İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YERLEŞME BİRİMLERİNİN ENERJİ KORUNUMU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: HALKALI ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seda SERBEST

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı: Öğr. Gör. Dr. Ş. Filiz Akşit

MAYIS 2014

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YERLEŞME BİRİMLERİNİN ENERJİ KORUNUMU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: HALKALI ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seda SERBEST
502111517

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı: Öğr. Gör. Dr. Şule Filiz AKŞİT

Mayıs, 2014

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 507111517 numaralı Yüksek LisansÖğrencisi **Seda SERBEST**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **"Yerleşme Birimlerinin Enerji Korunumu Açısından Değerlendirilmesi: Halkalı Örneği "** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı :	**Öğr. Gör. Dr. Şule Filiz AKŞİT** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
Jüri Üyeleri :	**Y.Doç.Dr. Gülten MANİOĞLU** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
	Y.Doç.Dr. Rana KUTLU İstanbul Kültür Üniversitesi	.....

Teslim Tarihi : **5 Mayıs 2014**
Savunma Tarihi : **27 Mayıs 2014**

Aileme,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans çalışmam süresince bana yol gösteren, bu çalışmanın tamamlanmasına yardımcı olan değerli hocam Ş. Filiz Akşit'e, hayatımın her anında bana destek veren aileme ve her zaman yanımda olan arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2014

Seda Serbest
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
KISALTMALAR ..... **xi**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xiii**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xv**
ÖZET ..... **xvii**
SUMMARY ..... **xix**
1. GİRİŞ **1**
2. YERLEŞME BİRİMLERİNİN GELİŞİM SÜRECİ **3**
2.1 Türkiye'deYerleşme Birimlerinin Gelişimi 3
2.1.1 Devlet tarafından yerleşme birimi üretimi 3
2.1.1.1 Türkiye Emlak ve Kredi Bankası 3
2.1.1.2 Toplu Konut İdaresi Başkanlığı (TOKİ) 4
2.1.2 Özel sektör tarafından yerleşme birimi üretimi 6
2.1.2.1 Konut kooperatifleri 6
2.1.2.2 Yap-sat modelli üretim 8
2.1.2.3 Özel toplu konut şirketleri 8
2.1.2.3 Gayrimenkul yatırım ortaklıkları (GYO) 9
2.2 İstanbul'da Yerleşme Birimlerinin Gelişimi 10
3. YERLEŞME BİRİMLERİNDE ENERJİ KORUNUMU **13**
3.1 Enerji Korunumunda Etkili Olan Değişkenler 13
3.1.1 Kullanıcıya ilişkin değişkenler 14
3.1.2 İklime ilişkin değişkenler 14
3.1.2.1 Dış iklime ilişkin değişkenler 14
2.1.2.2 İç iklime ilişkin değişkenler 15
3.1.3 Binaya ilişkin değişkenler 16
3.1.3.1 Binanın bulunduğu yer 17
3.1.3.2 Binanın yönlendiriliş durumu 17
3.1.3.3 Hacim organizasyonu 18
3.1.3.4 Bina aralıkları 19
3.1.3.5 Bina formu 19
3.1.3.6 Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri 20
3.2 Yerleşme Birimlerinde Enerji Korunumunun Gerekliliği 22
4. YERLEŞME BİRİMLERİNİN ENERJİ KORUNUMU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: HALKALI ÖRNEĞİ **25**
4.1 Yerleşme Birimine İlişkin Özelliklerin Belirlenmesi 25
4.1.1 Yerleşme biriminin bulunduğu yerin belirlenmesi 25

4.1.2 Yerleşme biriminin seçilmesi 27
4.1.3 Binaların yönlendiriliş durumu ve hacim organizasyonunun belirlenmesi 30
4.1.4 Bina aralıklarının belirlenmesi 30
4.1.5 Bina formunun belirlenmesi 30
4.1.6 Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin belirlenmesi 31
4.2 Yerleşme Biriminde Isıtma ve Soğutma Enerjisi Harcamalarının Hesaplanması 32
4.3 Yerleşme Birimine İlişkin Farklı Senaryoların Geliştirilmesi 36
4.3.1 Binaların yönlendiriliş durumuna ilişkin senaryoların geliştirilmesi (Senaryo 1) 36
4.3.2 Bina aralıklarına ilişkin senaryoların geliştirilmesi (Senaryo 2) 36
4.3.3 Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerine ilişkin senaryoların geliştirilmesi (Senaryo 3) 37
4.3.4 Binaların formuna ilişkin senaryoların geliştirilmesi (Senaryo 4) 38
4.4 Senaryolar İçin Isıtma Soğutma Enerjisi Harcamalarının Hesaplanması 38
4.4.1 Binaların yönlendiriliş durumuna ilişkin senaryoların ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının hesaplanması 38
4.4.2 Bina aralıklarına ilişkin senaryoların ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının hesaplanması 40
4.4.3 Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellierine ilişkin senaryoların ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının hesaplanması 41
4.4.4 Binaların formuna ilişkin senaryoların ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının hesaplanması 42
4.5 Mevcut Yerleşme Birimi ve Senaryoların Isıtma ve Soğutma Enerjisi Harcamaları Açısından Değerlendirilmesi 43
4.5.1 Mevcut Yerleşme Birimi ve Senaryoların Isıtma Enerjisi Harcamaları Açısından Değerlendirilmesi 43
4.5.2 Mevcut Yerleşme Birimi ve Senaryoların Soğutma Enerjisi Harcamaları Açısından Değerlendirilmesi 45
4.6. Yerleşme Birimine İlişkin Optimum Enerji Harcamalarını Sağlayan Senaryonun Geliştirilmesi 48
4.6.1 Mevcut Yerleşme Birimi ve Optimum Senaryonun Isıtma Enerjisi Harcamaları Açısından Değerlendirilmesi 48
4.6.2 Mevcut Yerleşme Birimi ve Optimum Senaryonun Soğutma Enerjisi Harcamaları Açısından Değerlendirilmesi 49
4.6.3 Mevcut Yerleşme Birimi ve Optimum Senaryonun Enerji Maliyeti Açısından Değerlendirilmesi 50
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 53
KAYNAKLAR 55
EKLER 59
ÖZGEÇMİŞ 75

KISALTMALAR

TOKİ **:** T.C. Başbakanlık Toplu Konut İdaresi
GYO **:** Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: TOKİ tarafından üretilen konutların üretim şekillerine göre sayıları..... 5
Çizelge 2.2 : Yıllara göre İstanbul'daki kapalı site sayıları. 11
Çizelge 4.1 : Bina kabuğuna ait katmanlaşma detayları ve toplam ısı geçirme katsayıları. 31
Çizelge 4.2 : Bloklara göre cephe saydamlık oranları. 32
Çizelge 4.3: Blokların mevcut durum ve senaryo 1 durumda yöneliş durumları. 36
Çizelge 4.4: Senaryolardaki dış duvar, döşeme ve çatı U değerleri. 38
Çizelge 4.5: Mevcut durum ve senaryolar için birim hacimdeki ısıtma enerjisi harcamaları ve oluşan değişimler. 43
Çizelge 4.6: Mevcut durum ve senaryolar için birim hacimdeki soğutma enerjisi harcamaları ve oluşan değişimler. 46
Çizelge 4.7: Bütün bloklar için optimum senaryoda kabul edilen durumlar. 48
Çizelge A.1: A-1 Blok enerji harcamaları. 61
Çizelge A.2: A-2 Blok enerji harcamaları. 61
Çizelge A.3: A-3 Blok enerji harcamaları. 61
Çizelge A.4: A-4 Blok enerji harcamaları. 61
Çizelge A.5: A-5 Blok enerji harcamaları. 62
Çizelge A.6: B-1 Blok enerji harcamaları. 62
Çizelge A.7: B-2 Blok enerji harcamaları. 62
Çizelge A.8: B-3 Blok enerji harcamaları. 62
Çizelge A.9: C-1 Blok enerji harcamaları 63
Çizelge A.10: C-2 Blok enerji harcamaları 63
Çizelge B.1: A-1 Blok enerji harcamaları. 64
Çizelge B.2: A-2 Blok enerji harcamaları. 64
Çizelge B.3: A-3 Blok enerji harcamaları. 64
Çizelge B.4: A-4 Blok enerji harcamaları. 64
Çizelge B.5: A-5 Blok enerji harcamaları. 65
Çizelge B.6: B-1 Blok enerji harcamaları. 65
Çizelge B.7: B-2 Blok enerji harcamaları. 65
Çizelge C.5: A-5 Blok enerji harcamaları. 68
Çizelge C.6: B-1 Blok enerji harcamaları. 68
Çizelge C.7: B-2 Blok enerji harcamaları. 68
Çizelge C.8: B-3 Blok enerji harcamaları. 68
Çizelge D.1: A-1 Blok enerji harcamaları. 70
Çizelge D.2: A-2 Blok enerji harcamaları. 70
Çizelge D.3: A-3 Blok enerji harcamaları. 70
Çizelge D.4: A-4 Blok enerji harcamaları. 70

Çizelge D.5: A-5 Blok enerji harcamaları. 71
Çizelge D.6: B-1 Blok enerji harcamaları. 71
Çizelge D.7: B-2 Blok enerji harcamaları. 71
Çizelge D.8: B-3 Blok enerji harcamaları. 71
Çizelge D.9: C-1 Blok enerji harcamaları. 72
Çizelge D.10: C-2 Blok enerji harcamaları. 72
Çizelge E.1: C-1 Blok enerji harcamaları. 73
Çizelge E.2: C-2 Blok enerji harcamaları. 73

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Yıllara göre Türkiye'deki yapı kooperatifi sayısı……. 8
Şekil 2.2 : İstanbul'da yerleşim birimlerinin yoğunlaştığı bölgeler……11
Şekil 4.1 : Yerleşme biriminin bulunduğu yer……26
Şekil 4.2 : Seçilen yerleşme biriminin çevresinin 2005 ve 2013 yıllarına ait hava fotoğrafları ……..…….. 26
Şekil 4.3: Vaziyet planı……. 27
Şekil 4.4 : A Blok normal kat planı……28
Şekil 4.5 : B Blok normal kat planı…… 28
Şekil 4.6 : C Blok normal kat planı…… 28
Şekil 4.7 : A blok ön cephe…… 29
Şekil 4.8 : B blok ön cephe……... 29
Şekil 4.9 : C blok ön cephe…… 29
Şekil 4.10 : Yerleşme biriminde yer alan konutların yönlendiriliş durumu…….. 30
Şekil 4.11 : Yerleşme birimindeki bloklar arası mesafeler…… 30
Şekil 4.12 : Yerleşme biriminin 1.etabının simulasyon programında oluşturulmuş modeli……..33
Şekil 4.13: Yerleşme biriminin 2.etabının simulasyon programında oluşturulmuş modeli…… 33
Şekil 4.14: 1. Etap ısıl zoneları…….. 34
Şekil 4.15: 2. Etap ısıl zoneları…….. 34
Şekil 4.16: Yerleşme birimindeki blokların birim hacimleri için ısıtmanın istendiği dönemdeki ısıtma enerjisi harcamaları (doğalgaz tüketimi, Wh)……... 35
Şekil 4.17: Yerleşme birimindeki blokların birim hacimleri için ısıtmanın istenmediği dönemdeki soğutma enerjisi harcamaları ……..…….35
Şekil 4.18: 21 Ocak günü 10.00-14.00 saatleri için gölge durumları……37
Şekil 4.19 : 21 Temmuz günü saat 10.00-14.00 için gölge durumları…….. 37
Şekil 4.20: Yönlendiriliş durumunun değişmesi durumunda bütün bloklar için ısıtma enerjisi harcamaları ……39
Şekil 4.21: Yönlendiriliş durumunun değişmesi durumunda bütün bloklar için soğutma enerjisi harcamaları……..... 39
Şekil 4.22: Binaların birbirini gölgelemediği durumda bütün blokların birim hacim için ısıtma enerjisi harcamaları…… 40
Şekil 4.23: Binaların birbirini gölgelemediği durumda bütün blokların birim hacim için soğutma enerjisi harcamaları…… 40
Şekil 4.24: Senaryo 3-a durumunda bütün bloklar için birim hacime düşen ısıtma enerjisi harcamaları…… 41
Şekil 4.25 : Senaryo 3 durumunda bütün bloklar için birim hacime düşen soğutma enerjisi harcamaları…… 41
Şekil 4.26: C Bloklar için balkonsuz durumda birim hacimdeki ısıtma enerjisi harcamaları…… 42
Şekil 4.27: C Bloklar için balkonsuz durumda birim hacimdeki ısıtma enerjisi harcamaları…… 42

Şekil 4.28 : Mevcut durum ve senaryolar için ısıtma enerjisi harcamaları…… 44
Şekil 4.29 : Mevcut durum ve senaryolar için soğutma enerjisi harcamaları…… 45
Şekil 4.30 : Yerleşme biriminin mevcut durumu ve belirlenen optimum durum için ısıtma enerjisi harcamaları ……49
Şekil 4.31: Yerleşme biriminin mevcut durumu ve belirlenen optimum durum için soğutma enerjisi harcamaları…… 49
Şekil 4.32: Bloklara göre ısıtma enerjisi maliyetleri…… 50
Şekil 4.33: Bloklara göre soğutma enerjisi maliyetleri…… 50
Şekil 4.34: Bloklara göre ısıtma ve soğutma enerjisi maliyetleri toplamı…… 51

YERLEŞME BİRİMLERİNİN ENERJİ KORUNUMU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: HALKALI ÖRNEĞİ

ÖZET

Dünyadaki enerji kaynaklarının azalması ve buna karşın enerji ihtiyacının artması sonucunda mevcut enerjinin verimli kullanılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması önem kazanmıştır. Son yıllarda atmosferde insan faaliyetlerinden kaynaklanan hızlı bir ısınma görülmektedir. Bunun nedeni sera gazlarının atmosferdeki birikimlerinin hızlı bir şekilde artmasıdır. Önemli bir sera gazı olan karbondioksitin salımının büyük bir kısmı binalardan kaynaklanmaktadır.

Bina içerisinde kullanıcıların gereksinmeleri karşılanırken çevrenin sürdürülebilirliği sağlanmalıdır. İnsan aktivitelerinin çevreye olumsuz etkisinin azaltılmasında enerji açısından sürdürülebilirlik oldukça etkilidir. Bu konuda yapılabileceklerden biri de binalarda enerji tüketiminin azaltılmasıdır. Tüketilen enerjinin miktarı binanın kullanıcı gereksinmelerinin ne kadarını pasif olarak karşılayabildiğine bağlı olarak değişir. Pasif olarak mimarın kontrolü altında olan binaya ilişkin değişkenler; binanın bulunduğu yer, yönlendiriliş durumu, bina aralıkları, bina formu, hacim organizasyonu, bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri olarak sıralanabilir. Pasif olarak doğru tasarlanmış bir binada iklimsel konfor koşullarına ulaşabilmek, dolayısıyla enerji kullanımını da azaltmak olanaklıdır.

Türkiye genelinde ve İstanbul'da özellikle kapalı yerleşim şeklindeki yerleşme birimlerinin son yıllarda arttığı görülmektedir. İstanbul'da hızlı nüfus artışı ve buna bağlı olarak konut ihtiyacının artması ile çoğunlukla kent çeperinde bu tür yerleşimler hızlı bir şekilde çoğalmaktadır. Ancak, bu konutlar hızlı üretime bağlı olarak, inşa edildikleri yerin iklimsel ve fiziksel özelliklerine bakılmaksızın tip proje yöntemi ile yapılmaktadır. Sadece sayısal üretime dayalı bu uygulama, konutların işletim sürecinde birçok soruna neden olarak hem enerji maliyeti hem de kullanıcı sağlığı açısından olumsuz koşullar yaratabilmektedir.

Günümüz teknolojisi sayesinde iklim koşullarını ve bina özelliklerini bilgisayar programları aracılığıyla simüle ederek enerji tüketimi ve harcamalarını azaltan enerji verimli binalar inşa etmek mümkün olmaktadır. Bu çalışmada İstanbul Halkalı'da inşa edilmiş iki etaplı bir yerleşim birimi ele alınmış ve ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları Autodesk Ecotect Analysis simülasyon programı ile değerlendirilmiştir. Öncelikle yerleşme biriminde yeralan binaların ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları simülasyon programı ile hesaplanmıştır. Çalışmanın devamında ise yerleşim birimi için farklı tasarım senaryoları geliştirilerek her senaryonun mevcut durum ile karşılaştırması yapılmıştır. Söz konusu senaryolar üzerinden enerji korunumu açısındanoptimum duruma ulaşılmaya çalışılmış ve son olarak optimum

durum ve mevcut durum için ısıtma ve soğutma enerjisi maliyetleri hesaplanarak karşılaştırmalar yapılmıştır.

Sonuç olarak; yerleşme birimi tasarımında bina aralıkları, bina formu, bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri gibi tasarım değişkenlerinin ısıtma ve soğutma enerjisi korunumu açısından önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Yerleşme biriminin mevcut durumuna ve geliştirilen senaryolara ait ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarına bakıldığında, tasarım aşamasında binalarda pasif önlemler alınarak enerji korunumunun sağlanabileceği görülmektedir.

EVALUATION OF ENERGY PRESERVATION IN SETTLEMENT UNITS: THE CASE OF HALKALI

SUMMARY

Efficient use of available energy and utilization of renewable energy sources has gained importance as a result of decrease in world energy sources and conversely increase in need for energy. In recent years, a rapid warming in the atmosphere caused by human activities has been seen. This is because of the rapidly increasing accumulation of greenhouse gases in the atmosphere.

Energy sustainability is highly effective in reducing the negative environmental impact of human activities. Environmental sustainability should be ensured while meeting the needs of users in the building. One thing that can be done in this regard is the reduction of energy consumption in buildings . The amount of the consumed energy varies depending on how much of user requirements the building can meet passively.

The variables of built environment which are passively under the architect's control can be listed as follows; location of building, orientation, distance between buildings, form of building, spatial organization, optical and thermophysical properties of building envelope. Selection of building's location for optimized climate impacts minimizes heating, climatization needs and energy consumptions. Building orientation affects heat gain and loss as well as natural ventilation possibilities since solar radiation and wind intensity change due to direction. Distance between buildings is a design variable which determines the amount of direct solar radiation, speed and direction of air movement the building gets. Form of building determines the level of benefition or protection of building from environmental factors. Spatial organization gains importance in regulating benefition from heating effect of solar radiation according to occupancy period and purpose of space. Building envelope is an important component in preserving heating and cooling energy as it is the part which interacts the most with the external environment of the building. Building envelope consists of many different combinations since it contains many different components such as roof, exterior walls, windows and slab on ground or projecting floors. It is possible to achieve climatic comfort conditions ergo reducing energy use in passively correct designed building.

The reason that buildings are comsuming 35% of Turkey's energy, makes taking precautions to reduce energy consumptions of buildings a necessity. Increase in settlement especially in the form of gated community has been seen overall Turkey and Istanbul in recent years.

Development of housing units in Turkey, takes place in two forms depending on the manufacturer. These are housing space manufacturing done by government and by private sector. Production of housing units done by the government starts with "Türkiye Emlak Kredi Bankası" and it continues with "Toplu Konut İdaresi Başkanlığı" and local administrations nowadays. Emlak Bankası is the first corporation to loan money in exchange for better equity. "Türkiye Emlak ve Kredi Bankası" provides mortgage loan for individuals and cooperatives besides direct applications, 60 thousand people in total has benefited from this mortgage loan between years of 1991-1995.

"Toplu Konut ve Kamu Ortaklığı İdaresi Başkanlığı" (TOKI) is founded in 1984 by the government to provide a solution for housing and urbanization problems caused by rapid population growth and urbanization in Turkey. TOKI is a corporation which operates in building many variety of structures such as housing, hospital, school and infrastructure. Its operations which are directly housing related can be listed as housing production, profit sharing projects and transformation projects.

As for first examples of private sector enterprises, they are introduced as housing cooperatives. Share of cooperatives in housing manufacturing starts to decrease as build and sell together type of production following with private mass housing companies and real estate investment partnerships become more operative in housing manufacturing. Economical groups which have formed housing structure cooperatives in solidarity and cooperation to address the need for housing belong mostly to middle and low income levels. It is hard to mention urban accessories transpired through end product in build-and-sell together type manufactured housing productions, because these structures are built as singular in land scale. Local administration is responsible for all accessories and infrastructure operations. Real estate investment trusts can be established temporarily or indefinitely to invest in temporary and certain fields to materialize a certain project. Difference between real estate investment trusts and mass housing companies is that real estate investment trusts are not housing oriented, but they rather operate in profitable construction works.

As for evaluating housing units in Istanbul, rapid growing is seen especially on urban fringe because of increase in demand for housing estates depending on changes in central and local administration policies, security factors and projects with big capitols. Construction sector is on the rise in Istanbul, after year of 2000. Key factors in this growth are; central and local administrations making way for private sector investments by providing flexibility, emerging of big real estate developers and TOKI gaining various authorizations regarding mass housing production. Due to rapid population growth in Istanbul and consequent housing needs the number of housing units mostly in city perisphery is multiplying quickly. However, these housing units are built regardless of climatic and physical properties of their location due to rapid production. This application which is based on only numerical production may produce unfavorable conditions for both energy costs and user health since they cause many problems during operation phase of housing units.

65% of the energy used in buildings goes to heating, cooling and ventilation. Therefore, reducing heating and cooling load has a great potential to save energy.

