

T.C  
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MİMARLIK ANABİLİM DALI  
MİMARLIK BİLİM DALI

**MİMARLIKTA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE ENERJİ  
KORUNUMU**  
Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:  
**Orman NOBAHAR SADEGHİFAM**

İstanbul, 2014

T.C  
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MİMARLIK ANABİLİM DALI  
MİMARLIK BİLİM DALI

**MİMARLIKTA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE ENERJİ  
KORUNUMU**  
Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:  
**Orman NOBAHAR SADEGHİFAM**

Öğrenci No:  
**120807002**

Danışman:  
Prof. Dr. Sercan ÖZGENCİL YILDIRIM

İstanbul, 2014

## YEMİN METNİ

Yüksek Lisans projesi olarak sunduğum “**Mimarlıkta Sürdürülebilirlik ve Enerji Korunumu**”başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterdiğim ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım.12/07/2014



Aday: Orman NOBAHAR SADEGHIFAM

T.C.  
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAVI SONUÇ TUTANAĞI

Beykent Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Aşağıda tez adı belirtilen yüksek lisans öğrencisi 120807002 no'lu ORMAN NOBAHAR SADEGHIFAM'in 01/07/2014 tarihinde yapılan tez savunma sınavı<sup>1</sup> sonucunda 60 dakika süreyle sunduğu ve savunduğu tezi hakkında<sup>2</sup> oybirliğiyle, KABUL kararı verilmiştir.

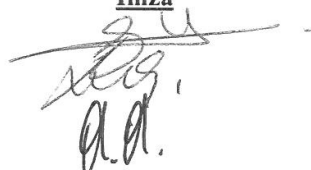
Bilgilerinize saygılarımızla arz ederiz.

---

**Anabilim Dalı** : Mimarlık  
**Programı** : Mimarlık  
**Tez Başlığı<sup>3</sup>** : Mimarlıkta Sürdürülebilirlik ve Enerji Korunumu

---

<u>Tez Sınav Jürisi</u>	<u>Öğretim Üyesi</u>
<b>Danışman</b>	<b>: Prof. Dr. Sercan ÖZGENCİL YILDIRIM</b>
<b>Üye</b>	<b>: Yrd. Doç. Dr. Ümit İŞIKDAĞ</b>
<b>Üye</b>	<b>: Yrd. Doç. Dr. Mustafa Orkun ÖZÜER</b>

İmza  


<sup>1</sup> Jüri üyeleri söz konusu tezin kendilerine teslim edildiği tarihten itibaren en geç bir ay içinde toplanarak öğrenciyi tez savunma sınavına alır. Belirlenen günde yapılamayan jüri toplantısı, katılanların hazırladığı bir tutanakla enstitü yönetimine bildirilir. Bu durumda jüri en geç onbeş gün içinde toplanarak adayı tez savunma sınavına alır. Tez savunma sınav süresi en az 45 dakikadır. Yüksek lisans tez savunma sınavı, tez çalışmasının sunulması ve bunu izleyen soru-yanıt bölümlerinden oluşur ve dinleyiciye açıktır. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-3)

<sup>2</sup> Tez sınavının tamamlanmasından sonra jüri, tez hakkında “kabul”, “düzeltme” veya “red” kararı verir. Jüri başkanı, jüri üyelerince imzalanmış sınav tutanağını, tez sınavını izleyen üç gün içinde ilgili enstitü yönetimine teslim eder. Tezi başarısız bulunan öğrencinin Enstitü ile ilişkisi kesilir. Tezi hakkında düzeltme kararı verilen öğrenci en geç üç ay içinde gerekli düzeltmeleri yaparak ve yönetmelikte belirtilen usullere uygun olarak tezini aynı jüri önünde yeniden savunur. Bu savunma sınavında da tezi kabul edilmeyen öğrencinin enstitü ile ilişkisi kesilir. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-4)

<sup>3</sup> İleride doğabilecek aksaklıkların engellenmesi için tezin başlığının yazılması gerekmektedir.

## ÖNSÖZ

Eğitim hayatım boyunca beni destekleyen ve her zaman yanımda olan anne ve babam ve abime; bana gösterdikleri sabır, anlayış ve hoşgörü için teşekkür ederim.

Bu tez çalışmam sırasında pek çok kişiden yardım ve destek gördüm. Özellikle, Prof.Dr. Sercan Özgencil Yıldırım tez danışmanlığımı kabul ederek, bu konuda çalışmamı desteklediği ve çalışmam süresince bana özgür düşünce, ortamı sağladığı için teşekkür ederim ayrıca sevgili arkadaşlarım Kaveh Salehi ve Mahsa rasouli'ye, yardımları için teşekkür ederim.

Orman NOBAHAR SADEGHIFAM Temmuz 2014

# MIMARLIKTA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE ENERJİ KORUNUMU

**Tezi Hazırlayan:** Orman NOBAHAR SADEGHİFAM

## ÖZET

Enerji kullanımı ve ilgili alanları modern dünyada tartışmalı bir konudur. Enerji, sürekli gelişme ve ekonomik büyüme için vazgeçilemez faktörlerden biri olarak düşünülür. Konutlar dünyada en büyük enerji tüketen sektör olarak görülür. Bir binanın ısıtma ve soğutma için enerji talebinin toplam enerji tüketiminin oluşturulmasında büyük payı olduğu bilinir. Ayrıca, bu enerjinin çoğu bina kabuğundan kaybedilir. TS 825, Türkiye'deki Binalar için Isıtma Enerjisi Muhafaza Standartları kabuk aracılığıyla binalarda ısı ve soğutma kaybını azaltmayı hedefler. Ayrıca, sıcak-kuru iklimde kabuğun ısı saklama kapasitesi, binanın enerji verimliliği için ısı izolasyonundan daha önemli bir konu haline gelir. Dolayısıyla, Türk standartları sadece derece-gün kavramını kullanarak ısıtma enerjisi saklanmasını düşünür. BIM uygulamalarının kullanımı ile enerji girişinin tüketimini idare eder. BIM araştırmada bir örnek seçilmiş ve bu örnek uygun enerji analizi yazılımı ile simüle edilmiştir. BIM yazılımının yardımıyla malzeme değişiklikleri ve mevcut enerji tüketim modelleri tanımlanmış ve enerji kullanımı için uygun yöntemler araştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Sürdürülebilirlik, Enerji , BİM

