneri 1	70037	5493	75530	2237	175	2412
C1 öneri 2	63729	11324	75053	2035	361	2396
C1 öneri 3	54395	9212	63607	1737	294	2031
C1 öv1	78536	8035	86571	2508	256	2764
C1 öv3	54253	9320	63573	1733	297	2030
C2 mevcut	78835	7829	86664	2518	250	2768
C2 öneri 1	69966	5559	75525	2235	177	2412
C2 öneri 2	63625	11430	75055	2032	365	2397
C2 öneri 3	54348	9252	63600	1736	295	2031
C2 öv 1	78631	7976	86607	2511	254	2765
C2 öv3	54281	9301	63582	1733	297	2030
C3 mevcut	79424	7753	87177	2537	247	2784
C3 öneri 1	70523	5502	76025	2252	175	2427
C3 öneri 2	64181	11358	75539	2050	362	2412
C3 öneri 3	54893	9220	64113	1753	294	2047
C3 öv 1	79019	8051	87070	2524	257	2781
C3 öv 3	54764	9327	64091	1749	297	2046
C4 mevcut	79766	7539	87305	2548	240	2788
C4 öneri 1	70694	5388	76082	2258	172	2430
C4 öneri 2	64443	11140	75583	2058	355	2413
C4 öneri 3	54993	9137	64130	1756	291	2047
C4 öv 1	79395	7765	87160	2536	248	2784
C4 öv 3	54830	9281	64111	1752	294	2046
C5 mevcut	79685	7609	87294	2545	243	2788
C5 öneri 1	70639	5439	76078	2256	173	2429
C5 öneri 2	64392	11191	75583	2056	357	2413
C5 öneri 3	54968	9156	64124	1755	292	2047
C5 öv 1	79021	8049	87070	2524	257	2781
C5 öv 3	54766	9326	64092	1749	297	2046
C6 mevcut	81496	8892	90388	2603	284	2887
C6 öneri 1	70882	5728	76610	2264	182	2446
C6 öneri 2	66221	12481	78702	2115	398	2513
C6 öneri 3	55199	9419	64618	1763	300	2063
C6 öv 1	79030	8059	87089	2526	258	2784
C6 öv 3	54269	9301	63570	1733	297	2030
C7 mevcut	79448	7444	86892	2537	237	2774
C7 öneri 1	70287	5328	75615	2245	170	2415
C7 öneri 2	64084	11004	75088	2047	351	2398
C7 öneri 3	54551	9091	63642	1742	290	2032
C7 öv 1	78654	7949	86603	2512	253	2765
C7 öv 3	54295	9287	63582	1734	296	2030
C8 mevcut	79197	7605	86802	2529	242	2771
C8 öneri 1	70127	5449	75576	2240	174	2414
C8 öneri 2	63920	11171	75091	2041	356	2397

C8 öneri 3	54457	9161	63618	1739	292	2031
C8 öv 1	78612	7989	86601	2511	255	2766
C8 öv 3	54338	9246	63584	1732	298	2030
C9 mevcut	79241	7565	86806	2531	241	2772
C9 öneri 1	70144	5434	75578	2240	173	2413
C9 öneri 2	63958	11148	75106	2043	356	2399
C9 öneri 3	54471	9144	63615	1740	292	2032
C9 öv1	78590	8000	86590	2510	255	2765
C9 öv 3	54267	9307	63574	1733	297	2030
C10 mevcut	79352	7491	86843	2534	239	2773
C10 öneri 1	70222	5369	75591	2243	171	2414
C10 öneri 2	64027	11087	75114	2045	354	2399
C10 öneri 3	54519	9118	63637	1741	291	2032
C10 öv 1	78588	7992	86580	2510	255	2765
C10 öv 3	54283	9302	63585	1733	297	2030
C11 mevcut	79157	7625	86782	2528	243	2771
C11 öneri 1	70102	5465	75567	2239	174	2413
C11 öneri 2	63892	11189	75081	2040	357	2397
C11 öneri 3	54445	9170	63615	1739	292	2031
C11 öv 1	78560	8023	86583	2509	256	2765
C11 öv 3	54257	9315	63572	1733	297	2030

C blok öv2	78041	8412	86453	2492	268	2760
C blok öv4	54084	9460	63544	1727	302	2029

Çizelge A.3 : D bloklarına ait ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri ile CO2 salım miktarları