Today's technology makes it possible to build energy efficient buildings that reduce enegy consumption and spendings through simulating climate conditions and building features via computer programs. In this study, heating and cooling energy loads of a two-stage settlement built in Istanbul, Halkalı have been examined using the Autodesk Ecotect Analysis simulation program. The project simulated on the study includes 1121 housing units. Firstly, the settlement is analyzed regarding shading conditions caused by buildings. Then, heating and cooling loads of the blocks were calculated through the simulation programme and comparisons between the loads of blocks have been held. As study continues, different design scenarios for housing units are developed and comparison of every scenario with current state is done. Attempts to attain energy sustainability-wise optimum state through these scenarios are made and lastly, heating and cooling energy costs for both optimum state and current state are done as well as their comparisons with each other.

To conclude, new settlement units are supposed to designed in energy efficient way. When architects design a project, they are supposed to consider variables about distance between buildings, building envelope and spatial organization with regard to conservation of energy efficiently. It will be possible to design energy efficient settlement units in Turkey through obligating energy efficient applications by regulations and standards, raising awareness of people and encouragement. As heating and cooling consumptions of current state and developed scenarios are examined, they show that passive precautions for buildings taken during design process can provide energy sustainability.

1. GİRİŞ

Dünyada artan nüfus, sanayileşme ve gelişen teknoloji sonucu fosil yakıt tüketiminin artması ile sera gazı emisyonu da artmaktadır. Sera gazları, yeryüzüne ulaşan güneş ışınlarının yansıdıktan sonra atmosferden çıkmasına engel olmaktadır. Atmosferdeki sera gazı miktarının tolere edilemeyecek boyutlara ulaşması sonucunda sıcaklık artmakta, küresel ısınma denilen bu olayla ekolojik denge bozulmaktadır. Önemli bir sera gazı olan karbondioksitin atmosferdeki güvenli yoğunluğu 1980'lerin sonuna doğru aşılmıştır [1].

Atmosfere salınan karbondioksitin önemli bir kısmının kaynağını binalarda kullanılan kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtların oluşturması nedeniyle binalarda enerji tüketimini azaltacak çevresel önlemlerin alınması önem kazanmaktadır.

Türkiye'de son yıllarda üretilen sınırlı sayıda bina dışında, binaların tasarım aşamasında enerji korunumu açısından düşünülmediği ve bu doğrultuda kararlar alınmadığı için kullanım aşamasında fazla enerji tükettiği görülmektedir. Binaların kullanım sürecinde tüketilen toplam enerjinin büyük bir kısmını ısıtma ve soğutma enerjisi meydana getirmektedir. Bu nedenle binaların tasarım aşamasında ısıtma ve soğutma enerjisi korunumunda etkili olan çeşitli değişkenler önem kazanmaktadır. Binalar küresel ısınma ve enerjinin tüketiminde büyük bir paya sahiptir. Binalarda enerji korunumunu artırmaya yönelik olarak alınacak önlemler, enerji ihtiyacını azaltabilecek, çevre kirliliğinin artmasını engelleyebilecek, sera gazlarının atmosferdeki yoğunluğunu azaltabilecek ve doğal kaynakların korunmasını sağlayabilecektir. Bu çalışmanın temel amacı, konutlarda ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin azaltılabilmesinde etkili olan değişkenlerin ortaya konması ve bu değişkenlerin etkilerinin bir uygulama çalışması ile belirlenmesidir.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde ele alınan sorun ortaya konulmakta ve çalışmanın amacı, kapsamı ve yöntemi açıklanmaktadır. İkinci bölümde Türkiye'de ve İstanbul'da yerleşme birimlerinin gelişim süreci; üretim şekli

ve üreticiler açısından incelenmektedir. Üçüncü bölümde yerleşme birimlerinde enerji korunumunda etkili olan değişkenler ve enerji korunumunun gerekliliği ele alınmaktadır. Dördüncü bölümde İstanbul Halkalı'da yer alan bir yerleşme birimi enerji korunumunda etkili olan değişkenler açısından incelenmekte ve ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları geliştirilen senaryolar ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmektedir. Senaryoların değerlendirilmesi sonucu bir optimum durum oluşturulmakta ve mevcut durum ile karşılaştırması yapılmaktadır. Son olarak mevcut durum ve optimum durum için ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları hesaplanmaktadır. Beşinci bölümde ise elde edilen sonuçlar tartışılmakta ve yapılan değerlendirme sonucunda geliştirilen öneriler sunulmaktadır.

2. YERLEŞME BİRİMLERİNİN GELİŞİM SÜRECİ

Bu bölümde yerleşme birimlerinin gelişim süreci öncelikle Türkiye'de, sonrasında ise İstanbul'da olmak üzere anlatılmaktadır.

2.1 Türkiye'de Yerleşme Birimlerinin Gelişimi

1950'lerde başlayan kente göç ile Türkiye'de özellikle İstanbul, Ankara ve İzmir'de nüfus hızlı bir şekilde artmış, buna bağlı olarak konut sayısında açık ortaya çıkmıştır. Yerleşme birimleri toplu konut olarak ilk kez 1967 yılında İkinci Beş Yıllık Plan'da sunulmuştur [2]. Bu dönemde toplu konut üretimine başlayanlar özel sektör ve yerel yönetimler olmuştur.

Türkiye'de yerleşme birimlerinin gelişimi de üreticisine göre iki şekilde meydana gelmiştir. Bunlar devlet ve özel sektör tarafından yapılan yerleşme birimi üretimidir.

2.1.1 Devlet tarafından yerleşme birimi üretimi

Eski adıyla İmar ve İskan Bakanlığı (bugün Çevre ve Şehircilik Bakanlığı), Devlet Planlama Teşkilatı, Türkiye Emlak ve Kredi Bankası, Toplu Konut İdaresi Başkanlığı ve yerel yönetimler, konut politikaları ve üretiminde etkili olmuşlardır.

Türkiye Emlak Kredi Bankası ile başlayan devlet tarafından yerleşme birimi üretimi, günümüzde Toplu Konut İdaresi Başkanlığı ve yerel yönetimler ile devam etmektedir.

2.1.1.1 Türkiye Emlak ve Kredi Bankası

Türkiye Emlak ve Kredi Bankası, 1980'li yıllara kadar, ülkemizde konut dendiğinde akla gelen tek devlet bankası olmuştur [2].

Türkiye Emlak ve Kredi Bankası 1926 yılında konut üretmek amacı ile Emlak ve Eytam Bankası olarak kurulmuştur. Emlak ve Eytam Bankası gayrimenkul ipoteği karşılığında borç para veren ilk kurum olmuştur. Banka, 1946 yılında çıkarılan bir yasa ile statüsünü değiştirmiş ve Türkiye Emlak ve Kredi Bankası adını almıştır.

1947 yılında Türkiye Emlak ve Kredi Bankası 1. Levent konut yerleşmesini ve ardından sırası ile 2., 3. ve 4. Levent yerleşmelerini hayata geçirmiştir [3]. 1953 yılından1988 yılına kadar banka, Ankara Yenimahalle, İstanbul Koşuyolu ve Ataköy konutlarının da içinde bulunduğu pekçok önemli uygulama gerçekleştirmiştir. Türkiye Emlak ve Kredi Bankası doğrudan uygulamalar dışında bireylere ve kooperatiflere konut kredisi sağlamış, 1991-1995 yılları arasında toplam 60 bin kişiye konut kredisi vermiştir [2].

Banka, 90lı yıllarda İstanbul-Ataköy, Ataşehir, Bahçeşehir, Mimaroba, Sinanoba, Ankara-Bilkent, Elvankent, Konutkent, İzmir-Gaziemir, Mavişehir gibi projeleri yapmıştır. Kurumun gerçekleştirdiği büyük ölçekli projelerden en öne çıkanlar, bulundukları bölgelerin gelişimini sürdürdüğü İstanbul-Ataşehir ve Bahçeşehir projeleridir.

Türkiye Emlak ve Kredi Bankası'nın 2001 yılında kapatılmasıyla bu bankanın bankacılık dışındaki tüm faaliyetleri TOKİ'ye aktarılmıştır [4].

2.1.1.2 Toplu Konut İdaresi Başkanlığı (TOKİ)

Toplu Konut ve Kamu Ortaklığı İdaresi Başkanlığı (TOKİ) 1984 yılında devlet tarafından, Türkiye'de yaşanan hızlı nüfus artışı ve kentleşme nedeniyle oluşan konut ve kentleşme sorunlarının çözülmesi amacıyla kurulmuştur [5]. Aynı zamanda Toplu Konut Kanunu ile özerk Toplu Konut Fonu oluşturulmuştur. 1990 yılında kurum, Toplu Konut İdaresi Başkanlığı ve Kamu Ortaklığı İdaresi Başkanlığı olmak üzere ikiye ayrılmıştır. 2004 yılında ise kurumun gecekondu dönüşüm çalışmalarına katılımını kolaylaştırmak amacıyla düzenlemeler yapılmıştır. Bu düzenlemeler ile TOKİ'ye gecekondu dönüşüm projeleri geliştirme, inşaat uygulama ve finansman düzenleme yetkileri verilmiştir. Ayrıca kuruma kısmen imar planları yapabilme yetkisi de kazandırılmıştır [4].

TOKİ konut, hastane, okul ve altyapı gibi birçok farklı alanda inşaat yapan ve yaptıran bir kurumdur. Ürünü konut olan faaliyetleri, doğrudan konut yapımı, gelir paylaşım modelli projeler ve dönüşüm projeleri şeklindedir.

- Doğrudan konut yapımı

TOKİ doğrudan konut üretimini dar ve orta gelir grubuna yönelik konutlar, alt-yoksul gelir grubuna yönelik konutlar, afet konutları, tarım-köy konutları olmak üzere dört farklı şekilde yapmaktadır.

TOKİ, Türkiye'de 2014 yılına kadar 250.338 adet dar ve orta gelir grubuna yönelik konut, 144.336 adet alt-yoksul gelir grubuna yönelik konut, 37.842 adet afet konutu, 5.584 adet tarım-köy konutu olmak üzere doğrudan konut yapımı olarak toplam 438.100 konut üretmiştir [6]. Çizelge 3.1'de konut üretim şekillerine göre TOKİ tarafından üretilen konut sayısı görülmektedir.

Çizelge 2.1: TOKİ tarafından üretilen konutların üretim şekillerine göre sayıları.

Konut üretim şekli		**Konut Sayısı**
Doğrudan konut yapımı	Dar ve orta gelir grubuna yönelik konutlar	250.338
	Alt-yoksul gelir grubuna yönelik konutlar	144.336
	Afet konutları	37.842
	Tarım-köy konutları	5.584
	Toplam	**438.100**
Gelir paylaşım modelli projeler	Kaynak geliştirme (TOKİ)	19.279
	Kaynak geliştirme (EGYOve EPPY)	70.459
	Toplam	**89.738**
Dönüşüm projeleri	Gecekondu dönüşüm	90.403
	Toplam	**618.241**

- Gelir paylaşım modelli projeler

Gelir paylaşım modelli projeler TOKİ tarafından kaynak geliştirme projeleri olarak adlandırılmaktadır. Bu tür projeleri TOKİ tek başına gerçekleştirebildiği gibi, Emlak Konut Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı ve Emlak Pazarlama ve Proje Yönetimi ile birlikte de çalışmalar yapmaktadır. Kaynak gelişirme projeleri daha çok İstanbul ve Ankara gibi büyük şehirlerde yapılmaktadır. TOKİ, kaynak geliştirme projeleri ile doğrudan konut yapımı projelerine gelir sağlamayı amaçlamaktadır. Bu nedenle kaynak geliştirme projelerinin hedef kitlesi orta ve üst gelir grubudur. Çizelge 3.1'de görüldüğü gibi toplam 89.738 konut kaynak geliştirme amacıyla üretilmiştir.

- Dönüşüm projeleri

Toplu Konut İdaresi, gecekondu bölgelerinin tasfiye ve dönüşümüyle ilgili altyapı hizmetlerinin verileceği yeni iskan alanlarını yaratma, konut inşaatları için ihtiyaç duyulacak finansmanı temin etme görevini üstlenmiştir. TOKİ, Gecekondu Dönüşüm Projeleri'ni genel olarak iki farklı şekilde yürütmektedir. Bu çalışmalardan ilki, hak sahiplerinin idare tarafından yaptırılan bir başka alandaki konutlara taşınması ikincisi ise yerinde dönüşüm şeklindedir. Yerinde dönüşüm modelinde ilgili bölgede mevcut yaşayanlar boşaltılarak, konutlar tamamlanana kadar hak sahiplerine belediye tarafından geçici kalacak yer temin edilmektedir [7]. 2014 yılına kadar toplam 90.403 adet konut, gecekondu dönüşüm projesi kapsamında yeralmıştır.

2.1.2 Özel sektör tarafından yerleşme birimi üretimi

Özel sektör girişimlerinin ilk örneklerini konut kooperatifleri oluşturmaktadır. Kooperatiflerle birlikte yap-sat modelli üretim, sonrasında ise, özel toplu konut şirketleri ve gayrimenkul yatırım ortaklıklarının konut üretiminde daha etkin olmasıyla birlikte kooperatiflerin konut üretimindeki payı düşmeye başlamıştır.

2.1.2.1 Konut kooperatifleri

Kooperatifler, kişilerin ortak ekonomik sosyal ve kültürel ihtiyaç ve isteklerini demokratik olarak kontrol edilen bir işletme yoluyla sağladıkları gönüllülük ile kurulan özerk teşkilatlardır [8].

Konut sahibi olmayı hedefleyen, planlayan, fakat konut sahibi olmak için gerekli finansmana sahip olmayanların başvurduğu yollardan biri kooperatifçilik sistemi ile konut edinmektir. Dayanışma ve iş birliği içindeki konut ihtiyacını karşılamak üzere kurulan konut yapı kooperetiflerini oluşturan ekonomik gruplar daha çok orta ve alt grup gelir seviyesine sahip kişilerdir. %68'lik bir payla ülkemizdeki en yaygın kooperatif türü olarak karşımıza çıkan konut yapı kooperatifleri, konut sektörü içerisinde önemli bir yere sahiptirler [9]. Bu kooperatiflerin konut üretimindeki payı;

- Ülkenin içinde bulunduğu sosyal ve ekonomik koşulların elverişliliğine,
- İnşaat sektörünün ekonomi içindeki payına,
- Devletin ve ilgili kurumların toplu konut arsa ve kredi desteğine

bağlı olarak yıllar içinde değişiklik göstermiştir.

Konut kooperatifçiliğinin doğmasına yol açan nedenler şu şekilde sıralanabilir:

- Konut maliyetinin yüksek olması
- Arsa ve konut fiyatları ile kiraların sürekli artış göstermesi
- Konut üretimi faaliyetlerinin bireylerin finans ve organizasyon gücünü aşması

Kooperatifçilik, yapsatçılığa alternatif olarak gelişmiş, öncelikle Ankara'nın bürokratları ve memurları arasında, daha sonra toplumun daha geniş kesiminde yayılmıştır. Cumhuriyet dönemindeki ilk konut kooperatifi denemesi olan Ankara'daki Bahçelievler Kooperatifi 1934 yılında kurulmuştur [2]. Bu kooperatif Ankara'da evi olmayan memurları ve benzer durumdaki vatandaşları konut sahibi yapmayı amaçlamıştır. Bahçelievler Kooperatifi 150 konutluk bir üretim yapmıştır. Bundan sonra yasal düzenlemeler yetersiz kaldığı için yapı kooperatifçiliğinde büyük bir ilerleme görülememiştir.

Kooperatiflere ait ilk yasa 1969 yılında çıkartılan, 1163 sayılı Kooperatifler Kanunu olmuştur. Bu kanunu takiben konut kooperatifçiliği gelişmeye başlamıştır.

Konut kooperatifleri 1950 yılına kadar yalnızca Emlak ve Eytam Bankası kredileri ile desteklenmiştir. 1950-1980 yılları arasında ise SSK ve diğer sosyal güvenlik kurumlarından da kredi desteği sağlanması ile konut kooperatifleri önem kazanmıştır. Toplu Konut Fonu'nun kredi sağlaması kooperatifçilik açısından önemli bir gelişme olmuştur. İdare, 1984-1987 yılları arasında fon imkanlarını kullanarak, kooperatiflere yoğun kredi desteği vermiştir.

1980 yılına kadar kooperatiflerin yıllık konut üretimindeki payı %10'un altında kalırken 1980-1995 yılları arasında bu oran %25'e yükselmiştir [2]. Bu yükselişin nedeni 1981 ve 1984 yıllarında çıkartılan toplu konut yasaları ve bu yasaların işletilmesi olmuştur. Payları %36'ya kadar çıkan konut kooperatifleri 2000li yıllara kadar sektör içindeki önemini korumuştur [10]. Şekil 3.1'de Türkiye'deki yapı kooperatiflerinin yıllara göre sayıları görülmektedir.

İlk kurulduğu dönemde alt ve orta gelir grubunun dayanışma ve krediler yolu ile standart düzeyde konut edinebildiği kooperatifler, ürettikleri konut yelpazesini büyütmüşler, hedef kitlelerini de orta üst ve üst gelir grubuna yönlendirmişlerdir [3].



Şekil 2.1 : Yıllara göre Türkiye'deki yapı kooperatifi sayısı.

2.1.2.2 Yap-sat modelli üretim

Yap-satçı konut üretim biçimi Türkiye'de 1950'lerde ortaya çıkmıştır. 1965'ten sonra ise 'Kat Mülkiyeti Kanunu' ile üretim biçiminde hızlı bir artış gözlenmiştir. Ayrıca kent nüfusunun artması ve konut açığı, kentsel arsanın değer kazanarak tek bir ailenin karşılayamayacağı maliyet oluşturması da artışın sebeplerindendir. Yap-sat usulüyle yapılan konutlar, küçük girişimciler tarafından yapılır. Genellikle inşaatı gerçekleştiren ve planlayan müteahhitler, mimarlar veya inşaat mühendisleridir.

Yap-sat modeliyle üretilmiş konutlarda ürünle birlikte ortaya çıkmış kentsel donatılardan sözetmek zordur. Çünkü bu yapılar arsa ölçeğinde tekil olarak üretilmişlerdir. Tüm donatı ve altyapı işleri yerel yönetimlerin yükümlülüğündedir.

2.1.2.3 Özel toplu konut şirketleri

Toplu konutlar, büyük konut toplulukları halinde üretilen, altyapısıyla birlikte oluşturulan yerleşme birimleri olarak tanımlanmaktadır [2], [11]. Toplu konut projelerinde tamamen yeni yaşam alanları oluşturulduğu için büyük ölçekte alanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Toplu konut şirketleri büyük alanlara en az maliyet ile sahip olmak için genellikle şehir merkezinden uzak henüz altyapısı oluşturulmamış alanlara yönelmektedirler [12]. Bu nedenle de şehir içinde, değeri yüksek arsalar yerine şehirden uzak büyük ve henüz altyapısı olmayan arsalar alır. Bu arsalar, şehrin yerleşilmiş alanlarından uzakta yeralırlar.

Büyük miktarlarda üretimin yarattığı çok sayıda konut için yap-sat modeli ve kooperatiflerdeki gibi hazır bir alıcı potansiyeli olmadığından girişimcinin elindeki ürünü pazarlaması gerekmektedir. Bu pazarlamanın büyük kitlelere ulaşabilmesi için

de ürünün farklı insan profillerine ve gelir gruplarına hitap edebilecek çeşitlilikte olması gerekmektedir. Toplu konutlarda farklı konut tipleriyle karşılaşılmaktadır ancak çoğunlukla apartman blokları şeklinde üretilmektedir [13].

Konut üretiminde kısa zamanda işi tamamlamak ekonomik açıdan avantaj sağladığı için gelişmiş yapı teknikleri ve teknoloji kullanılmaktadır. Malzemede standartlaşma ve lüks malzemenin daha az kullanımı görülmektedir.

1980li yılların başında Toplu Konut Kanunu'nun kabul edilmesiyle birlikte kooperatiflerin büyük bir bölümü üretimlerini toplu konutlara kaydırmaya başlamışlardır. Bu dönemden sonra özel girişimciler çok büyük miktarlarda konut üretimlerine girmişlerdir. Bunların önemlileri 1536 konutluk Soyak Göztepe sitesi, 440 konutluk STFA Kozyatağı siteleri sayılabilir [14].

2.1.2.3 Gayrimenkul yatırım ortaklıkları (GYO)

Konut üretiminde rol alan bir diğer özel sektör girişimi olan gayrimenkul yatırım ortaklığı ise, gayrimenkule dayalı projelere ve gayrimenkule dayalı sermaye araçlarına yatırım yapan özel bir portföy yönetim şirketi tipi olarak tanımlanmaktadır. Gayrimenkul yatırım ortaklıkları belirli bir projeyi gerçekleştirmek için süreli, belirli alanlarda yatırım yapmak için süreli veya süresiz olarak kurulabilir. Gayrimenkul yatırım ortaklıkları,

- Bir alışveriş merkezi gibi belirli bir projeyi gerçekleştirmek için süreli,
- Turizm ve sağlık gibi belirli alanlarda yatırım yapmak amacıyla süreli veya süresiz,
- Belirli bir proje veya yatırım alanına yatırım yapmak için sınırlama olmaksızın, süreli veya süresiz

olarak kurulabilir.

Türkiye'de gayrimenkul yatırım ortaklıklarının kurulabilmesi için gerekli olan ilk yasal düzenleme Sermaye Piyasası Kurulu tarafından 1995 yılında gerçekleştirilmiştir. Bu tarihten sonra yasanın çıkmasıyla öncelikle büyük inşaat şirketleri gayrimenkul yatırım ortaklığına (GYO) dönüşmüştür. Türkiye'de 2014 yılı itibariyle 32 tane GYO bulunmaktadır [15].

Gayrimenkul yatırım ortaklıklarının toplu konut şirketlerinden farkı konut odaklı olmamaları, kar getirecek inşaat işlerine (alışveriş merkezi, iş merkezi, vb.)

girmeleridir. Ayrıca, farklı işlevlerdeki yapıları da biraraya getiren projeler yapmaktadırlar. GYO'ların projelerinin çoğunluğu İstanbul ve Ankara başta olmak üzere büyük şehirlerde gerçekleşmektedir. İstanbul'da gayrimenkul yatırım ortaklıkları tarafından yapılan konut projeleri Bahçeşehir, Beylikdüzü, Büyükçekmece, Göktürk ve Halkalı semtlerinde yoğunlaşmaktadır [13].

2.2 İstanbul'da Yerleşme Birimlerinin Gelişimi

İstanbul'da yerleşme birimlerinin yıllar itibari ile gelişimi değerlendirildiğinde; 1960 yılından başlayarak Türkiye Emlak ve Kredi Bankası tarafından yapılan Ataköy, Bahçeşehir ve Ataşehir projelerinin, büyük yerleşme birimlerinin şehrin bu bölgelerinde gelişmeye başlamasına yol açtığı görülmektedir. Bu alanlar kentsel gelişimlerini sürdürmektedir.

1965 yılında çıkan kat mülkiyeti kanunu ile yap-satçı konut üretiminin hızlandığı görülmektedir. Bu durum özellikle Anadolu yakasında demir yolu ve sahil boyunda Kadıköy Bostancı'ya kadar olan kesimde bahçeli konutların yerini apartman bloklarının almasına neden olmuştur. Avrupa yakasında ise aynı durum Bakırköy ve Zeytinburnu'nda oluşmuştur.

1980'li yıllara kadar İstanbul'da orta ve üst gelir grubuna ait insanların konut tercihlerinin boğaz sırtları ve lüks semtlerdeki apartman blokları oluştururken, 1980 sonrasında bu tercihlerde çeşitli faktörlerin etkisiyle değişimlerin olduğu görülmektedir [16]. Bu faktörlerin başlıcaları;

- Merkezi ve yerel yönetim politikalarındaki değişimler,
- Güvenlik faktörleri,
- Büyük sermayeli konut projelerine bağlı olarak lüks konut sitelerine olan talep artışı
- Çeşitli kanallar yoluyla yeni yaşam tarzlarının benimsetilmesi

olarak sıralanmaktadır.

Boğaz sırtlarında yapılaşmaya 1983 yılında yürürlüğe giren 2960 sayılı Boğaziçi kanunu ile izin verilmesi arazi değerinin yüksek olduğu bu bölgede apartman bloklarının yerini lüks konut siteleri almaya başlamıştır [17].

1986 yılından itibaren inşaatı başlayan ve 1988 tarihinde tamamlanan İkinci köprü ile TEM otoyolunun yapımı ve gelişimine paralel bir şekilde Kemerburgaz ve Göktürk semtleri gelişmeye başlamıştır [18].

İstanbul'da 1990'larla birlikte ortaya çıkan kapalı yerleşme birimlerinin gelişimi 1999 Marmara Depremi sonrası hız kazanmıştır [19]. Kapalı yerleşme birimlerinin yıllar içindeki gelişimi Çizelge 2.2'de görülmektedir. 1991-1995 arasında inşa edilen kapalı yerleşme birimi sayısı 7, 1996-2000 arasında 22 olurken, 2001-2005 yılları arasında ise bu sayı 48 olmuştur. 2005 yılından günümüze inşa edilmiş ve edilmekte olan yaklaşık 460 kapalı yerleşme birimi daha bulunmaktadır [20].

Çizelge 2.2 : Yıllara göre İstanbul'daki kapalı site sayıları.

	Kent merkezi	**Kent çeperi**	**Toplam**
1991-1995	5	2	7
1996-2000	14	8	22
2001-2005	10	38	48
2006-2010	45	209	254
2011-2014	40	165	205

İstanbul'da 2000 yılı sonrası inşaat sektörü yükselişe geçmiştir. Bu yükselişte, merkezi ve yerel yönetimin esneklikler sağlayarak özel sektörün yatırımlarının önünü açması, büyük emlak geliştiricilerinin ortaya çıkması ve TOKİ'nin toplu konut üretimine dair çeşitli yetkiler elde etmesi etkili olmuştur [21].



Şekil 2.2 : İstanbul'da yerleşim birimlerinin yoğunlaştığı bölgeler.

Günümüzde İstanbul'da kapalı yerleşme birimlerinin yer seçimine bakıldığında, Şekil 3.2'de görüldüğü gibi, özellikle kuzey ormanları içinde yer alan Çekmeköy, Göktürk, Zekeriyaköy, Kavacık, Sultanbeyli, Beylikdüzü, Bahçeşehir ve Halkalı gibi semtlerde yoğunlaştığı görülmektedir [22]. Bu yoğunlaşmanın çevresel etkileri şöyledir;

- Kentin kuzeyinde bulunan ve ekolojik açıdan hassas olan orman alanları, su havzaları gibi bölgeler yapılaşmaya açılmaktadır.
- Arazinin düşük yoğunluklu kullanımına bağlı olarak arazi tüketimi ortaya çıkmaktadır.
- Bu bölgelere ulaşım motorlu karayolu taşıtlarına bağımlı olduğundan ekolojik açıdan zararlı etkileri görülmektedir [23].

3. YERLEŞME BİRİMLERİNDE ENERJİ KORUNUMU

Son yıllarda atmosferde insan faaliyetlerinden kaynaklanan hızlı bir ısınma görülmektedir. Bunun nedeni sera gazlarının atmosferdeki birikimlerinin hızlı bir şekilde artmasıdır. Bu nedenle sera gazlarının salımının azaltılması önem kazanmıştır.

Dünyadaki fosil enerji rezervlerinin azalması ve enerjiye olan talebin artması sonucu yenilenebilir enerjilerin kullanımı ve mevcut enerjinin etkin bir şekilde tüketimi önem kazanmaktadır. Önemli bir sera gazı olan karbondioksitin emisyonu Türkiye'de 1990-2011 yılları arasında yaklaşık olarak %140 artış göstermiştir [24].

Türkiye'de enerji harcamasının %35 lik bir kısmına binaların neden olması, binalarda enerji tüketimini azaltacak önlemlerin alınmasını gerekli kılmaktadır. Binalarda kullanılan enerjinin %65lik bir kısmı ise ısıtma, soğutma ve havalandırma için kullanılmaktadır. Bu nedenle ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının azaltılması büyük bir enerji tasarrufu sağlama potansiyeline sahiptir [25]. Ayrıca havaya karışan atık gazların insan sağlığına zararlı oranlara yükselmesi, hava kirliliğini azaltacak önlemlerin yüksek maliyetli olması, elektrik enerjisi üretim maliyetinin giderek artması, eğer önlem alınmazsa, küresel ısınmanın durdurulamayacak boyutlara ulaşacak olması konutlarda enerji korunumunu zorunlu kılan diğer etmenler olarak sıralanabilir.

Yerleşme birimlerinde enerji korunumunda öncelikle enerji korunumunda etkili olan değişkenler, sonrasında ise yerleşme biriminde enerji korunumunun gerekliliği anlatılmıştır.

3.1 Enerji Korunumunda Etkili Olan Değişkenler

Enerji korunumunda etkili olan değişkenler; kullanıcıya ilişkin değişkenler, iklime ilişkin değişkenler ve binaya ilişkin değişkenler olarak incelenmektedir.

3.1.1 Kullanıcıya ilişkin değişkenler

Kullanıcıya ilişkin değişkenler; kullanıcı niteliği ve durumuna ilişkin değişkenler ve fizyolojik değişkenler olarak sıralanmaktadır.

- Kullanıcı niteliği ve durumuna ilişkin değişkenler

Aktivite düzeyi, insan vücudunun birim zamanda tükettiği enerji miktarı olan metabolizma düzeyini etkiler. Bu iki kavram birbirleriyle direkt olarak ilişkilidir. Bu nedenle aktivite düzeyinin birimi MET olarak belirlenmiştir.

Giysi türü, giysilerin kullanıcı ile bulundukları çevre arasında bir yalıtım katmanı oluşturması nedeniyle iklimsel konfor koşullarını etkilemektedir. Giysilerin oluşturdukları ısı yalıtım direnci Clo birimi ile ifade edilir.

Kullanıcının mekandaki konumu ve duruş şekli, ısınım yolu ile gerçekleşen ısı alışverişini etkilemektedir.

- Fizyolojik değişkenler

Fizyolojik değişkenler, ortalama vücut sıcaklığı, deri sıcaklığı, terleme miktarı ve kalp atışı gibi objektif ve görülür terleme ve termal duygu gibi sübjektif değişkenler olarak ele alınmaktadır [26].

3.1.2 İklime ilişkin değişkenler

İklim, yeryüzünün herhangi bir yerinde hava olaylarına bağlı olarak gerçekleşen etkilerin uzun yılların ortalamasına dayanan durumu olarak tanımlanmaktadır [27]. Ayrıca iklim, güneş ışınımının fonksiyonu olan hava hareketleri, hava sıcaklığı ve havanın nemi gibi diğer iklim elemanlarıyla gerçekleşen bölgeye bağlı atmosferik olaylar olarak da tanımlamaktadır [28].

İklim binalar açısından incelenirken iklime ilişkin değişkenler, dış iklime ilişkin değişkenler ve iç iklime ilişkin değişkenler olarak ele alınmaktadır.

3.1.2.1 Dış iklime ilişkin değişkenler

Dış iklim binanın dışında gerçekleşen iklimsel olayları kapsamaktadır. Güneş ışınımı, dış hava sıcaklığı, dış hava nemliliği ve dış hava hareketi (rüzgar) dış iklime ilişkin değişkenlerdir.

- Güneş ışınımı

Yeryüzüne ulaşan güneş ışınımı şiddeti, atmosfer koşulları, güneş sabitesi, güneşin yükseliş açısı ve güneşin azimut açısına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Güneş ışınımının ısıl etkileri dış hava sıcaklığı ve dış hava hareketlerini büyük miktarda etkilemektedir.

- Dış hava sıcaklığı

Günlük hava sıcaklığı değişimi atmosfer koşullarına bağlıdır. Bir yerdeki hava sıcaklığı o yerin, deniz seviyesinden yüksekliğine, yüzey malzemesine, çevresindeki bitki örtüsüne göre de değişmektedir.

- Dış hava nemliliği

Havadaki nem oranı güneş ışınımı miktarı ve hava hareketlerinin değişimine bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca bitki örtüsü, su kütleleri ve topografik durum havanın nem oranını etkilemektedir [29].

Havanın nemi, ter buharlaşmasını kontrol ederek vücudun sıcaklığı buharlaşma yoluyla dağıtma miktarını ve yeryüzünde güneş ışınımı sonucu oluşan sıcaklığın atmosfere geri yansıtılma miktarını etkiler [30].

- Dış hava hareketi (rüzgar)

Rüzgar, yeryüzündeki basınç dağılımı ile doğrudan ilişkili olarak gelişen yeryüzüne paralel hava hareketleri şeklinde tanımlanmaktadır [31].

Rüzgar, yapı yüzeyleri ve çevresinde oluşturduğu hava hareketleri nedeniyle enerji etkin tasarım kararlarını etkileyen önemli bir etkendir. Yeryüzündeki hava hareketleri küresel ölçekte ve makro ölçekte ele alınabilir. Makro ölçekte yüzey farklılaşması ve topografik özellikler hava akımlarını etkilemektedir.

2.1.2.2 İç iklime ilişkin değişkenler

İç iklime ilişkin değişkenler, iç yüzey sıcaklıkları, iç hava sıcaklığı, iç hava nemliliği ve iç hava hareketi olarak sıralanmaktadır.

- İç yüzey sıcaklıkları

Uzun dalga ısıl ışınım insanın çevresiyle ısı alış-verişi miktarını belirler. Açık mekanlarda güneş ışınımının etkisi önemli iken, kapalı mekanlar için mekanı

çevreleyen yüzeylerin sıcaklıklarına bağlı olarak ortaya çıkan ısıl ışınım ağırlık kazanmaktadır. Bu nedenle kapalı mekanlarda iç yüzey sıcaklıkları iklimsel konfor için en önemli iklim elemanlarından biridir.

- 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.

- İç hava nemliliği

Nemlilik iklimsel konforu etkileyen ikincil bir etkendir. Hava sıcaklığı ve yüzey sıcaklığı belirli sınırlarda kaldığı sürece bağıl nemliliğin değişimi iklimsel konforu fazla etkilememektedir. İç hava nemliliği vücuttan buharlaşma ile ısı kaybında etkilidir . İç hava nemliliğinin az veya çok olması insanda rahatsızlık oluşturmaktadır.

- İç hava hareketi

İç hava hareketi iklimsel konfor üzerinde etkili olmakla beraber özellikle kapalı mekanlar için fazla etkinliği olmayan ikincil bir etkendir. Vücuttan buharlaşma ve konveksiyonla ısı kaybedilmesinde etkilidir [32].

3.1.3 Binaya ilişkin değişkenler

Binaya ilişkin değişkenler;

- binanın bulunduğu yer
- binanın yönlendiriliş durumu
- hacim organizasyonu
- bina aralıkları
- bina formu
- bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri

olarak sıralanabilir.

Bu değişkenler için önerilecek uygun değerler aracılığıyla binaların ve yerleşme birimlerinin enerji korunumu açısından tasarlanması mümkündür [33].

3.1.3.1 Binanın bulunduğu yer

Binalar ve yerleşme birimleri için iklimsel etkilerin optimizasyonunu hedefleyerek yapılan doğru bir yer seçimi, yapma ısıtma ve iklimlendirme ihtiyacının ve buna bağlı olarak enerji harcamalarının en aza indirilmesini olanaklı kılar [34].

Arazinin konumuna bağlı olarak arazideki iklim koşulları ile arazinin içerisinde bulunduğu iklim bölgesinin koşulları aynı olmayabilir. Binanın bulunduğu yer enerji korunumunda önemli rol oynayan mikroklimanın da belirleyicisidir. Arazinin mikroklimasını etkileyen etmenler şu şekilde sıralanabilir [35]:

- Deniz seviyesinden yükseklik
- Arazi eğimi ve eğim yönü
- Su kütlelerinin varlığı
- Toprak tipi
- Bitkilendirme

Bu etmenlerin uygun değerleri arazinin bulunduğu iklim bölgesine ve kullanıcıların iklimsel gereksinimlerine göre değişmektedir. Binanın bulunduğu yer ile ilgili değişkenler yerel iklim koşulları ve konfor koşulları düşünülerek değerlendirildiğinde yapma ısıtma ve iklimlendirme ihtiyacının ve dolayısıyla enerji harcamalarının minimize edilmesi ve hava kirliliğinin önlenmesine imkan sağlamaktadır [34].

Güneye yönlenen yamaçlarda, soğuk iklim bölgesinde yamacın vadi tabanına yakın kısmında, ılımlı iklim bölgesinde yamacın tepe noktasına yakın bölgesinde, sıcak kuru iklim bölgesinde vadi tabanında (gece soğuk hava akımı için), sıcak nemli iklim bölgesinde ise nemin etkisini hava akımları ile azaltmak için tepe bölgesinde yerleşmek yararlıdır [36].

3.1.3.2 Binanın yönlendiriliş durumu

Binanın yönlendiriliş durumu, güneş ışınımı ve rüzgarın şiddetinin yöne göre değişim göstermesi nedeniyle önemli bir değişkendir. Güneş ışınımı, rüzgar, manzara, arazinin topografik özellikleri, biyoklimatik veriler, yakın çevredeki ulaşım

aksları, gürültü ve kirli hava kaynaklarının yeri gibi etmenler binaların yönlendirilişini etkilemektedir [37].

Binanın yönlendiriliş durumu yapının farklı yöndeki cephelerinin doğrudan güneş ışınımından yararlanma miktarını etkiler. Ayrıca rüzgar alma yönü ve buna bağlı olarak da doğal havalandırma imkanları binanın yönlenişine göre değişir. Rüzgarın geliş yönü binanın taşınım ve hava sızıntısı ile ısı kaybı miktarını da etkiler [28]. Binalar için optimum yön ısıtma döneminde en çok güneş ışınımını alacak, soğutma döneminde ise en az güneş ışınımına maruz kalacak şekilde ayarlanmalıdır [37]. 32°-56° kuzey enlemlerindeki binaların güney cepheleri kış aylarında doğu ve batı cephelerine göre yaklaşık üç kat daha fazla güneş ışınımı alırken, yaz aylarında bu cephelerin yaklaşık yarısı kadar güneş ışınımı almaktadır [38].

Binanın yönlendirilişinin düşünülmesi yapım sürecinde pasif güneş tasarımı ilkelerinin entegrasyonu için önemli bir aşamadır. Uygun yönlendirme diğer pasif iklimlendirme sistemlerinin kullanılmasında kolaylık sağlar [39].

3.1.3.3 Hacim organizasyonu

Mekanların kullanım süreleri ve kullanım amaçları enerji bilinçli planlama açısından önemlidir. Bu bilinçte tasarlanan bir binada dikkat edilmesi gereken yerleşim kriterlerinden başlıcaları;

• İşlev gereği ısı üreten ve ısıyı yayan (mutfak,banyo,şömine gibi) mekanlar genel mekan ihtiyacı doğrultusunda konumlandırılmalı

• Devamlı sıcak olması istenen mekanların çevresinde kısa süreli ısıtılan hacimlerle çevrelenmeli

• Oluşturulan bu sıcak-az sıcak kombinasyonları dış çevreden tampon bölgeler aracılığıyla ayrılmalı (tampon bölgeler; camekanlı geçitler, garajlar, bodrum katları ve koridor gibi ısıtılmamış bölgelerden oluşur)

şeklindedir [40].

Hacimleri çevreleyen bina kabuğundan kaybedilen ve güneş ışınımı ile kazanılan ısı miktarı, iç iklimsel konfor koşullarını, iç hava sıcaklığı ve ortalama ışınımsal sıcaklık gibi çevresel değerleri etkilemektedir. Bina kabuğunu etkileyen güneş ışınımı miktarı da yönlere göre değişiklik göstermektedir. Bunlara bağlı olarak, bina kabuğunda

gerçekleşen ısı kayıp ve kazançları dolayısıyla hacim içerisindeki iç iklimsel değerler hacmin dış duvarının baktığı yönün bir fonksiyonudur. Güneşe ve rüzgara yönlendirilmiş mekanlar güneş ışınımı kazancını ve çapraz havalandırma etkisini arttırır [36].

3.1.3.4 Bina aralıkları

Bina aralıkları, binaya ulaşan doğrudan güneş ışınımı miktarını ve hava hareketinin hızını ve yönünü belirleyen önemli bir tasarım değişkenidir [28].

Binaların etrafında gün içerisinde güneşin açısal değişimlerine bağlı olarak farklı açı ve boyutlarda gölgeli alanlar oluşmaktadır. Güneş ışınımının ısıtıcı etkisinden pasif ısıtma ve iklimlendirmede yararlanma veya kaçınma, bina yüksekliklerine ve binaların birbirlerine göre konumlarına bağlı olarak binalar arasındaki mesafelerin bir fonksiyonudur [34].

Uygun bina aralıkları, güneşin konumu cephelerin yönlenişine göre değişiklik gösterdiği için binaların yönlendirilişine bağlı olarak değişmektedir. Özellikle güney cephelerde gölgelenme bu yöndeki güneş ışınımı potansiyeli yüksek olduğundan enerji kazanımını engellemektedir. Binalar arası mesafe farklı yönlerde istenilen günlük güneşlenme sürelerine bağlı olarak düzenlenebilmektedir.

Arazi içerisindeki ve arazi çevresindeki her engel güneşin gün ve yıl içerisinde değişen açılarına göre şekillenen gölgeli bir alan yaratır. Güneş ışınımından maksimum yarar amaçlanıyorsa bina aralıkları komşu binaların en uzun gölge boyuna eşit ya da bundan büyük olmalıdır. Binalar arası mesafe, binaların birbirleri için rüzgar engeli oluşturması nedeniyle rüzgar etkisi değerinde de etkilidir. Bina aralıkları azaldıkça dış tasarım rüzgar hızı da azalmaktadır [34].

3.1.3.5 Bina formu

Binanın formu binanın çevresel etkenlerden yararlanma veya korunma düzeyini belirler [28]. Dış yüzey alanına bağlı olarak dış ortam ile iç ortam arasındaki ısı alışverişi miktarı değişmektedir.

Bina formu,

- Biçim faktörü (plandaki bina uzunluğunun bina derinliğine oranı)
- Bina yüksekliği

- Çatı türü
- Çatı eğimi
- Cephe eğimi

gibi binaya ilişkin geometrik değişkenler aracılığıyla tanımlanabilir.

Yüzey/hacim oranı (A/V) küp gibi kompakt formlardan dikdörtgen formlara geçildikçe artmaktadır. Bu nedenle dikdörtgen formlu binalarda kabuk aracılığı ile ısı alışverişi aynı hacimdeki kompakt formlu yapılara göre daha fazladır [36].

Enerji korunumu açısından bina tasarımı yapılırken, iklim koşullarına en uygun ve en az enerji harcamalarını gerçekleştirecek bina formunun seçilmesi önemlidir. Türkiye'deki iklim bölgelerine uygun bina formları şu şekilde sıralanabilir: Soğuk iklim bölgesinde enerji kaybeden yüzeylerin alanını en aza indirmek için kompakt ve kare formlar, sıcak kuru iklim bölgelerinde ısı kazançlarını en aza indirmek, gölgeli ve serin alanlar yaratmak için kompakt ve avlulu formlar, sıcak nemli iklim bölgesinde mümkün olduğunca doğal havalandırmaya olanak veren hakim rüzgar doğrultusuna uzun cephesi yönlendirilmiş dikdörtgen formlar ve ılımlı iklim bölgelerinde kompakt ama soğuk iklim bölgesine oranla daha esnek bina formları enerji tüketimini azaltan formlardır [28].