	Enerji(kWh)			CO2 (ton)		
	ısıtma	soğutma	toplam	ısıtma	soğutma	toplam
D1 mevcut	110747	11739	122486	3537	375	3912
D1 öneri 1	96370	7863	104233	3078	251	3329
D1 öneri 2	91145	15492	106637	2911	494	3405
D1 öneri 3	76250	12204	88454	2435	389	2824
D1 öv 1	109974	12286	122260	3513	392	3905
D1 öv 3	75979	12427	88406	2427	396	2823
D2 mevcut	110540	11734	122274	3531	374	3905
D2 öneri 1	96201	7846	104047	3073	250	3323
D2 öneri 2	90922	15538	106460	2904	496	3400
D2 öneri 3	76053	12197	88250	2429	389	2818
D2 öv 1	110011	12174	122185	3516	388	3904
D2 öv 3	75827	12377	88204	2422	395	2817
D3 mevcut	110519	11804	122323	3530	377	3907
D3 öneri 1	96129	7889	104018	3070	252	3322
D3 öneri 2	90950	15492	106442	2905	494	3399
D3 öneri 3	76038	12217	88255	2428	390	2818
D3 öv 1	110155	12148	122303	3518	388	3906
D3 öv 3	75842	12364	88206	2423	394	2817
D4 mevcut	111102	11485	122587	3549	366	3915
D4 öneri 1	96495	7800	104295	3082	249	3331
D4 öneri 2	91463	15209	106672	2921	485	3406
D4 öneri 3	76350	12114	88464	2438	386	2824
D4 öv 1	110505	11803	122308	3522	384	3906
D4 öv 3	76195	12217	88412	2432	390	2822
D5 mevcut	110552	11831	122383	3531	377	3908
D5 öneri 1	96570	7959	104529	3120	254	3374
D5 öneri 2	90933	15711	106644	2904	501	3405
D5 öneri 3	76410	12154	88564	2436	388	2824
D5 öv 1	110296	11897	122193	3526	380	3906
D5 öv 3	76152	12269	88421	2432	391	2823
D6 mevcut	111335	13554	124889	3556	432	3988
D6 öneri 1	97120	8447	105567	3102	269	3371
D6 öneri 2	91769	17583	109352	2931	561	3492
D6 öneri 3	77051	12774	89825	2461	408	2869
D6 öv 1	110142	12179	122321	3518	389	3907
D6 öv 3	76035	12379	88414	2428	395	2823
D7 mevcut	110843	11545	122388	3540	368	3908
D7 öneri 1	96280	7805	104085	3075	249	3324
D7 öneri 2	91211	15271	106482	2913	487	3400
D7 öneri 3	76136	12135	88271	2432	387	2819
D7 öv 1	110162	12136	122298	3519	387	3906
D7 öv 3	75863	12363	88226	2424	394	2818

D8 mevcut	111300	11124	122424	3555	355	3910
D8 öneri 1	96474	7704	104178	3081	246	3327
D8 öneri 2	91611	14986	106597	2926	478	3404
D8 öneri 3	76290	12016	88306	2437	383	2820
D8 öv 1	110116	12159	122275	3516	392	3908
D8 öv 3	75987	12269	88256	2429	390	2819
D9 mevcut	111653	12716	124369	3566	406	3972
D9 öneri 1	96814	8135	104949	3092	259	3351
D9 öneri 2	91950	16747	108697	2937	534	3471
D9 öneri 3	76631	12519	89150	2447	399	2846
D9 öv 1	110686	11593	122279	3535	370	3905
D9 öv 3	76056	12158	88214	2429	388	2817
D10 mevcut	110570	11558	122128	3532	369	3901
D10 öneri 1	96068	7793	103861	3068	248	3316
D10 öneri 2	91070	15401	106471	2909	491	3400
D10 öneri 3	76046	12149	88195	2429	388	2817
D10 öv 1	110403	11662	122065	3529	370	3899
D10 öv 3	75947	12215	88162	2425	391	2816
D11 mevcut	110893	11492	122385	3542	367	3909
D11 öneri 1	96379	7750	104129	3078	247	3325
D11 öneri 2	91192	15266	106458	2913	487	3400
D11 öneri 3	76163	12106	88269	2432	386	2818
D11 öv 1	110383	11895	122278	3528	379	3907
D11 öv 3	75958	12253	88211	2427	390	2817
D12 mevcut	110613	11856	122469	3533	378	3911
D12 öneri 1	96525	8000	104525	3079	255	3334
D12 öneri 2	91048	15592	106640	2908	498	3406
D12 öneri 3	76466	12156	88622	2437	388	2825
D12 öv 1	109868	12391	122259	3509	395	3904
D12 öv 3	76263	12324	88587	2432	392	2824

D blok öv 2	108518	12924	121442	3466	412	3878
D blok öv 4	74676	13446	88122	2386	429	2815

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Özge KUNDAKÇI

Doğum Yeri ve Tarihi: Ankara, 28.07.1986

Adres: Şişli, İstanbul

Lisans Üniversitesi: İstanbul Teknik Üniversitesi