3.1.3.6 Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri

Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri kabuğun birim alanından dış hava sıcaklığı ve güneş ışınımı etkileriyle kazanılan ve yitirilen ısı miktarlarının belirleyicileridirler. İç çevre iklimsel durumu ve yapma ısıtma ve iklimlendirme yükleri bina kabuğundan yitirilen ve kazanılan toplam ısı miktarlarına bağlı olarak değişim gösterir [34].

Bina kabuğunun tanımı, kabuğun

- Güneş ışınımına ilişkin yutuculuk(a), yansıtıcılık (r), geçirgenlik (τ) gibi optik ve
- Toplam ısı geçirme katsayısı (U), saydamlık oranı (SO), zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü gibi ana termofiziksel

özellikleri ile yapılmaktadır [41].

Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri şu şekilde tanımlanabilir:

- Yutuculuk, yansıtıcılık ve geçirgenlik katsayıları, kabuğun opak ve saydam bileşenleri tarafından yutulan, yansıtılan ve geçirilen güneş ışınımı miktarlarının, opak ve saydam bileşenlerin dış yüzeylerine gelen toplam güneş ışınımına oranıdır. Binanın dış yüzeyindeki güneş ışınımı, bileşenin yutuculuk, yansıtıcılık ve geçirgenlik özelliklerine bağlı olarak güneş ısısı kazancına dönüşür [34].

Kabuğun güneş ışınımına ilişkin yutuculuk(a), yansıtıcılık (r) ve geçirgenlik (τ) gibi optik özellikleri arasındaki bağıntılar,

opak bina yüzeyleri için,

$$a_o + r_o = 1 \quad \textbf{(3.1)}$$

a_o : opak bileşenin yutuculuk katsayısı

r_o : opak bileşenin yansıtıcılık katsayısı

saydam bina bileşenleri için,

$$a_c + r_c + \tau_c = 1 \quad \textbf{(3.2)}$$

a_c : saydam bileşenin yutuculuk katsayısı

r_c : saydam bileşenin yansıtıcılık katsayısı

τ_c : saydam bileşenin geçirgenlik katsayısı

- Toplam ısı geçirme katsayısı (U) bina kabuğunun gerek opak, gerekse saydam bileşenlerine ilişkin bir termofiziksel özelliktir ve farklı iki çevreyi ayıran bir bina bileşeninin iki tarafında etkili olan hava sıcaklıkları arasındaki fark 1 °K iken, 1 m^2 alandan, bu alana dik doğrultuda 1 saatte geçen toplam ısı miktarı olarak tanımlanmaktadır [42].

Opak bileşenler için toplam ısı geçirme katsayısı aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanabilir.

$$\mathbf{U}_o = \frac{\mathbf{1}}{\frac{\mathbf{1}}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \cdots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{\mathbf{1}}{\alpha_d}}$$

(3.3)

Bu bağıntıda;

U_o : opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı, W/m^2K

α_i , α_d : iç ve dış yüzeysel ısı iletkenlik katsayıları, W/m^2K

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

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

- Saydamlık oranı (SO), saydam ve opak bileşenlerden oluşmuş bir bina kabuğunda saydam bileşen alanının toplam bina kabuğu alanına oranıdır. Saydam bileşenler ısı geçirgenlik değerlerinin yüksek olması nedeniyle opak elemanlardan daha çok ısı kaybına neden olmaktadır.
- Zaman geciktirmesi, gün içinde kabuk bileşenini etkileyen maksimum sol-air sıcaklığın etkisinin, bileşenin iç yüzünde maksimum yüzey sıcaklığını oluşturuncaya kadar geçen süre olarak tanımlanabilir [42].
- Genlik küçültme faktörü, gün içinde ele alınan bileşene ilişkin maksimum iç yüzey sıcaklığı ile ortalama iç yüzey sıcaklığı farkının, maksimum sol-air sıcaklık ile ortalama sol-air sıcaklık farkına oranı şeklinde tanımlanmaktadır.

Bina kabuğu, yukarıda açıklanan termofiziksel özellikleri nedeniyle, iç ve dış ortam arasındaki ısı alışverişini, dolayısıyla da iç hava sıcaklığını etkilediği için, iklimsel konfor açısından büyük önem taşımaktadır.

3.2 Yerleşme Birimlerinde Enerji Korunumunun Gerekliliği

Günümüzde artan enerji talebi ve enerji tüketimi sera gazlarını artırarak hem çevreyi kirletmekte hem de küresel ısınmayı hızlandırmaktadır. Artan enerji talebi sonucu kendi enerjisini karşılayamayan ülkeler enerji açısından dışa bağımlı hale gelmektedir.

Çevresel ve ekonomik risklere bağlı olarak kullanım sürecindeki maliyetleri azaltan enerji korunumunda etkili olan değişkenlerin tasarım sürecinde göz önüne alınması önem kazanmaktadır.

Enerji korunumunun günümüzde önemli olmasının başlıca sebepleri;

- Endüstrileşme,
- Nüfus artışı ve kentleşme,
- Artan enerji gereksinimi,
- Doğal enerji kaynaklarının tükenmek üzere olması,
- Enerji kaynaklarının sınırlılığından dolayı enerji maliyetlerinin artması,
- Fosil yakıtların tüketimi sonucu hava kirliliğinin artması ve küresel ısınmanın hız kazanması,
- Yapma ısıtma ve iklimlendirme sonucu havaya karışan kirleticilerin insan sağlığına zararlı olması ve
- Enerji ihtiyacının karşılanmasında dışa bağımlılık

olarak sıralanabilir.

Kentlerde nüfus artışı sonucu oluşan konut gereksinimini karşılamak üzere büyük miktarlarda konut üretiminin gerçekleştirildiği yerleşme birimlerinde enerji korunumunun önemi artmaktadır. Bu tip yerleşmelerin benzer ve çok sayıda üretilmesi nedeniyle alınacak tasarım kararları büyük miktarda konuta ve kullanıcıya etki etmektedir.

4. YERLEŞME BİRİMLERİNİN ENERJİ KORUNUMU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: HALKALI ÖRNEĞİ

Binalarda kullanıcıların iklimsel konforunun sağlanması; kullanıcı performansını artırmakta ve iş verimliliği sağlamaktadır. Bu nedenle binaların işletim sürecinde tüketilen enerjinin büyük bir bölümü ısıtma ve soğutma enerjisi olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında Halkalı bölgesinde yer alan özel toplu konut şirketi tarafından yapılan bir kapalı yerleşme birimi incelenmiştir. Halkalı bölgesinde kapalı yerleşme birimi sayısı son yıllarda oldukça artmış ve Halkalı İstanbul'un genişlediği bölgelerden biri olmuştur. 1980 yılından sonra TEM otoyolunun açılması, D-100 ile TEM otoyolunu birbirine bağlayan yolun yapılması, bu yolun kenarına birçok sanayi tesisinin yerleşmesi, semtteki nüfusun hızla artmasına neden olmuştur. Gelişimin bir diğer önemli nedeni ise İkitelli Organize Sanayi Bölgesi'nin ve Halkalı Konutları'nın kurulmasıdır [43].

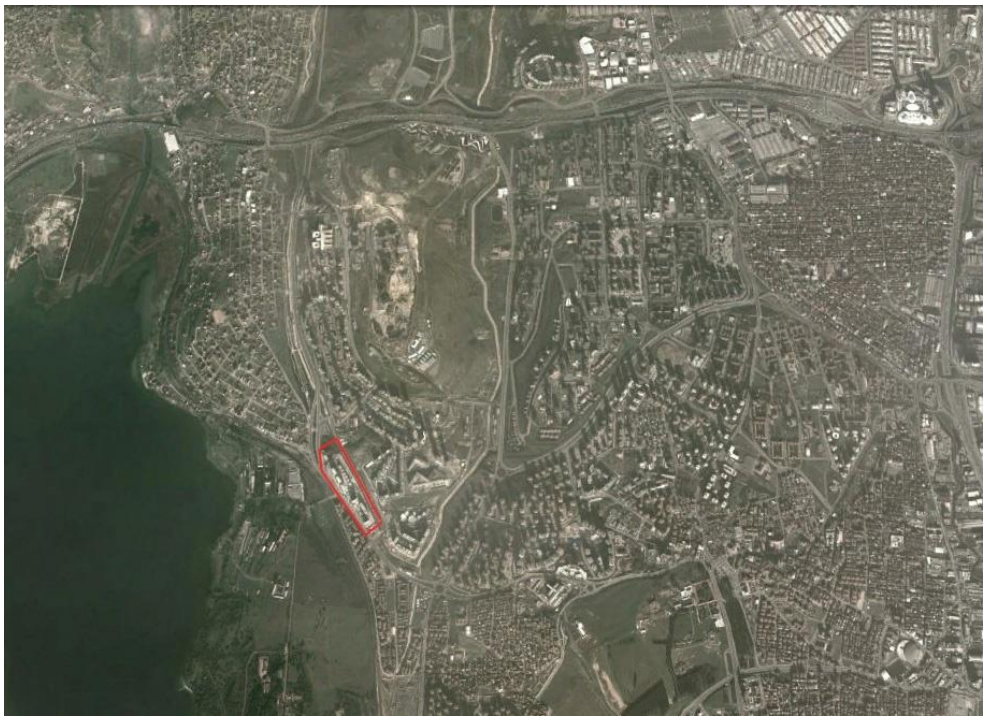
Uygulama çalışması kapsamında Halkalı'da yer alan yerleşme birimine ilişkin özelliklerin belirlenmesi, yerleşme biriminin ısıtma ve soğutma harcamalarının hesaplanması, yerleşme birimine ilişkin farklı senaryoların geliştirilmesi, senaryoların ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının hesaplanması, optimum ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarını sağlayan senaryoların geliştirilmesi ve mevcut durum ve optimum senaryo için ısıtma ve soğutma enerjisi maliyetlerinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

4.1 Yerleşme Birimine İlişkin Özelliklerin Belirlenmesi

Çalışmanın bu bölümünde yerleşme birimine ilişkin özellikler belirlenmiştir.

4.1.1 Yerleşme biriminin bulunduğu yerin belirlenmesi

Yerleşme birimi, İstanbul'un güneybatısında yer alan Halkalı'da, Şekil 4.1'de görüldüğü gibi, Küçükçekmece Gölü'nün kıyısında güneydoğu- kuzeybatı aksında uzanan dikdörtgen, düz bir arazi üzerinde yerleştirilmiştir.



Şekil 4.1 : Yerleşme biriminin bulunduğu yer.

Şekil 4.2.'de ise çalışmada ele alınan kapalı yerleşme biriminin bulunduğu alanın 2005 ve 2013 yıllarına ait hava fotoğrafları görülmektedir. Fotoğraflardan da son yıllardaki gelişim izlenebilmektedir.



Şekil 4.2 : Seçilen yerleşme biriminin çevresinin 2005 ve 2013 yıllarına ait hava fotoğrafları.

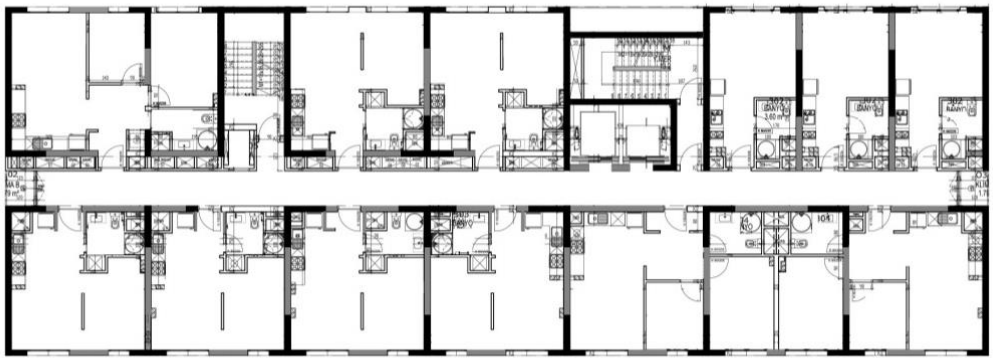
4.1.2 Yerleşme biriminin seçilmesi

Bu çalışmada İstanbul Halkalı'da yer alan mevcut bir yerleşme birimi (Soyak Park Aparts) ele alınmıştır. Çalışma kapsamında ele alınan yerleşme biriminde 1121 konuttan oluşan 2 etap bulunmaktadır. 1.etapta 647 konut, 2.etapta 474 konut bulunmaktadır. Yerleşme birimine ait vaziyet planı Şekil 4.3'de görülmektedir.



Şekil 4.3: Vaziyet planı.

Toplam 10 bloktan oluşan projede A tipi bloklar 15 katlı, B tipi bloklar beş katlı, C tipi bloklar ise 9 katlı olarak inşa edilmiştir. Bloklara ait normal kat planları Şekil 4.4, 4.5, ve 4.6'da, A, Bve C bloklara ait ön cepheler ise Şekil 4.7, 4.8 ve 4.9'da görülmektedir.



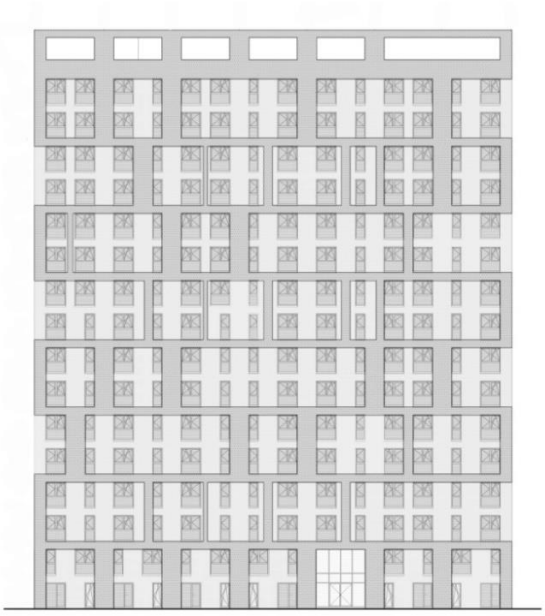
Şekil 4.4 : A Blok normal kat planı.



Şekil 4.5 : B Blok normal kat planı.



Şekil 4.6 : C Blok normal kat planı.



Şekil 4.7 : A blok ön cephe.



Şekil 4.8 : B blok ön cephe.



Şekil 4.9 : C blok ön cephe.

4.1.3 Binaların yönlendiriliş durumu ve hacim organizasyonunun belirlenmesi

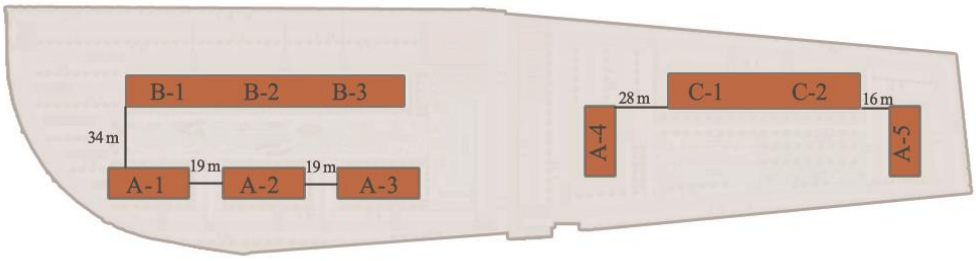
Şekil 4.10'da görüldüğü gibi A-1, A-2, A-3, B-1, B-2, B-3 ve C-1, C-2 bloklar güneydoğu ve kuzeybatı aksında yerleştirilmiş, A-4 ve A-5 bloklar ise kuzeydoğu ve güneybatı aksına yerleştirilmiştir. Dairelerin tamamı sadece tek bir yöne bakacak şekilde tasarlanmıştır. Genel olarak daireler güneybatı ya da kuzeydoğu yönlerine yönelmektedir. A-4 ve A-5 bloklarda ise daireler kuzeybatı ya da güneydoğuya yönlendirilmiştir.



Şekil 4.10 : Yerleşme biriminde yer alan konutların yönlendiriliş durumu.

4.1.4 Bina aralıklarının belirlenmesi

Yerleşme biriminin yer aldığı arazinin çevresinde yerleşme birimine gölge yapan bir bina ya da engel bulunmamaktadır. A bloklar tek olarak, B ve C bloklar ise bitişik nizamda inşa edilmiştir. Bloklar arasındaki mesafe Şekil 4.11'deki vaziyet planında görülmektedir.



Şekil 4.11 : Yerleşme birimindeki bloklar arası mesafeler.

4.1.5 Bina formunun belirlenmesi

Projedeki tüm yapılar dikdörtgen formlu olarak inşa edilmiştir. A blokların taban alanı 620 m^2 ve B ve C blokların taban alanı 730 m^2 dir. A bloklarda her katta 12 daire, B ve C bloklarda ise her katta 10 daire bulunmaktadır. Daireler ortada koridor ile ayrılmıştır. Kat holünde iki asansör için asansör boşluğu ve iki tane yangın

merdiveni bulunmaktadır. Kat yüksekliği 2.95 metredir. Çatılar %1 eğimli teras çatı şeklindedir ve çakıl ile kaplanmıştır. A bloklarda konsol döşeme bulunmamakta, diğer bloklardaki konsollar ise açık balkon olarak kullanılmaktadır.

4.1.6 Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Projede binalar betonarme taşıyıcı sistem ile tünel kalıp kullanılarak inşa edilmiştir. Zeminde radye temel kullanılmış, ısı yalıtımı zemine oturan döşemede değil, bodrum katın ısıtılmadığı kabul edilerek bodrum kat ile zemin kat arasındaki döşemede kullanılmıştır. Bina kabuğuna ait katmanlaşma detayları ve toplam ısı geçirme katsayıları Çizelge 4.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1 : Bina kabuğuna ait katmanlaşma detayları ve toplam ısı geçirme katsayıları.

	Malzeme	Isı iletkenlik hesap değeri λ (W/mK)	Kalınlık d (m)	Toplam Isı Geçirme Katsayısı U (W/m^2K)
Dış duvar	Dış sıva	0.87	0.03	0.51
	Isı yalıtımı	0.025	0.03	
	Tuğla duvar	0.36	0.19	
	Alçı sıva	0.70	0.01	
İç duvar	Alçı sıva	0.7	0.01	0.62
	Tuğla duvar	0.36	0.19	
	İç sıva	0.7	0.02	
	XPS ısı yalıtımı	0.025	0.02	
	Alçı levha	0.21	0.0125	
Zemin Döşemesi	Şap	1.4	0.07	0.41
	Radye temel	2.50	0.60	
	Koruma betonu	1.65	0.08	
	İki katlı su yalıtımı	0.19		
	Grobeton	1.65	0.10	
	Toprak	0.83	1.50	
Ara kat döşemesi	Laminat parke	0.23	0.01	0.88
	Şap	1.4	0.05	
	Isı yalıtımı	0.025	0.02	
	Betonarme döşeme	2.5	0.20	
	Alçı sıva	0.70	0.01	
Teras çatı	Çakıl	-	-	0.37
	Polistren sert köpük	0.025	0.06	
	2 kat su yalıtımı	0.19	0.01	
	Eğim betonu	1.65	0.03	
	Betonarme döşeme	2.5	0.17	
	Sıva	1	0.01	

Binaların tüm cephelerinde kullanılan 90x235 cm, 180x235 cm, 270x235 cm ve 360x235 cm olmak üzere 4 tip pencere bulunmaktadır. Cephelerin saydamlık oranları Çizelge 4.2'de gösterilmektedir. Pencereler 4mm cam + 12mm hava boşluğu + 4mm

cam olmak üzere çift katmanlı PVC doğrama ve berrak camdır. Pencerenin toplam ısı geçirme katsayısı ise 2,8W/m^{2}K 'dır.

Çizelge 4.2 : Bloklara göre cephe saydamlık oranları.

A1, A2, A3	Cephe alanı	Saydam alan	Saydamlık oranı
Güneybatı cephesi	2130.62	765.63	%35.9
Kuzeydoğu cephesi	2130.62	634.50	%29.7
B1			
Güneybatı cephesi	1050.42	310.905	%29.6
Kuzeydoğu cephesi	1050.42	319.365	%30.4
B2			
Güneybatı cephesi	1011.99	296.10	%29.3
Kuzeydoğu cephesi	1011.99	304.56	%30.1
B3			
Güneybatı cephesi	1050.42	310.905	%29.6
Kuzeydoğu cephesi	1050.42	319.365	%30.4
A4			
Güneydoğu cephesi	1828.06	649.305	%35.5
Kuzeybatı cephesi	1828.06	473.76	%25.9
A5			
Güneydoğu cephesi	1828.06	473.76	%25.9
Kuzeybatı cephesi	1828.06	649.305	%35.5
C1-C2			
Güneybatı cephesi	1466.16	636.61	%43.4
Kuzeydoğu cephesi	1466.16	645.08	%43.9

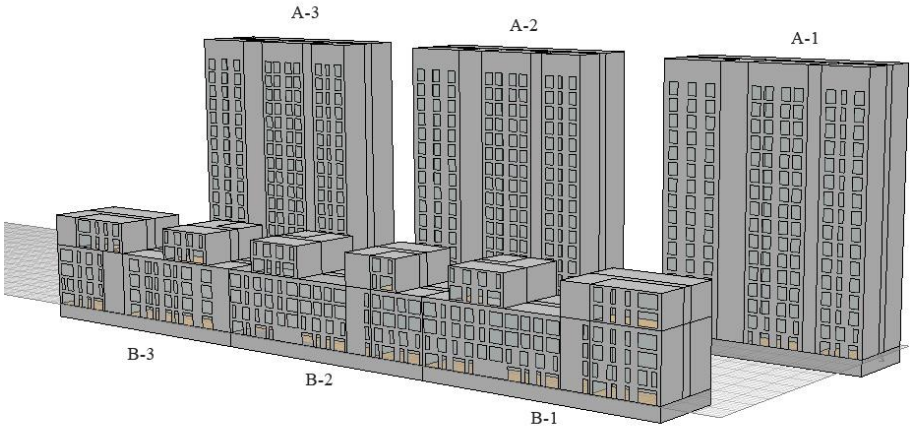
4.2 Yerleşme Biriminde Isıtma ve Soğutma Enerjisi Harcamalarının Hesaplanması

Yerleşme birimine ilişkin özellikler ve dış ve iç iklimsel koşullara ait değerler yardımıyla yerleşme birimi, seçilen bir simülasyon programında modellenip mevcut durumdaki ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem için ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları hesaplanmıştır.

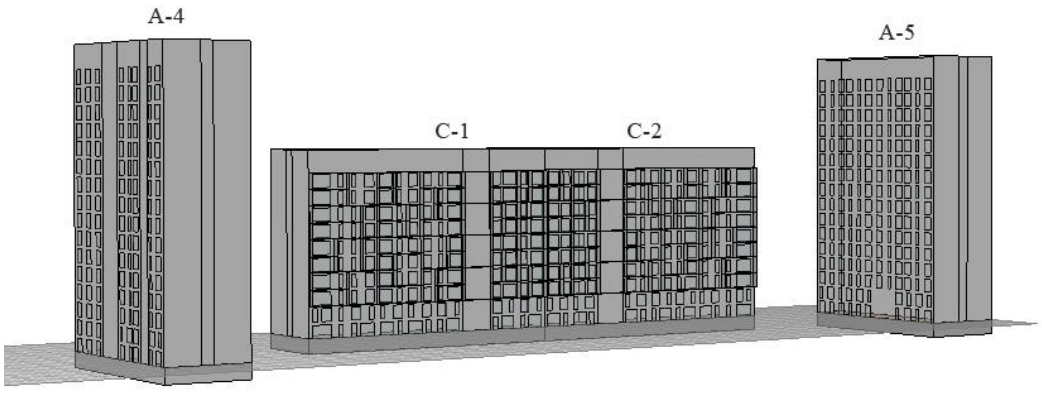
Yerleşme biriminin ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının hesaplanmasında Autodesk Ecotect Analysis programı kullanılmıştır. Program, ısıl analizde binanın toplam enerji kullanımının ve karbon emisyonunun hesaplanması, binanın ısıl

performansının değerlendirilmesi, ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının hesaplanması, kullanıcı, iç kazançlar, infiltrasyon ve ekipman etkilerinin analizi özelliklerine sahiptir. Yerleşme biriminde ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının hesaplanmasında kullanılan yerleşme birimine ait özellikler ve ele alınan kabuller aşağıdaki gibidir.

- Yerleşim biriminde yer alan binalar, simülasyon programında üç boyutlu hale getirilmiştir. Şekil 4.12 ve 4.13'de yerleşme biriminin 1. ve 2. etabının simülasyon programı ile oluşturulmuş modeli görülmektedir.
- Çalışma kapsamında ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının hesaplanmasında dış iklim koşulları meteorolojik veriler ile hazırlanmış ASHRAE/ IWEC veri dosyasının Ecotect Analysis simülasyon programına aktarılmasıyla belirlenmiştir.



Şekil 4.12 : Yerleşme biriminin 1.etabının simulasyon programında oluşturulmuş modeli.



Şekil 4.13: Yerleşme biriminin 2.etabının simulasyon programında oluşturulmuş modeli.

- Binalarda sirkülasyon alanı tek zon olarak belirlenmiş, aralarda kalan konut birimleri de bir arada zon oluşturacak şekilde modellenmiştir. Simülasyonda oluşturulan daire zonları Şekil 4.14 ve Şekil 4.15'de görülmektedir.



Şekil 4.14: 1. Etap ısıl zoneları.



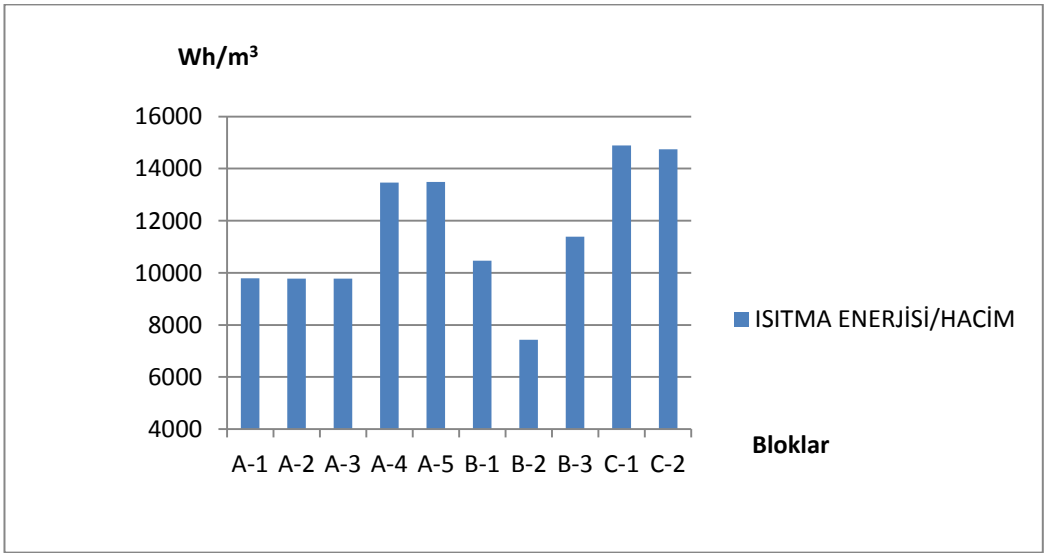
Şekil 4.15: 2. Etap ısıl zoneları.

- Binalardaki tüm ısıl zonlar için kullanıcı sayıları belirlenmiştir. Projede ısıl zonlar için kullanıcı sayıları belirlenirken 1+0 daireler için 1, 1+1 daireler için 2, 2+1 daireler için 3 ve 3+1 daireler için 4 kullanıcı tanımlanmıştır. Kullanıcılardan kaynaklanan iç kazanç değeri 70 W/kişi olarak kabul edilmiştir.

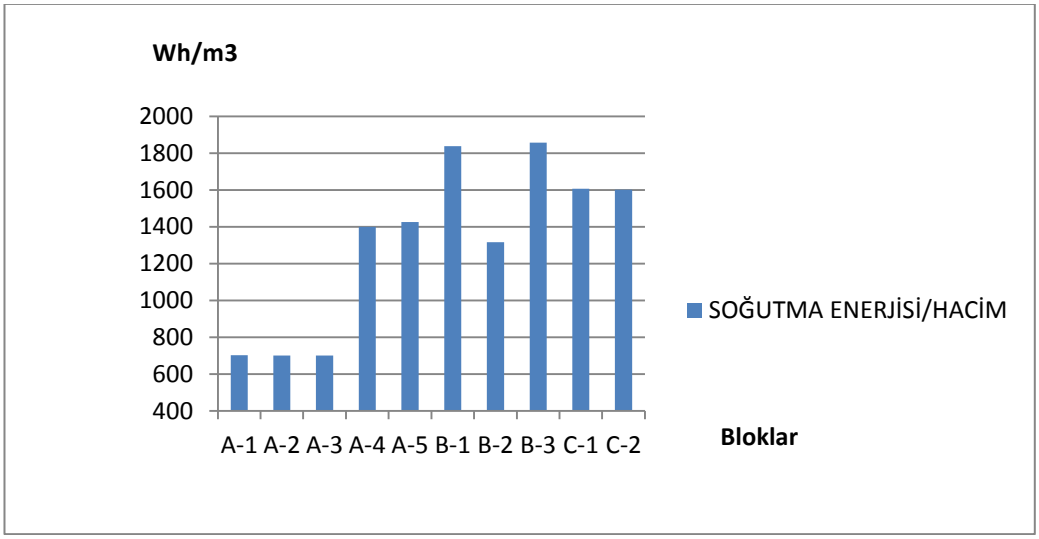
- Binalarda yer alan bütün konut zonlarında aynı ısıtma ve soğutma sistemleri tanımlanmış, sirkülasyon alanları ve bodrum katlarda ısıtma sistemi tanımlanmamıştır. Isıtma sisteminin doğalgaz ile, soğutma sisteminin elektrik enerjisi ile olduğu kabul edilmiştir. Isıtmanın istenmediği dönemde iç mekan konfor sıcaklığı 25°C, ısıtmanın istendiği dönemde ise iç mekan konfor sıcaklığı 19°C olarak belirlenmiştir.

- Bütün zonlar için giysi türü Clo değeri 1.00, nem oranı %60, iç hava hareketi hızı 0,50m/s, hava değişim oranı 0,50 ve saatteki hava değişimi 0,25 olarak tanımlanmıştır.

Tüm bu bilgiler ışığında simülasyon programı kullanılarak yerleşme birimi için ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda, İstanbul- Halkalı'da yeralan yerleşme birimindeki tüm blokların birim hacimleri için ısıtmanın istendiği dönemdeki ısıtma enerjisi harcamaları Şekil 4.16'da, ısıtmanın istenmediği dönemdeki soğutma enerjisi harcamaları ise Şekil 4.17'de görülmektedir.



Şekil 4.16: Yerleşme birimindeki blokların birim hacimleri için ısıtmanın istendiği dönemdeki ısıtma enerjisi harcamaları (doğalgaz tüketimi, Wh).



Şekil 4.17: Yerleşme birimindeki blokların birim hacimleri için ısıtmanın istenmediği dönemdeki soğutma enerjisi harcamaları (elektrik enerjisi tüketimi Wh).

4.3 Yerleşme Birimine İlişkin Farklı Senaryoların Geliştirilmesi

Ele alınan yerleşme biriminde yer alan blokların ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları hesaplandıktan sonra, bu harcamaları en aza indirmek amacıyla bazı tasarım değişkenlerine ilişkin farklı senaryolar geliştirilmiştir. Geliştirilen senaryolarda yerleşme biriminde yer alan blok sayısı, binalardaki daire sayısı ve kat planları değiştirilmemiştir. Sadece binaların yönlendiriliş durumu, bina aralıkları, bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri ve binanın formunda değişikliğe gidilmiştir.

4.3.1 Binaların yönlendiriliş durumuna ilişkin senaryoların geliştirilmesi (Senaryo 1)

Binaların yönlendiriliş durumunun bina cephesinin güneş ışınımından yaralanma miktarını etkilemesinden dolayı, çalışmada yerleşme birimindeki bloklar için farklı yönlendiriliş durumları önerilmiştir. Bütün bloklar için mevcut durum ve önerilen yönlendiriliş durumu Çizelge 4.3'de görülmektedir.

Çizelge 4.3: Blokların mevcut durum ve senaryo 1 durumda yöneliş durumları.

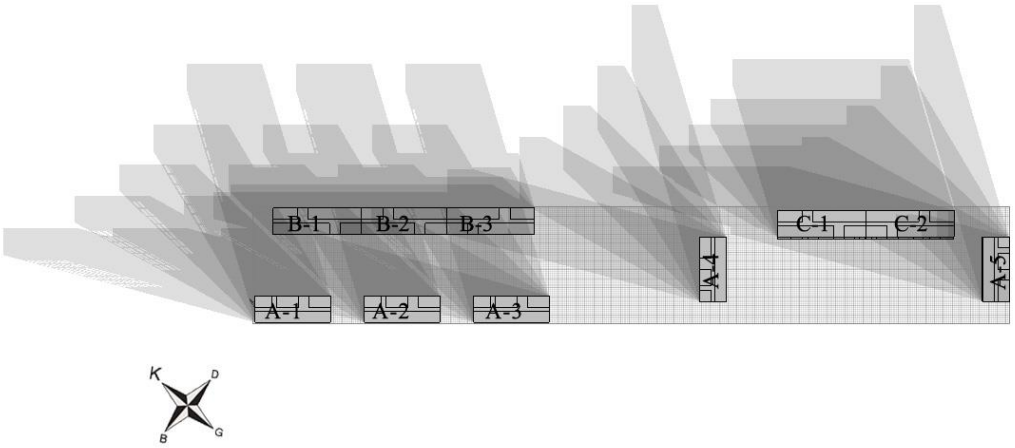
BLOKLAR	MEVCUT DURUM	SENARYO
A-1, A-2, A-3		
A-4, A-5		
B-1, B-2, B-3		
C-1, C-2		



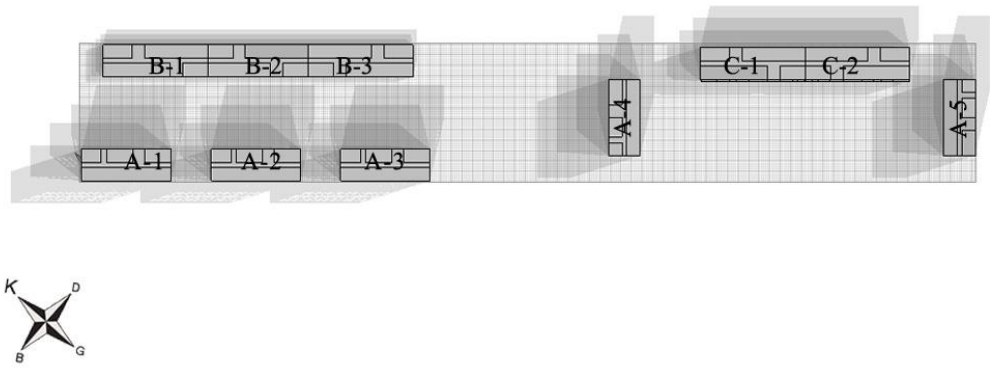
4.3.2 Bina aralıklarına ilişkin senaryoların geliştirilmesi (Senaryo 2)

Yerleşme birimindeki binaların arasındaki mesafe güneş ışınımı ve rüzgar üzerinde etkili olduğu için binalar arası mesafeler için farklı durumlar oluşturulmuştur.

Vaziyet planında binaların birbirlerinin direkt güneş ışınımını engellemeyecek şekilde yerleştirileceği düşünülmüştür. Yerleşme birimindeki binaların mevcut durumdaki gölge analizi Ocak ayı için Şekil 4.18'de, Temmuz ayı için ise Şekil 4.19'da görülmektedir.



Şekil 4.18: 21 Ocak günü 10.00-14.00 saatleri için gölge durumları.



Şekil 4.19 :21 Temmuz günü saat 10.00-14.00 için gölge durumları.

4.3.3 Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerine ilişkin senaryoların geliştirilmesi (Senaryo 3)

Bina kabuğunu oluşturan bileşenlerin katmanları ve kalınlıkları, kabukta gerçekleşen ısı geçişi miktarını etkilemektedir. Bu nedenle yönetmeliklerin izin verdiği değerlere uygun olmak koşuluyla farklı toplam ısı geçirme katsayısı değerleri önerilmiştir.

Önerilen değerlere ulaşmak için sadece ısı yalıtım katmanının kalınlığı artırılmıştır. Önerilen toplam ısı geçirme katsayısı değerleri Çizelge 4.4'de görülmektedir.

Çizelge 4.4: Senaryolardaki dış duvar, döşeme ve çatı U değerleri.

	U_d (W/m^2K)	U_t (W/m^2K)	U_T (W/m^2K)
Senaryo 3a	0,40	0,30	0,30
Senaryo 3b	0,30	0,20	0,20

4.3.4 Binaların formuna ilişkin senaryoların geliştirilmesi (Senaryo 4)

Binanın formu bina kabuğunun alanını, buna bağlı olarak da dış ortam ile iç ortam arasında ısı geçişi miktarını etkilemektedir. Bu çalışmada binaların formuna ilişkin senaryoda; sadece mevcut durumda balkonlu olan C blokların balkonsuz durumları incelenmiştir.

4.4 Senaryolar İçin Isıtma Soğutma Enerjisi Harcamalarının Hesaplanması

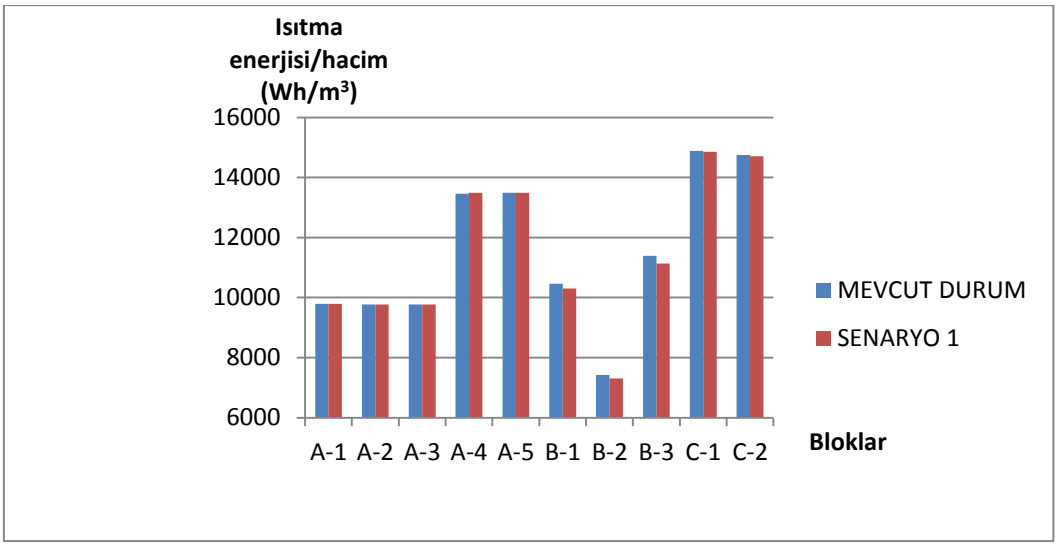
Yerleşme biriminde mevcut binaların ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları hesaplandıktan sonra önerilmiş olan;

- Binaların yönlendiriliş durumu
- Bina aralıkları
- Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri
- Bina formu

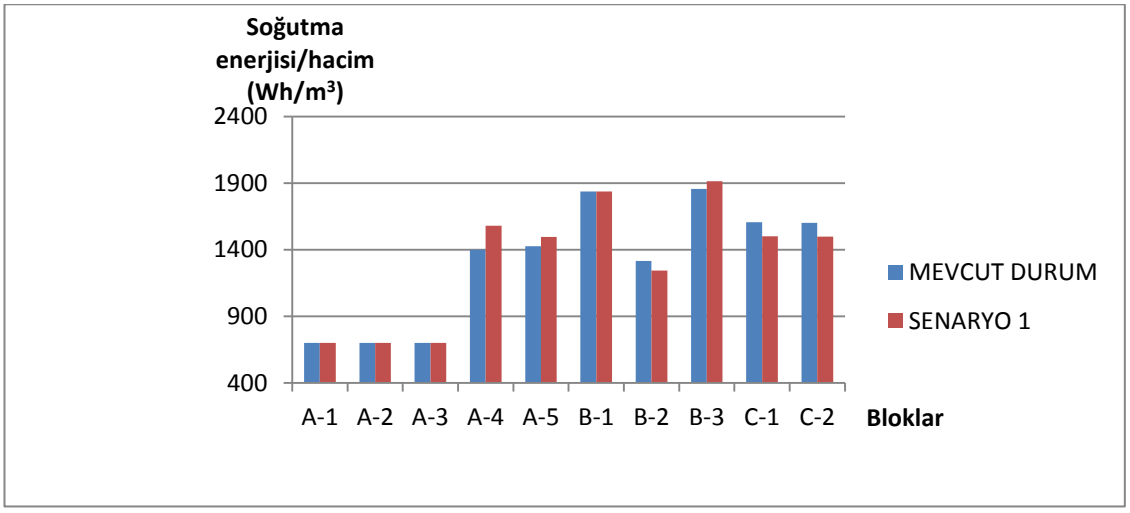
gibi tasarım değişkenlerine ilişkin farklı senaryolar için ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları hesaplanmaktadır.

4.4.1 Binaların yönlendiriliş durumuna ilişkin senaryoların ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının hesaplanması

Binaların yönlendiriliş durumunun Çizelge 4.3'de görüldüğü gibi değiştirilmesi sonucunda bütün bloklar için ısıtma enerjisi harcamaları mevcut durumla karşılaştırıldığında Şekil 4.20'de ve soğutma enerjisi harcamaları ise Şekil 4.21'deki gibidir.



Şekil 4.20: Yönlendiriliş durumunun değişmesi durumunda bütün bloklar için ısıtma enerjisi harcamaları.



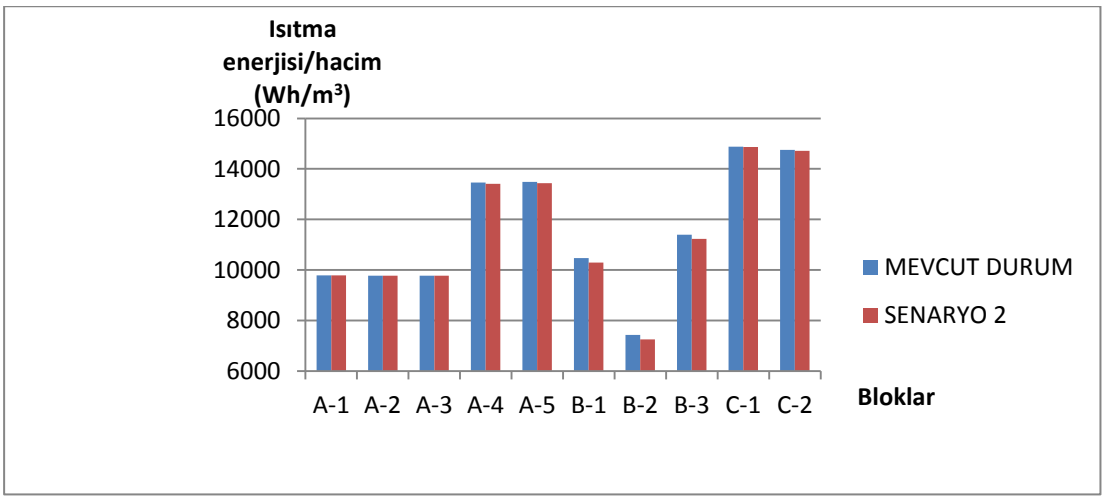
Şekil 4.21: Yönlendiriliş durumunun değişmesi durumunda bütün bloklar için soğutma enerjisi harcamaları.

Binaların yönlendiriliş durumunun değiştirilmesi halinde;

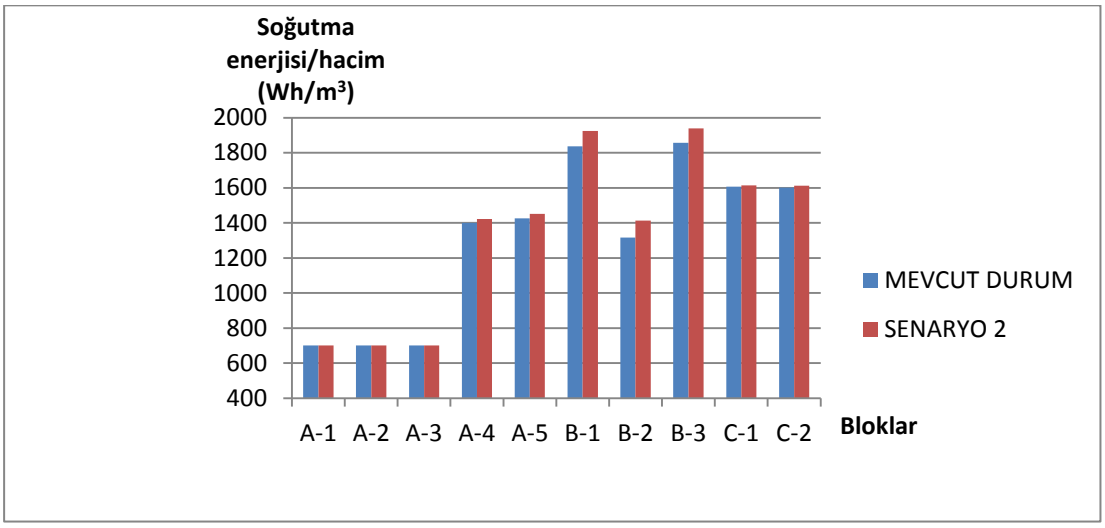
- Birim hacimdeki ısıtma enerjisi harcamaları açısından mevcut durum ile karşılaştırma yapıldığında A-1, A-2, A-3 ve A-5 bloklarda büyük fark görülmemekte, B ve C bloklarda mevcut duruma göre azalma, A-4 blokta ise artış görülmektedir.
- Soğutma enerjisi harcamaları mevcut durum ile karşılaştırıldığında ise A-1, A-2 ve A-3 bloklarda fark görülmemekte, A-4, A-5 ve B-3 bloklarda artış, diğer bloklarda ise azalma gözlenmektedir.

4.4.2 Bina aralıklarına ilişkin senaryoların ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının hesaplanması

Yerleşme birimindeki binaların birbirlerini gölgelememesi durumunda blokların tümünün ısıtma enerjisi harcamaları Şekil 4.22'de, soğutma enerjisi harcamaları ise Şekil 4.23'de görülmektedir.



Şekil 4.22: Binaların birbirini gölgelemediği durumda bütün blokların birim hacim için ısıtma enerjisi harcamaları.



Şekil 4.23: Binaların birbirini gölgelemediği durumda bütün blokların birim hacim için soğutma enerjisi harcamaları.

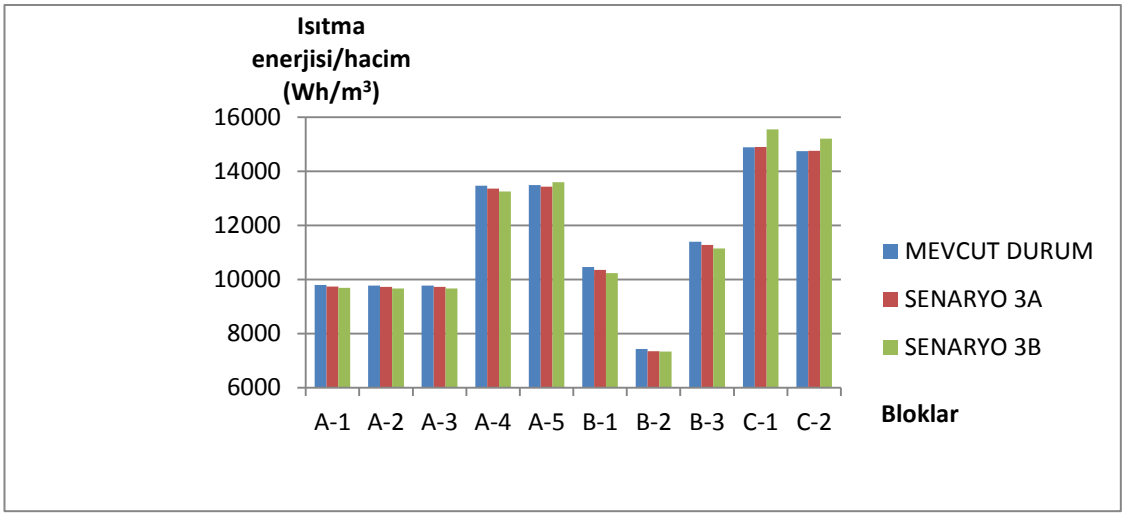
Binaların birbirini gölgelemediği durum ile yerleşme biriminin mevcut durumu karşılaştırıldığında;

- Isıtma enerjisi harcamalarında A-1, A-2 ve A-3 bloklarda fark görülmemekte, diğer bütün bloklarda azalma görülmektedir.

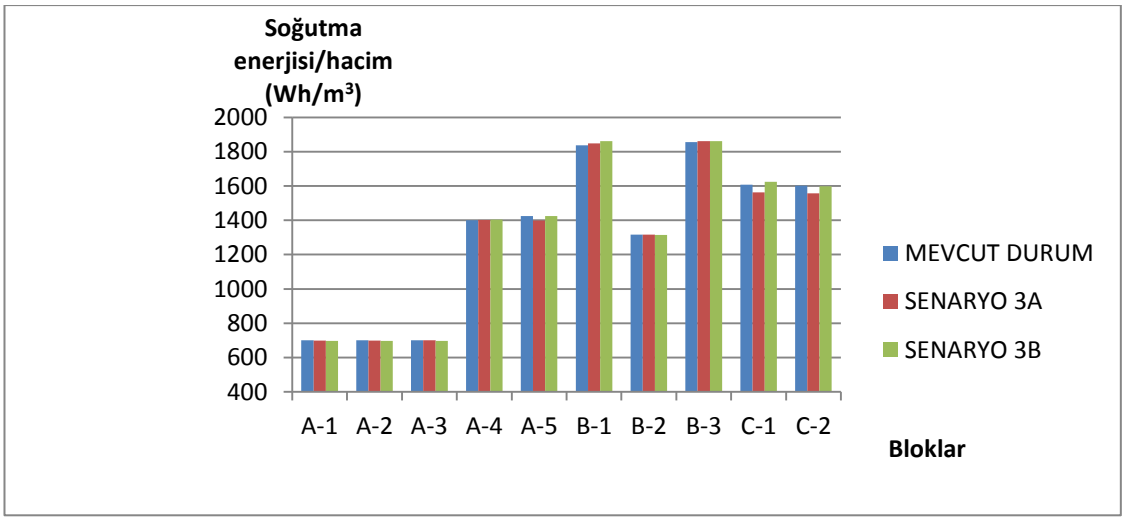
- Soğutma enerjisi harcamalarında A-1, A-2 ve A-3 bloklarda fark görülmemekte, bütün bloklarda artış görülmektedir.

4.4.3 Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerine ilişkin senaryoların ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının hesaplanması

Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerine ilişkin geliştirilen iki senaryo sonucu simülasyon programı ile hesaplanan ısıtma enerjisi harcamaları Şekil 4.24'de, soğutma enerjisi harcamaları Şekil 4.25'de görülmektedir.



Şekil 4.24: Senaryo 3-a durumunda bütün bloklar için birim hacime düşen ısıtma enerjisi harcamaları.



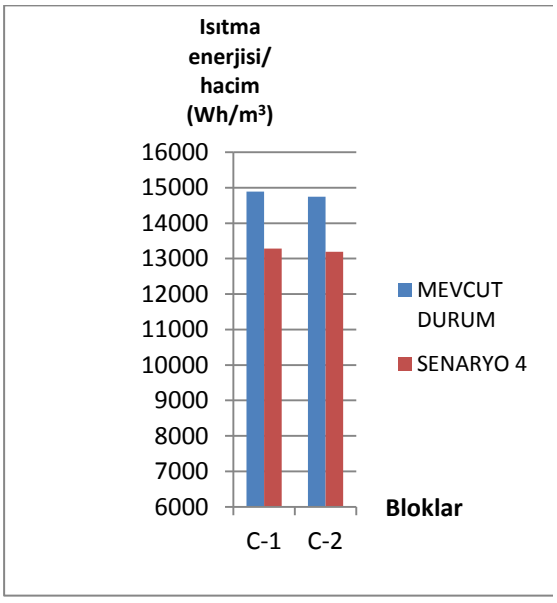
Şekil 4.25: Senaryo 3 durumunda bütün bloklar için birim hacime düşen soğutma enerjisi harcamaları.

Bina kabuğunun toplam ısı geçirme katsayısının değiştirilmesi durumu ile yerleşme biriminin mevcut durumu karşılaştırıldığında;

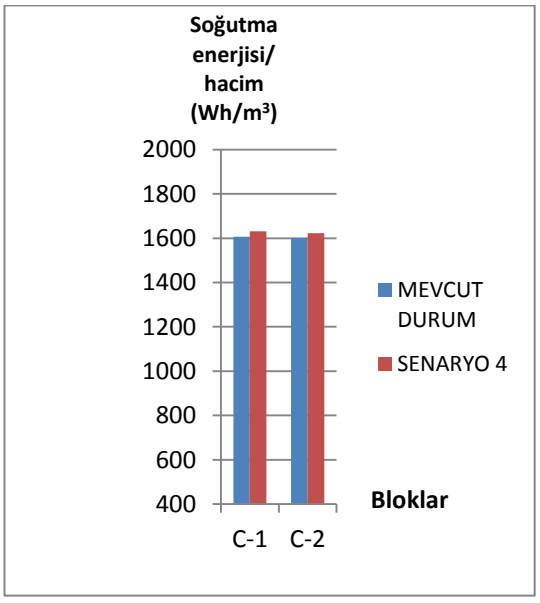
- Senaryo 3-a için, ısıtma enerjisi harcamalarında A ve B bloklarda azalma, C bloklarda ise küçük bir artış görülmektedir.
- Senaryo 3-b için, ısıtma enerjisi harcamalarında A-1, A-2, A-3 ve A-4 bloklar ile B bloklarda azalma, A-5 blok ile C bloklarda ise artış görülmektedir.
- Senaryo 3-a için, soğutma enerjisi harcamalarında A-1, A-2, A-3, A-4 ve B-2 bloklarda fark görülmemekte, A-5 blok ve C bloklarda azalma, B-1 ve B-3 bloklarda ise artış görülmektedir.
- Senaryo 3-b için, soğutma enerjisi harcamalarında A-1, A-2, A-3, A-4 ve B-2 bloklarda fark görülmemekte, diğer bloklarda artış görülmektedir.

4.4.4 Binaların formuna ilişkin senaryoların ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının hesaplanması

C blokların balkonlarının olmadığı kabul edildiğinde oluşan ısıtma enerjisi harcamaları Şekil 4.26 'da, soğutma enerjisi harcamaları ise Şekil 4.27'de görülmektedir.



Şekil 4.26: C Bloklar için balkonsuz durumda birim hacimdeki ısıtma enerjisi harcamaları.



Şekil 4.27: C Bloklar için balkonsuz durumda birim hacimdeki ısıtma enerjisi harcamaları.

C blokların balkonsuz durumu mevcut durum ile karşılaştırıldığında ısıtma enerjisi harcamalarının azaldığı, soğutma enerjisi harcamalarının ise arttığı görülmektedir.

4.5 Mevcut Yerleşme Birimi ve Senaryoların Isıtma ve Soğutma Enerjisi Harcamaları Açısından Değerlendirilmesi

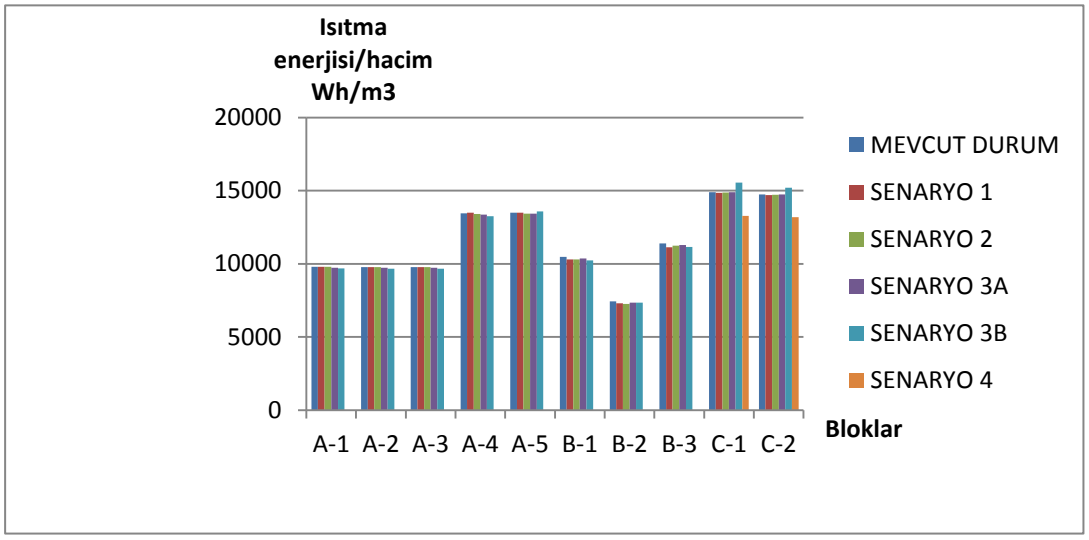
Mevcut yerleşme birimi ve senaryolar öncelikle ısıtma enerjisi harcamaları açısından, sonrasında ise soğutma enerjisi harcamaları açısından değerlendirilmektedir.

4.5.1 Mevcut yerleşme birimi ve senaryoların ısıtma enerjisi harcamaları açısından değerlendirilmesi

Mevcut yerleşme birimi ve senaryoların bloklara göre birim hacim için ısıtma enerjisi harcamaları Şekil 4.28'de ve senaryolarda oluşan ısıtma enerjisi harcamalarının mevcut duruma göre farkları Çizelge 4.5'te görülmektedir.

Çizelge 4.5: Mevcut durum ve senaryolar için birim hacimdeki ısıtma enerjisi harcamaları ve oluşan değişimler.

ISITMA	Mevcut durum	Senaryo 1 (yönlendirili ş durumu)	Senaryo 2 (bina aralıkları)	Senaryo 3 (bina kabuğu)		Senary o 4 (bina formu)
				a	b	
A1	9790	9789	9789	9738	9685	-
Değişim		-1	-1	-52	-105	-
A2	9771	9770	9769	9720	9668	-
Değişim		-1	-2	-51	-103	-
A3	9770	9770	9769	9720	9667	-
Değişim		0	-1	-50	-103	-
A4	13450	13490	13414	13351	13254	-
Değişim		40	-36	-99	-196	-
A5	13488	13490	13436	13433	13590	-
Değişim		2	-52	-55	102	-
B1	10463	10301	10293	10352	10230	-
Değişim		-162	-170	-111	-233	-
B2	7427	7307	7248	7347	7335	-
Değişim		-120	-179	-80	-92	-
B3	11388	11139	11232	11272	11144	-
Değişim		-249	-156	-116	-244	-
C1	14885	14857	14869	14895	15544	13279
Değişim		-28	-16	10	659	-1606
C2	14746	14702	14719	14750	15197	13193
Değişim		-44	-27	4	451	-1553



Şekil 4.28: Mevcut durum ve senaryolar için ısıtma enerjisi harcamaları.

Bütün senaryolar ısıtma enerjisi açısından değerlendirildiğinde oluşan durumlar şu şekildedir:

- Senaryo 1

A-1, A-2 ve A-3 blokların yönlendiriliş durumu değiştirildiğinde ısıtma enerjisi harcamalarında önemli bir değişiklik görülmemiştir. A-4 ve A-5 blokların ısıtma enerjisi harcamalarında birim hacim için sırasıyla 40 Wh ve 2 Wh'lik bir artış görülmektedir. B-1, B-2 ve B-3 blokların yönlendiriliş durumu değiştirildiğinde ısıtma enerjisi harcamalarında sırasıyla 162 Wh, 120 Wh ve 249 Wh'lik bir azalma olmaktadır.C-1 ve C-2 blokların yönlendiriliş durumu değiştirildiğinde ise ısıtma enerjisi harcamalarında sırasıyla 28 Wh ve 44 Wh'lik bir azalma oluşmaktadır.

- Senaryo 2

Yerleşme birimindeki binaların başka bir bina tarafından gölgelenmediği düşünüldüğünde, A-1, A-2 ve A-3 blokların ısıtma enerjisi harcamalarında 1 Wh ve 2 Wh'lik ufak bir azalma gözlenmiştir. A-4 ve A-5 blokların gölgelenmediği durumda ısıtma enerjisi harcamalarında birim hacim için sırasıyla 36 Wh ve 52 Wh'lik bir azalma görülmektedir. B-1, B-2ve B-3 blokların gölge almadığı durumda ısıtma enerjisi harcamalarında sırasıyla 170 Wh,179 Wh ve 156 Wh'lik azalma olmaktadır. C-1 ve C-2 bloklarda ise sırasıyla 16 Wh ve 27 Wh olmak üzere küçük bir azalma görülmektedir.

- Senaryo 3

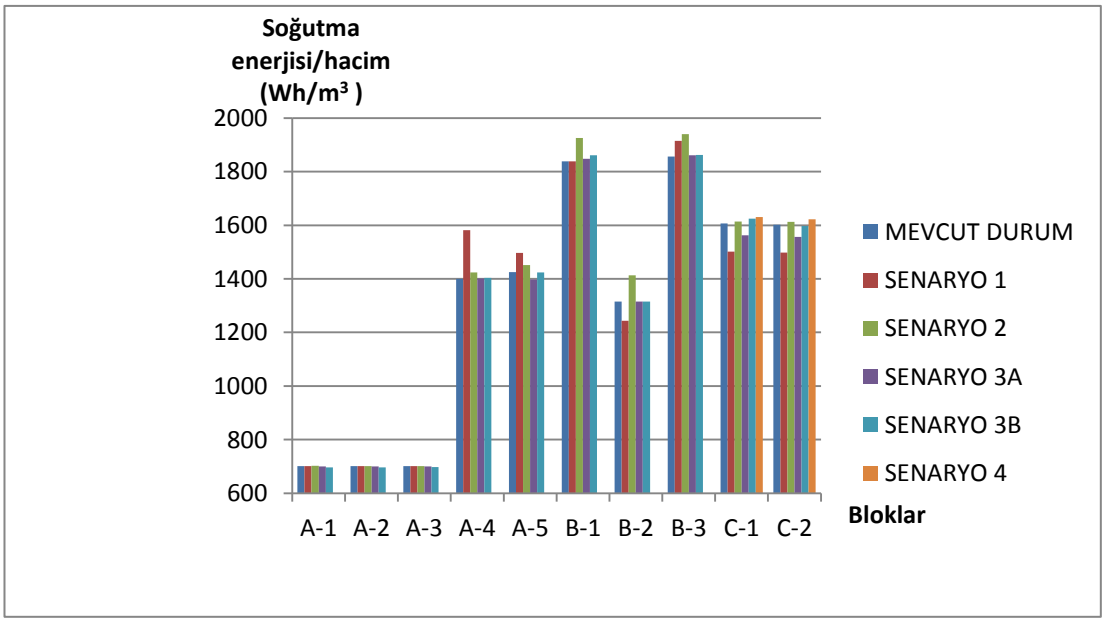
Yerleşme birimindeki tüm bloklarda bina kabuğu termofiziksel özelliklerinin Çizelge 4.4'de görülen Senaryo 3-a değerlerinde olması durumunda, A-1, A-2 ve A-3 blokların ısıtma enerjisi harcamalarında birim hacim için sırasıyla 52 Wh, 51 Wh ve 50 Wh azalma olmaktadır. B-1,B-2 ve B-3 blokların ısıtma enerjisi harcamaları sırasıyla 111 Wh, 80 Wh, 116 Wh azalmaktadır. A-4 ve A-5 blokların birim hacim için ısıtma enerjisi harcamalarında sırasıyla 99 Wh ve 55 Wh azalma görülmektedir. C-1 ve C-2 bloklarda ise ısıtma enerjisi harcamaları sırasıyla 10 Wh ve 4 Wh olmak üzere az miktarda artmaktadır.

- Senaryo 4

Yerleşme biriminde sadece C bloklar için bina formu balkonlar kaldırılarak değiştirildiğinde, C-1 blok ısıtma enerjisi harcaması birim hacim için 1606 Wh azalmaktadır. C-2 blokda ise 1553 Wh azalma görülmektedir.

4.5.2 Mevcut yerleşme birimi ve senaryoların soğutma enerjisi harcamaları açısından değerlendirilmesi

Mevcut yerleşme birimi ve senaryoların bloklara göre birim hacim için soğutma enerjisi harcamaları Şekil 4.29'da ve senaryoda oluşan harcamaların mevcut duruma göre farkları Çizelge 4.6'da görülmektedir.



Şekil 4.29: Mevcut durum ve senaryolar için soğutma enerjisi harcamaları.

Çizelge 4.6: Mevcut durum ve senaryolar için birim hacimdeki soğutma enerjisi harcamaları ve oluşan değişimler.

SOĞUTMA	Mevcut durum	Senaryo 1 (yönlendiriliş durumu)	Senaryo 2 (bina aralıkları)	Senaryo 3 (bina kabuğu)		Senaryo 4 (bina formu)
				a	b	
A1	701	701	702	700	697	-
Değişim		0	1	-1	-4	-
A2	701	701	702	700	697	-
Değişim		0	1	-1	-4	-
A3	701	701	702	700	697	-
Değişim		0	1	-1	-4	-
A4	1399	1581	1423	1401	1404	-
Değişim		182	24	2	5	-
A5	1425	1497	1450	1398	1424	-
Değişim		72	25	-27	-1	-
B1	1837	1837	1925	1847	1861	-
Değişim		0	88	10	24	-
B2	1315	1243	1413	1315	1315	-
Değişim		-72	98	0	0	-
B3	1856	1914	1939	1861	1862	-
Değişim		58	83	5	7	-
C1	1606	1501	1613	1562	1624	1630
Değişim		-105	7	-44	18	24
C2	1601	1498	1613	1556	1597	1621
Değişim		-103	12	-45	-4	20

Bütün senaryolar soğutma enerjisi açısından değerlendirildiğinde oluşan durumlar şu şekildedir:

- Senaryo 1

A-1, A-2 veA-3 blokların yönlendiriliş durumu değiştirildiğinde soğutma enerjisi harcamalarında bir fark olmamaktadır. A-4 ve A-5 blokların soğutma enerjisi harcamaları sırasıyla 182 Wh ve 72 Wh artış göstermektedir. B-1 blok için enerji harcamasında bir değişiklik olmamakta, B-2 blok soğutma enerjisi harcaması 72 Wh azalmakta, B-3 blok enerji harcaması ise 58 Wh artmaktadır. C-1 ve C-2 blokların soğutma enerjisi harcamaları sırasıyla 105 Wh ve 103 Wh azalmaktadır.

- Senaryo 2

A-1, A-2 ve A-3 blokların gölgelenmediği durumda soğutma enerjisi harcamalarında 1 Wh'lik ufak bir artış olmaktadır. A-4 ve A-5 blokların hiç gölge almadığı durumda soğutma enerjisi harcamaları sırasıyla 24 Wh ve 25 Wh artmaktadır. B-1, B-2, B-3 bloklar gölge almadıklarında soğutma enerjisi harcamaları birim hacim için sırasıyla 88 Wh, 98 Wh ve 83 Wh artış göstermektedir. C-1 ve C-2 bloklarda ise soğutma enerjisi harcamaları mevcut durumdan sırasıyla 7 Wh ve 12 Wh daha yüksek olmaktadır.

- Senaryo 3

Yerleşme birimindeki tüm bloklarda bina kabuğu termofiziksel özelliklerinin Çizelge 4.4'de görülen Senaryo 3-a değerlerinde olması durumunda, A-1, A-2 ve A-3 blokların soğutma enerjisi harcamalarında 1 Wh'lik az bir düşüş olmaktadır. A-4 blok soğutma enerjisi harcaması birim hacim için 2 Wh artmakta, A-5 blok enerji harcaması ise 27 Wh azalmaktadır. B-2 blok soğutma enerjisi harcamasında bir fark oluşmamakta, B-1, B-3 blokların birim hacim soğutma enerjisi harcamaları ise sırasıyla 10 Wh ve 5 Wh artış göstermektedir. C-1 ve C-2 blokların soğutma enerjisi harcamaları sırasıyla 44 Wh ve 45 Wh azalmaktadır.

- Senaryo 4

Yerleşme biriminde sadece C bloklar için bina formu balkonlar kaldırılarak değiştirildiğinde, C-1 blok soğutma enerjisi harcamasında birim hacim için 24 Wh artış, C-2 blok soğutma enerjisi harcamasında ise 20 Wh artış gözlemlenmektedir.

Yapılan tüm değerlendirme sonucunda;

- Yerleşme birimindeki binaların birbirini gölgelememesi durumunda toplamda birim hacim başına 640 Wh'lik bir azalma görülmektedir.
- Bina kabuğu toplam ısı geçirme katsayısı değerlerinin iyileştirilmesi sonucu, genel olarak ısıtma enerjisi harcamalarında azalma görülmektedir. Soğutma enerjisi harcamalarında ise çok fark oluşmamıştır.
- C bloklarda saydam yüzeylerin gölgelenmediği durumda ısıtma enerjisi harcamalarında büyük miktarda azalma, soğutma enerjisi harcamalarında ise artış gözlemlenmektedir.

4.6. Yerleşme Birimine İlişkin Optimum Enerji Harcamalarını Sağlayan Senaryonun Geliştirilmesi

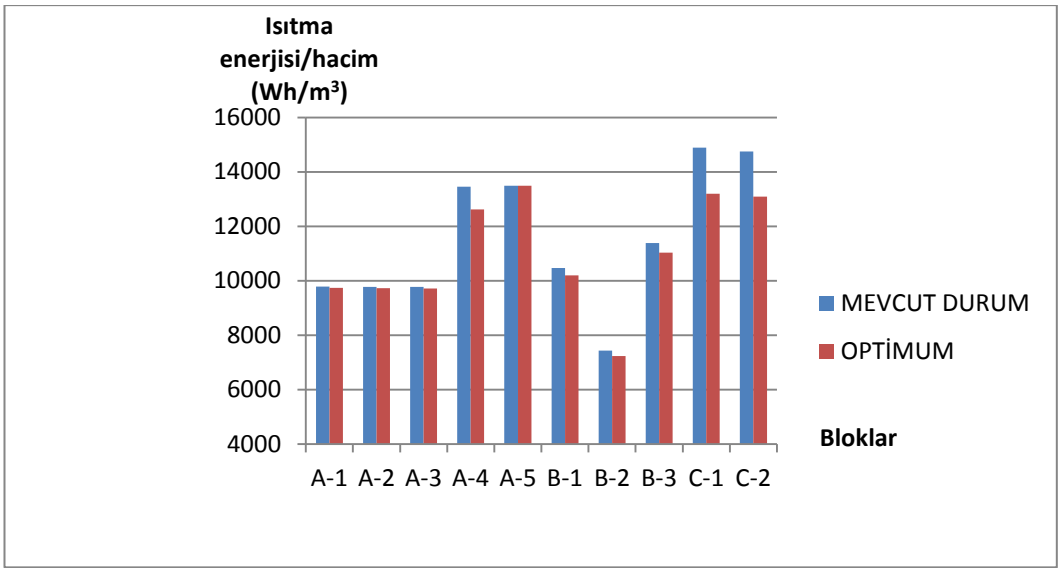
Yerleşme birimine ilişkin geliştirilen senaryoların ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının değerlendirilmesi sonucu her blok için optimum enerji harcamasını sağlayacak yönlendiriliş durumu, bina aralıkları ve bina kabuğu, C bloklar için ise ek olarak bina formu belirlenmiştir. Optimum senaryoda bütün bloklar için kabul edilen alternatifler Çizelge 4.7'de verilmektedir.

Çizelge 4.7: Bütün bloklar için optimum senaryoda kabul edilen durumlar.

Blok	**Yönlendiriliş durumu**	**Bina aralıkları**	**Bina kabuğu**	**Bina formu**
A-1	mevcut durum	mevcut durum	senaryo 3a	-
A-2	mevcut durum	mevcut durum	senaryo 3a	-
A-3	mevcut durum	mevcut durum	senaryo 3a	-
A-4	mevcut durum	senaryo 2	senaryo 3a	-
A-5	mevcut durum	mevcut durum	mevcut durum	-
B-1	senaryo 1	senaryo 2	senaryo 3a	-
B-2	senaryo 1	senaryo 2	senaryo 3a	-
B-3	senaryo 1	senaryo 2	senaryo 3a	-
C-1	senaryo 1	senaryo 2	mevcut durum	senaryo 4
C-2	senaryo 1	senaryo 2	mevcut durum	senaryo 4

4.6.1 Mevcut yerleşme birimi ve optimum senaryonun ısıtma enerjisi harcamaları açısından değerlendirilmesi

Oluşturulan optimum senaryo ile yerleşme biriminin mevcut durumu için bütün blokların birim hacimdeki ısıtma enerjisi harcamaları Şekil 4.30'da görülmektedir.

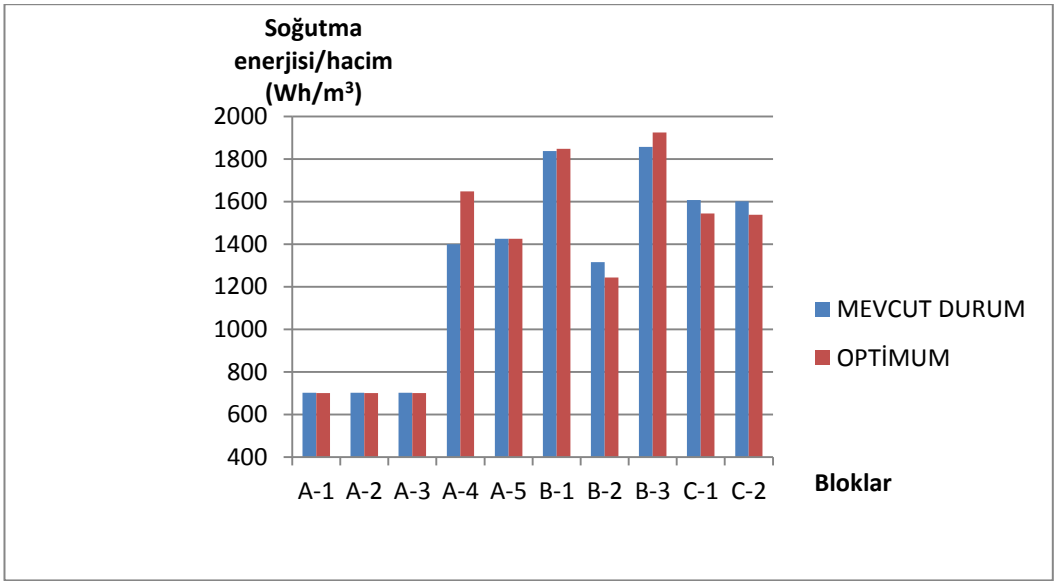


Şekil 4.30: Yerleşme biriminin mevcut durumu ve belirlenen optimum durum için ısıtma enerjisi harcamaları.

Optimum senaryo ile mevcut durumun ısıtma enerjisi harcamaları karşılaştırıldığında A-5 blokta değişiklik olmamakta, diğer bütün bloklarda ısıtma enerjisi harcamaları azalmaktadır.

4.6.2 Mevcut yerleşme birimi ve optimum senaryonun soğutma enerjisi harcamaları açısından değerlendirilmesi

Oluşturulan optimum senaryo ile yerleşme biriminin mevcut durumu için bütün blokların birim hacimdeki soğutma enerjisi harcamaları Şekil 4.31'de görülmektedir.

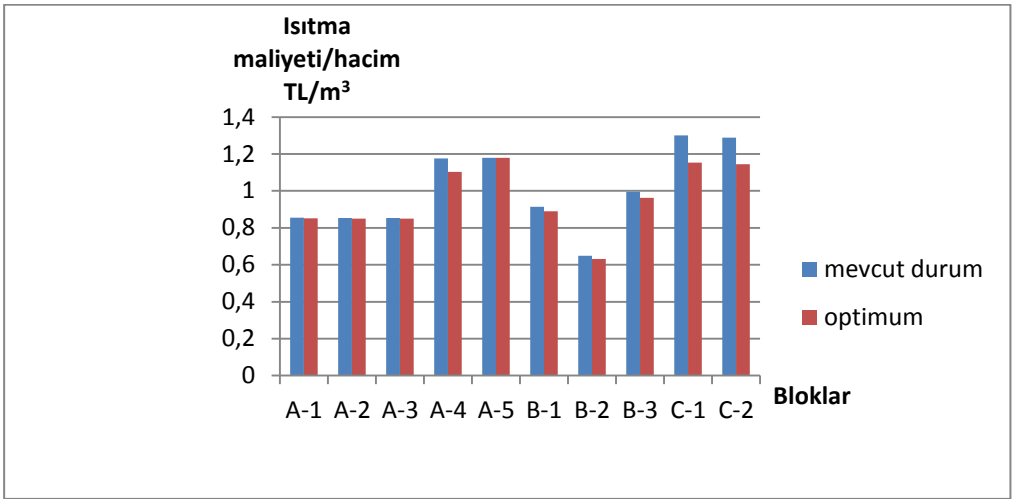


Şekil 4.31: Yerleşme biriminin mevcut durumu ve belirlenen optimum durum için soğutma enerjisi harcamaları.

Optimum senaryo ile mevcut durumun soğutma enerjisi harcamaları karşılaştırıldığında A-1, A-2, A-3 ve A-5 bloklarda değişiklik olmamakta, A-4, B-1 ve B-3 bloklarda artış, diğer bloklarda ise azalma görülmektedir.

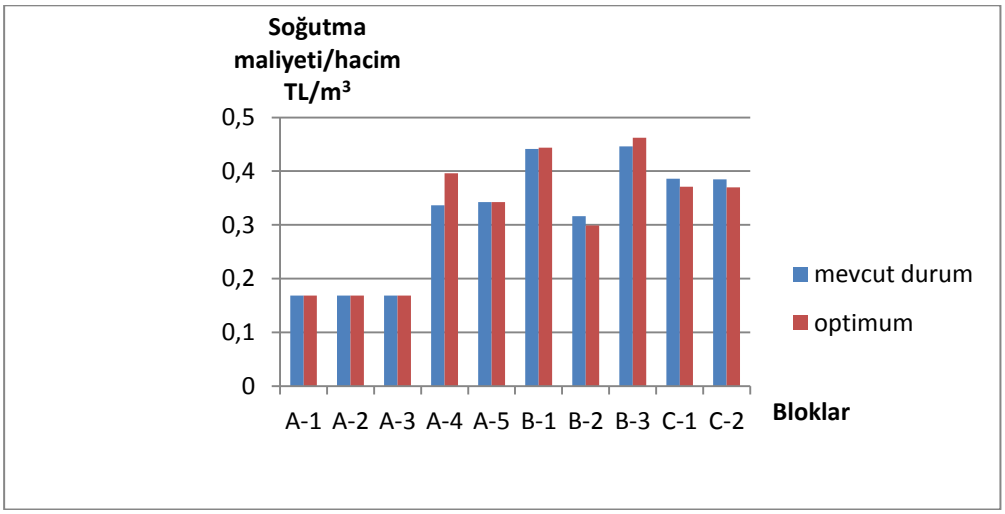
4.6.3 Mevcut yerleşme birimi ve optimum senaryonun enerji maliyeti açısından değerlendirilmesi

Mevcut yerleşme birimi ve optimum senaryonun ısıtma enerjisi maliyeti güncel doğalgaz birim maliyeti üzerinden hesaplanmıştır. Bloklara göre birim hacime düşen ısıtma enerjisi maliyetleri Şekil 4.32'de görülmektedir.



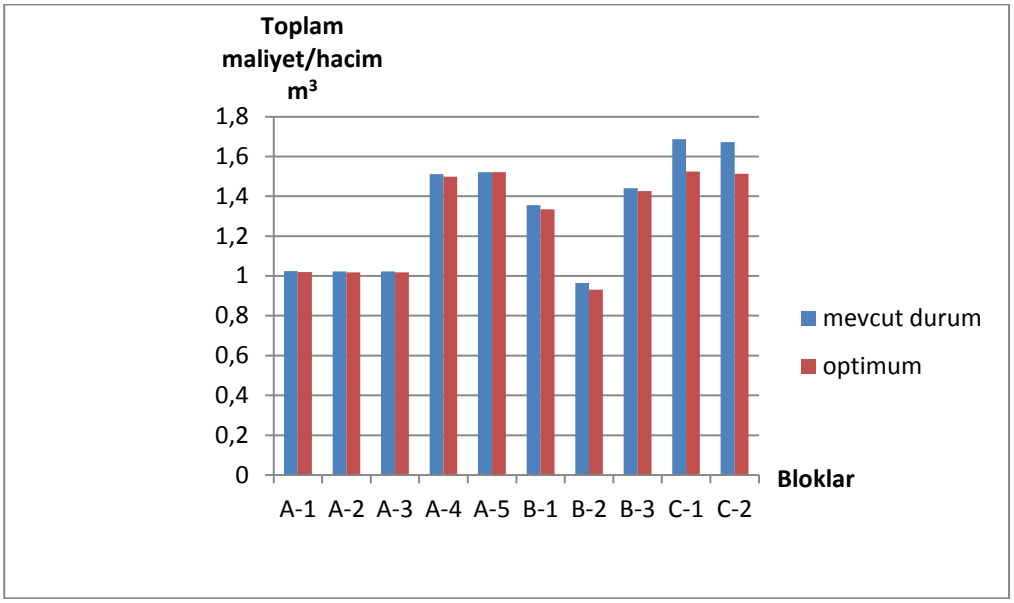
Şekil 4.32: Bloklara göre ısıtma enerjisi maliyetleri.

Mevcut yerleşme birimi ve optimum senaryonun soğutma enerjisi maliyeti güncel elektrik birim maliyeti üzerinden hesaplanmıştır. Bloklara göre birim hacime düşen soğutma enerjisi maliyetleri Şekil 4.33'de görülmektedir.



Şekil 4.33: Bloklara göre soğutma enerjisi maliyetleri.

Bütün bloklar için ısıtma ve soğutma enerjisi maliyetleri toplamı ise Şekil 4.34'de görülmektedir.



Şekil 4.34: Bloklara göre ısıtma ve soğutma enerjisi maliyetleri toplamı.

Oluşturulmuş olan optimum durum ile yerleşme biriminin mevcut durumu karşılaştırıldığında;

- Isıtma enerjisi maliyetlerinde A-5 blokta değişiklik olmamakta, diğer bütün bloklarda azalma görülmektedir.
- Soğutma enerjisi maliyetlerinde A-1, A-2, A-3 ve A-5 bloklarda değişiklik olmamakta, B-2, C-1 ve C-2 bloklarda azalma A-4, B-1 ve B-3 bloklarda artış görülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Enerji korunumu, artan çevre kirliliği, küresel ısınma ve enerji kaynaklarının azalmasının bir sonucu olarak önem kazanmaktadır.Binaların enerji tüketimindeki payının yüksek olması nedeniyle enerji korunumu sağlayacak önlemlerin alınması gerekmektedir. Binalarda harcanan enerjinin büyük bir kısmını oluşturan ısıtma ve soğutma yüklerinin azaltılması hem ekonomik hem de çevresel anlamda yararlı olmaktadır.

Bu çalışmada, binalarda ısıtma ve soğutma harcamalarının azaltılması için yerleşme ve bina ölçeğinde tasarım aşamasında göz önüne alınması gereken binanın yeri, yönlendiriliş durumu, hacim organizasyonu, bina aralıkları, bina formu ve bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri şeklinde sıralanan değişkenler ele alınmıştır. Türkiye ve İstanbul'da yerleşim birimlerinin gelişimi incelenmiş ve İstanbul'da uygulanmış bir yerleşim biriminde söz konusu değişkenler ele alınarak binaların ısıtma ve soğutma harcamaları bir simülasyon programı yardımı ile değerlendirilmiştir.

Değerlendirme sonucunda, yerleşme birimi tasarımında bina aralıkları, bina formu, bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri gibi tasarım değişkenlerinin ısıtma ve soğutma enerjisi korunumu açısından önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.
Yerleşme biriminin mevcut durumuna ve geliştirilen senaryolara ait ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarına bakıldığında, tasarım aşamasında binalarda pasif önlemler alınarak enerji korunumunun sağlanması mümkün olmaktadır.

Türkiye ve İstanbul'da yerleşme birimi sayısının günden güne çoğalması nedeniyle sonuçlar daha da belirgin olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle, yerleşme birimlerinde enerji korunumu konusundaki çalışmalar büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

[1] **CO_2 Now** www.co2now.org

[2] **Keleş,R**. (1997). Kentleşme Politikası, Ankara: İmge Kitabevi

[3] **Görgülü,T.**(2003), İstanbul'da Çeşitlenen Konut Üretim Biçimleri ve Değişen Konut Alışkanlıkları,Mimarist, Sayı:7, s.50

[4] **Bayraktar, E**. (2007). Bir İnsanlık Hakkı Konut: TOKİ'nin Planlı Kentleşme ve Konut Üretim Seferberliği, İstanbul: Boyut Yayınları

[5] **TOKİ**, <www.toki.gov.tr> alındığı tarih: 03.01.2014

[6] **TOKİ**, Faaliyet Raporu 2014, <www.toki.gov.tr> alındığı tarih: 02.04.2014

[7] **Özsab, S.**(2009). Alt gelir grubuna yönelik konut üretimi, Yükseklisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

[8] **Uluslarası Kooperatifler Birliği**, <www.ica.coop/en/whats-co-op>alındığı tarih: 21.04.2014

[9] **Türkiye Kent Kooperatifleri Merkez Birliği**, <www.turkkent.coop> alındığı tarih: 02.04.2014

[10] **Berkman,G**. (1996).1984 Sonrası Konut Kooperatifçiliği, Ankara: Toplu Konut İdaresi Başkanlığı

[11] **Hasol,D.** (2008) Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, İstanbul: YEM Yayınları

[12] **Tekeli, İ.** (1982). Türkiye'de konut kesiminde ortaya çıkmışolandeğişik konut sunum biçimleri, Türkiye'de Konut Sunumunun Davranışsal Nitelikleri ve Konut Kesiminde Bunalım, Konut 81, Kent-Koop Yayınları, Ankara 61-101

[13] **Şatıroğlu, Z.A.** (2010). İstanbul çeperlerinde konut gelişme eğilimleri: Bahçeşehir Mahallesi üzerinee bir inceleme, Yüksek Lisans Tezi, MSGSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

[14] **Esin, R.**(1998). Akaretler'den Uydukentlere, Emlak Market Dergisi, s. 18, İstanbul

[15] **GYODER**, <www.gyoder.org.tr> alındığı tarih:02.04.2014

[16] **Alpaykut,S.S**. (2011). İstanbul'da yeni konut biçimi olarak kapalı siteler: karşılaştırmalı bir analiz, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

[17] **Öncü,A., Weyland,P.,** (2005). Mekan, Kültür ve İktidar: Küreselleşen Kentlerde Yeni Kimlikler, İstanbul: İletişim Yayınları

[18] **Şalgamcıoğlu, M.E.** (2013).İstanbul'da çoklukonut gelişiminin semantikve sentaktik olarak irdelenmesi: 1930-1980 dönemi, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

[19] **Kurtuluş, H.** (2005). İstanbul'da KentselAyrışma:Mekansal Dönüşümde Farklı Boyutlar,İstanbul:Bağlam Yayınları

[20] **Aytar,İ. Akbulut, M.T.** (2012). İstanbul ölçeğinde kapalı (konut) siteler(i): tercih nedenleri ve gelişimi, Mimar.ist, s.45

[21] **Tekeli, İ**., (2009). Konut Sorununu Konut Sunum BİçimleriyleDüşünmek, TarihVakfı Yurt Yayınları

[22] **Firidin Özgür, E.** (2006). Sosyal ve mekansal ayrışma çerçevesinde yeni konutlaşma eğilimleri: kapalı siteler, Doktora Tezi, MSGSÜ Fen Bilimler Enstitüsü

[23] **Firidin Özgür, E.** (2010). İstanbul'da kapalı yerleşmelerin toplumsal ve çevresel etkileri açısından bir irdeleme, Ulusal Konut Konferansı; Yeni Yaşamlar, Yeni Mekanlar, Yeni Sınırlar, 4-5 May İTÜ Konut ve Eğitim Merkezi, İstanbul

[24] **Türkiye İstatistik Kurumu**, Sera Gazı Emisyon Envanteri 1990-2011 <www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=13482> alındığı tarih: 01.02.2014

[25] **Çevre ve Şehircilik Bakanlığı**, BEPtr sunumu, <www.csb.gov.tr>, alındığı tarih:21.10.2013

[26**] Koçlar Oral, G.** (1998). Isıtma- havalandırma ders notları, İTÜ, İstanbul

[27**] Türk Dil Kurumu**,Güncel Türkçe Sözlük "iklim"<www.tdk.gov.tr> alındığı tarih: 01.02.2014

[28] **Yılmaz,Z. ve diğ.**(2006). Türkiye ve İrlanda'daki binaların enerji etkin tasarımı ve yapımı için sürdürülebilirlik stratejileri, İstanbul: İTÜ Araştırma Fonu

[29] **Dizdar, H.**(2009).İklimsel tasarım parametreleri açısından geleneksel ve yeni konutların değerlendirilmesi :Diyarbakır örneği, Yüksek lisans tezi, İTÜ Fen bİlimleri Enstitüsü, İstanbul

[30] **Moore, F.**(1993).Environmental Control Systems : Heating, Cooling, Lighting

[31] **Meteoroloji Genel Müdürlüğü,**<www.mgm.gov.tr> alındığı tarih: 05.02.2014

[32] **Özdemir,B.B.**(2005).Sürdürülebilir çevre için binaların enerji etkin pasif sistemler olarak tasarlanması, Yükseklisans tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

[33] **Zeren, L., Berköz, E.,Küçükdoğu, M. ve diğerleri**, (1987). Türkiye'de Yeni Yerleşmeler ve Binalarda Enerji Tasarrufu Amacıyla bir Mevzuat Modeline İlişkin Çalışma,Çevre ve ŞehircilikUygulama- Araştırma Merkezi, İTÜ

[34] **Berköz, E. ve diğ**. (1995). Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, TÜBİTAK

[35] **Lechner, N.** (2009). Heating, Cooling, Lighting, NJ:John Wiley&Sons

[36] **Brown, G.Z., DeKay,M.** (2001). Sun, Wind& Light: Architectural Design Strategies, NewYork: Wiley& Sons

[37] **Olgyay, V.** (1963). Design with Climate, Princeton: Princeton University Press

[38] **Zorer, G.**(1992). Yapılarda Isısal Tasarım İlkeleri, YTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul

[39] **Morissey,J. Moore, T., Horne,R.E.** (2011). Affordable passivesolar design in a temperateclimate:An experiment in residential building orientation, Renewable Energy, v. 36 pp.568-577

[40] **Dörter,C.H**., (1994).Konutlarda ısıtma enerjisi korunumu amaçlı mimari tasarıma yön verici ilkelerin ve çözümlerin belirlenmesinde bir yaklaşım araştırması, Doktora Tezi, İTÜ FenBilimleri Enstitüsü, İstanbul

[41] **Ak, F.**(1993). Enerji etkin konut ve yerleşme birimi dizaynında uygulanabilecek bir yaklaşım, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

[42] **Yılmaz,Z. Koçlar Oral, G., Manioğlu, G.**(2000).Isıtma Enerjisi Tasarrufu Açısından Bina Kabuğu Isı Yalıtım Değerinin Bina Formuna Bağlı Olarak Belirlenmesi, Proje no: 985 Sonuç Raporu, İTÜ, İstanbul

[43] **Erdal, N.** (2010) Kentsel yenileme uygulamalarında kullanıcı memnuniyetinin belirlenmesi : Küçükçekmece Ayazma yenileme uygulaması Yükseklisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

EKLER

EK A: Bütün bloklar için mevcut durumda aylara göre ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları
EK B: Bütün bloklar için senaryo 1 durumunda aylara göre ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları
EK C: Bütün bloklar için senaryo 2 durumunda aylara göre ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları
EK D: Bütün bloklar için senaryo 3 durumunda aylara göre ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları
EK E: C bloklar için senaryo 4 durumunda aylara göre ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları

EK A: Bütün bloklar için mevcut durumda aylara göre ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları

Çizelge A.1: A-1 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	70849720	0
Şubat	73463272	0
Mart	58980424	0
Nisan	25545974	0
Mayıs	5123382	62167
Haziran	0	2754532
Temmuz	0	9211637
Ağustos	0	9936172
Eylül	0	1462682
Ekim	5298538	0
Kasım	29689112	0
Aralık	57953012	0

Çizelge A.2: A-2 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	70722680	0
Şubat	73338808	0
Mart	58872352	0
Nisan	25506252	0
Mayıs	5100802	46636
Haziran	0	2755230
Temmuz	0	9210235
Ağustos	0	9933771
Eylül	0	1463622
Ekim	5266362	0
Kasım	29628488	0
Aralık	57847664	0

Çizelge A.3: A-3 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	70719864	0
Şubat	73335352	0
Mart	58866728	0
Nisan	25501402	0
Mayıs	5097912	46671
Haziran	0	2755960
Temmuz	0	9213499
Ağustos	0	9937351
Eylül	0	1463909
Ekim	5265530	0
Kasım	29626062	0
Aralık	57845004	0

Çizelge A.4: A-4 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	82775808	0
Şubat	83629792	0
Mart	66907008	0
Nisan	29862074	0
Mayıs	7861966	0
Haziran	3431	4290377
Temmuz	0	16038691
Ağustos	0	17610744
Eylül	392971	2241119
Ekim	9359677	0
Kasım	36978828	0
Aralık	68518000	0

Çizelge A.5: A-5 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	83277448	0
Şubat	83906832	0
Mart	67023964	0
Nisan	29623040	0
Mayıs	7765820	138977
Haziran	3826	4447897
Temmuz	0	16366509
Ağustos	0	17481898
Eylül	385276	2478119
Ekim	9326783	0
Kasım	37093040	0
Aralık	68761720	0

Çizelge A.6: B-1 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	31972686	0
Şubat	33289322	0
Mart	25291528	0
Nisan	9775477	0
Mayıs	1897919	320708
Haziran	0	3364073
Temmuz	0	9290395
Ağustos	0	10004091
Eylül	35901	2001356
Ekim	2223406	4945
Kasım	12430037	0
Aralık	25340602	0

Çizelge A.7: B-2 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	20891114	0
Şubat	21758296	0
Mart	16618816	0
Nisan	6314524	0
Mayıs	1076640	152349
Haziran	0	1900133
Temmuz	0	6343090
Ağustos	0	6800976
Eylül	0	1185780
Ekim	1259434	0
Kasım	8020052	0
Aralık	16533827	0

Çizelge A.8: B-3 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	34818448	0
Şubat	35891264	0
Mart	27410914	0
Nisan	10643272	0
Mayıs	2098016	285496
Haziran	45	2981159
Temmuz	0	9767263
Ağustos	0	10646616
Eylül	42916	1553849
Ekim	2550908	0
Kasım	13742476	0
Aralık	27628260	0

Çizelge A.9: C-1 Blok enerji harcamaları

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	87882624	0
Şubat	88470728	0
Mart	71285864	0
Nisan	32190628	0
Mayıs	8818672	265581
Haziran	8112	4835312
Temmuz	0	17549104
Ağustos	0	18893658
Eylül	546558	2972677
Ekim	10474151	0
Kasım	39911328	0
Aralık	72834296	0

Çizelge A.10: C-2 Blok enerji harcamaları

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	87165384	0
Şubat	87784368	0
Mart	70651792	0
Nisan	31833122	0
Mayıs	8644184	116902
Haziran	7132	4834740
Temmuz	0	17552798
Ağustos	0	18910810
Eylül	517469	2950622
Ekim	10276668	0
Kasım	39489916	0
Aralık	72207776	0

EK B: Bütün bloklar için senaryo 1 durumunda aylara göre ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları

Çizelge B.11: A-1 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	70851584	0
Şubat	73463920	0
Mart	58974560	0
Nisan	25538740	0
Mayıs	5121592	61970
Haziran	0	2754630
Temmuz	0	9212430
Ağustos	0	9934164
Eylül	5282	1451454
Ekim	5295038	0
Kasım	29689174	0
Aralık	57953016	0

Çizelge B.12: A-2 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	70721128	0
Şubat	73335096	0
Mart	58859720	0
Nisan	25493574	0
Mayıs	5096296	46557
Haziran	0	2756397
Temmuz	0	9215402
Ağustos	0	9936536
Eylül	5260	1452932
Ekim	5262260	0
Kasım	29625846	0
Aralık	57844404	0

Çizelge B.13: A-3 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	70721104	0
Şubat	73335208	0
Mart	58859688	0
Nisan	25493280	0
Mayıs	5096168	46553
Haziran	0	2756275
Temmuz	0	9215070
Ağustos	0	9936219
Eylül	5260	1452854
Ekim	5262052	0
Kasım	29625696	0
Aralık	57844404	0

Çizelge B.14: A-4 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	83030464	0
Şubat	84003896	0
Mart	66898260	0
Nisan	29818602	0
Mayıs	7783795	497260
Haziran	3459	4873281
Temmuz	0	17875618
Ağustos	0	19352542
Eylül	380997	2788025
Ekim	9425910	0
Kasım	37178892	0
Aralık	68690424	0

Çizelge B.5: A-5 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	83388472	0
Şubat	84052816	0
Mart	66776492	0
Nisan	29479256	0
Mayıs	7748412	56889
Haziran	3848	4889456
Temmuz	0	16848204
Ağustos	0	18295242
Eylül	379634	2880756
Ekim	9421509	0
Kasım	37165620	0
Aralık	68810624	0

Çizelge B.15: B-1 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	31676028	0
Şubat	32837706	0
Mart	24764476	0
Nisan	9417404	0
Mayıs	1812779	317050
Haziran	0	3359720
Temmuz	0	9375333
Ağustos	0	10125990
Eylül	38906	1786132
Ekim	2231702	22146
Kasım	12233432	0
Aralık	25035608	0

Çizelge B.16: B-2 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	20835826	0
Şubat	21466714	0
Mart	16168897	0
Nisan	5988506	0
Mayıs	1020010	78971
Haziran	0	1828444
Temmuz	0	6139919
Ağustos	0	6492813
Eylül	5060	939060
Ekim	1240266	0
Kasım	7875098	0
Aralık	16379731	0

Çizelge B.8: B-3 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	34150452	0
Şubat	35207940	0
Mart	26687090	0
Nisan	10283282	0
Mayıs	2054264	189304
Haziran	45	2980052
Temmuz	0	10036307
Ağustos	0	11068852
Eylül	68833	1759558
Ekim	2554372	0
Kasım	13342045	0
Aralık	27104264	0

Çizelge B.9: C-1 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	87695096	0
Şubat	88178704	0
Mart	71272840	0
Nisan	32261732	0
Mayıs	8788538	47014
Haziran	8475	4454690
Temmuz	0	16775983
Ağustos	0	17917086
Eylül	446447	2406936
Ekim	10520176	0
Kasım	39834716	0
Aralık	72629416	0

Çizelge B.10: C-2 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	86919824	0
Şubat	87429392	0
Mart	70544992	0
Nisan	31816832	0
Mayıs	8591035	0
Haziran	7492	4422400
Temmuz	0	16763497
Ağustos	0	17957982
Eylül	427739	2361615
Ekim	10291146	0
Kasım	39365948	0
Aralık	71955936	0

EK C: Bütün bloklar için senaryo 2 durumunda aylara göre ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları

Çizelge C.1: A-1 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	70846040	0
Şubat	73458608	0
Mart	58973136	0
Nisan	25540018	0
Mayıs	5121492	62245
Haziran	0	2755634
Temmuz	0	9216290
Ağustos	0	9941220
Eylül	0	1468079
Ekim	5297701	0
Kasım	29686142	0
Aralık	57949520	0

Çizelge C.2: A-2 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	70715600	0
Şubat	73329808	0
Mart	58858300	0
Nisan	25494830	0
Mayıs	5094585	46734
Haziran	0	2757400
Temmuz	0	9219268
Ağustos	0	9943587
Eylül	0	1464628
Ekim	5264924	0
Kasım	29622818	0
Aralık	57840912	0

Çizelge C.3: A-3 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	70715584	0
Şubat	73329912	0
Mart	58858256	0
Nisan	25494532	0
Mayıs	5094456	46730
Haziran	0	2757278
Temmuz	0	9218935
Ağustos	0	9943271
Eylül	0	1464550
Ekim	5264714	0
Kasım	29622664	0
Aralık	57840916	0

Çizelge C.4: A-4 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	82595984	0
Şubat	83422368	0
Mart	66583992	0
Nisan	29661216	0
Mayıs	7813386	0
Haziran	3430	4399736
Temmuz	0	16269344
Ağustos	0	17884842
Eylül	408110	2301562
Ekim	9342900	0
Kasım	36854868	0
Aralık	68349696	0

Çizelge C.5: A-5 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	83068408	0
Şubat	83653336	0
Mart	66634112	0
Nisan	29381570	0
Mayıs	7719126	140717
Haziran	3845	4561585
Temmuz	0	16630048
Ağustos	0	17796724
Eylül	384644	2515097
Ekim	9332444	0
Kasım	36938392	0
Aralık	68572776	0

Çizelge C.7: B-2 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	20546458	0
Şubat	21368404	0
Mart	16026354	0
Nisan	5995094	0
Mayıs	1015276	186465
Haziran	0	2012294
Temmuz	0	6797657
Ağustos	0	7348888
Eylül	0	1251798
Ekim	1252661	0
Kasım	7806807	0
Aralık	16230297	0

Çizelge C.17: B-1 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	31640844	0
Şubat	32903626	0
Mart	24694592	0
Nisan	9398318	0
Mayıs	1813299	330750
Haziran	0	3478173
Temmuz	0	9733294
Ağustos	0	10542156
Eylül	35056	2084110
Ekim	2218669	4945
Kasım	12208090	0
Aralık	25035672	0

Çizelge C.8: B-3 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	34492584	0
Şubat	35521896	0
Mart	26846938	0
Nisan	10332177	0
Mayıs	2040352	302822
Haziran	45	3095741
Temmuz	0	10195060
Ağustos	0	11163896
Eylül	42916	1615420
Ekim	2550386	0
Kasım	13540024	0
Aralık	27340168	0

Çizelge C.9: C-1 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	87827560	0
Şubat	88403520	0
Mart	71180424	0
Nisan	32108468	0
Mayıs	8786758	266879
Haziran	8113	4853793
Temmuz	0	17619544
Ağustos	0	18976402
Eylül	545841	2980612
Ekim	10460858	0
Kasım	39868656	0
Aralık	72780952	0

Çizelge C.10: C-2 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	87071128	0
Şubat	87669120	0
Mart	70471056	0
Nisan	31695112	0
Mayıs	8596283	117569
Haziran	7139	4866558
Temmuz	0	17673792
Ağustos	0	19052928
Eylül	516325	2963973
Ekim	10254340	0
Kasım	39417464	0
Aralık	72116592	0

EK D: Bütün bloklar için senaryo 3-a durumunda aylara göre ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları

Çizelge D.1: A-1 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	70524264	0
Şubat	73152536	0
Mart	58706296	0
Nisan	25402044	0
Mayıs	5057608	62346
Haziran	0	2750858
Temmuz	0	9179910
Ağustos	0	9890639
Eylül	0	1483166
Ekim	5183278	0
Kasım	29485650	0
Aralık	57675976	0

Çizelge D.2: A-2 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	70396664	0
Şubat	73027200	0
Mart	58596700	0
Nisan	25359526	0
Mayıs	5033324	62788
Haziran	0	2751784
Temmuz	0	9179631
Ağustos	0	9889460
Eylül	0	1484222
Ekim	5172152	0
Kasım	29433928	0
Aralık	57570112	0

Çizelge D.3: A-3 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	70394368	0
Şubat	73024496	0
Mart	58592376	0
Nisan	25355748	0
Mayıs	5032112	62826
Haziran	0	2752298
Temmuz	0	9181971
Ağustos	0	9892039
Eylül	0	1484438
Ekim	5171420	0
Kasım	29431932	0
Aralık	57567924	0

Çizelge D.4: A-4 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	82157928	0
Şubat	83039544	0
Mart	66389576	0
Nisan	29614690	0
Mayıs	7774562	0
Haziran	1808	4355794
Temmuz	0	15987364
Ağustos	0	17522156
Eylül	378473	2365772
Ekim	9243898	0
Kasım	36656496	0
Aralık	67993624	0

Çizelge D.18: A-5 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	82899024	0
Şubat	83574336	0
Mart	66849668	0
Nisan	29573540	0
Mayıs	7728575	193319
Haziran	3118	4393750
Temmuz	0	16096208
Ağustos	0	17037584
Eylül	360873	2413531
Ekim	9229709	0
Kasım	36928856	0
Aralık	68445880	0

Çizelge D.6: B-1 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	31659888	0
Şubat	32989944	0
Mart	25029748	0
Nisan	9651691	0
Mayıs	1859337	366254
Haziran	0	3392239
Temmuz	0	9273199
Ağustos	0	9989953
Eylül	35479	2060524
Ekim	2175334	34777
Kasım	12273818	0
Aralık	25075458	0

Çizelge D.7: B-2 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	20687444	0
Şubat	21563688	0
Mart	16446351	0
Nisan	6230898	0
Mayıs	1051868	158799
Haziran	0	1910902
Temmuz	0	6320898
Ağustos	0	6786726
Eylül	0	1204865
Ekim	1221585	0
Kasım	7914404	0
Aralık	16360580	0

Çizelge D.8: B-3 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	34490872	0
Şubat	35579968	0
Mart	27137084	0
Nisan	10510399	0
Mayıs	2061496	300336
Haziran	30	3021498
Temmuz	0	9754601
Ağustos	0	10620172
Eylül	42582	1609900
Ekim	2502946	0
Kasım	13577904	0
Aralık	27351444	0

Çizelge D.9: C-1 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	87790224	0
Şubat	88464968	0
Mart	71557048	0
Nisan	32399048	0
Mayıs	8819427	265216
Haziran	7240	4731019
Temmuz	0	17069096
Ağustos	0	18314592
Eylül	540339	2909219
Ekim	10400742	0
Kasım	39935804	0
Aralık	72773528	0

Çizelge D.190: C-2 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	87041784	0
Şubat	87747408	0
Mart	70895808	0
Nisan	32027862	0
Mayıs	8644834	116632
Haziran	6226	4737998
Temmuz	0	17071744
Ağustos	0	18318848
Eylül	497665	2884756
Ekim	10189669	0
Kasım	39498708	0
Aralık	72119168	0

EK E: C bloklar için senaryo 4 durumunda aylara göre ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları

Çizelge E.1: C-1 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	79338064	0
Şubat	79894568	0
Mart	63343968	0
Nisan	27919282	0
Mayıs	7334558	306491
Haziran	2329	4888148
Temmuz	0	17726240
Ağustos	0	19263958
Eylül	409704	3000968
Ekim	8966095	0
Kasım	35323308	0
Aralık	65389060	0

Çizelge E.2: C-2 Blok enerji harcamaları.

	ISITMA	SOĞUTMA
AYLAR	(Wh)	(Wh)
Ocak	78877624	0
Şubat	79463752	0
Mart	63009984	0
Nisan	27726804	0
Mayıs	7223430	303408
Haziran	1823	4863386
Temmuz	0	17608512
Ağustos	0	19162706
Eylül	357196	3000869
Ekim	8835444	0
Kasım	35051248	0
Aralık	64980600	0

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Seda Serbest

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul, 1987

E-Posta: serbestseda@yahoo.com

Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

2013- : Araştırma Görevlisi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi ABD