# **SUSTAINABILITY IN ARCHITECTURE AND ENERGY CONSERVATION**

**Presented by:** Orman NOBAHAR SADEGHIFAM

## **ABSTRACT**

Energy usage and its respective become a controversial issue in the modern world. Energy is considered as one of the indispensable factors for continuous development and economic growth. Among the wide range types of different buildings, residential buildings are considered as one of the biggest energy consuming sector in the world. It is known that heating and cooling energy demand of a building has a great rate in building total energy consumption. In addition to that, the most of these energy has been lost from building envelope. TS 825, Heating Energy Conservation Standard for Buildings in Turkey, aims the reducing of heat and cool loss in buildings through the envelope. Moreover in hot-dry climate heat storage capacity of the envelope becomes more important issue than heat insulation for energy efficiency of the building. Since the Turkish standard is considering only heating energy conservation by using degree-day concept. The aim of this study is the analysis and optimization of energy usage in residential buildings .It management of consuming the energy input by using BIM application. A selected case study modeled within the BIM application and simulated through suitable energy analysis software. The current energy consumption patterns of this case are identified and shifted to the optimized level of energy usages by recommending some practical passive ways to change the materials of the building and manage of the operation cooling and heating system.

**Key Words:** Sustainable, Energy, BIM

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	v
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	vi
<b>RESİMLER LİSTESİ</b> .....	vii
<b>KISATMALAR</b> .....	viii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
1.1. Problem Tanımı .....	2
1.2. Amaç ve Hedefler .....	2
1.3. Sorular.....	3
1.4. Araştırma Kapsamı .....	3
1.5. Yöntem.....	4
<b>2. MİMARLIKTA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK</b> .....	5
2.1. Sürdürülebilirlik.....	5
2.2. Sürdürülebilirlik ve Mimarlık.....	5
2.3. Sürdürülebilir Tasarım.....	6
2.4. Sürdürülebilir Tasarım İlkeleri Açısından Yeşil Bina .....	8
<b>3. ENERJİ KORUNUMU</b> .....	11
3.1. Mimarlıkta Enerji Verimliliği.....	11
3.2. Enerji Tasarruflu Binalar .....	11
3.3. Mimarlıkta Enerji Tüketimi .....	11
3.4. Mimarlıkta Enerji Kullanımını Etkileyen Faktörler .....	12
3.4.1. Mimarlıkta Enerji Kullanımını Etkileyen Dış Faktörler .....	12



3.4.2.Mimarlıkta Enerji Kullanımını Etkileyen Pasif Tasarım Faktörleri.....	14
3.5. Konfor Seviyesi Değerlendirmesi.....	16
3.5.1 Çevresel Faktörler .....	17
3.5.2.Kişisel Faktörler .....	18
3.6.Binalarda Serinletme Stratejileri.....	19
3.7. Türkiye’deki Enerji Kaynakları .....	21
3.8.ASHRAE Standartları için kullanılan iklim Sınıflandırması .....	25
<b>4. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME STRATEJİLERİ.....</b>	<b>27</b>
4.1. Bina Bilgi Modelleme (BIM) .....	27
4.2.Sürdürülebilirlik ve BIM .....	28
4.3. BIM’de Enerji Analizi .....	29
4.4. BIM’de Tasarımın Analizi.....	30
4.5. Enerji Analizinde BIM Uygulaması .....	32
4.6.Konut Binaları İçin Konfor Seviyesi .....	33
<b>5. ÖRNEK ÇALIŞMA .....</b>	<b>34</b>
5.1.Örnek Binada Mevcut Durum Üzerinden Enerji Kullanımının Analizi .....	40
5.2.Örnek Binada Mevcut Durum Üzerinden Enerji Kullanımının Analiz Sonuçları;.....	46
5.3.Örnek Binada Enerji Tüketiminin Optimize Edilmesi İçin Öneriler .....	47
<b>6. SONUÇ.....</b>	<b>57</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>58</b>

## TABLolar LİSTESİ

Sayfa No.

<b>Tablo 3.9.2.2.</b> Türkiye'nin aylık solar enerji ve gün ışığı süresi (Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı) .....	23
<b>Tablo 4.</b> ASHREA, ISO7730 ve Türk Devlet Meteoroloji işleri ve TSE (Türk Standartları Enstitüsü)'ne dayalı termal konfor tasarım kriterlerini gösteri .....	33
<b>Tablo 5.2.</b> 1 yıl için örnek binada mevcut durum üzerinden enerji kullanımının Analiz tablosu .....	46
<b>Tablo 5.3.1</b> Pencerelerin soğutma yükü üstündeki ve tasarruf edilen enerji miktarındaki etkileri .....	49
<b>Tablo 5.3.2</b> Simülasyonda Test Yapılmış Farklı Pencereler .....	50
<b>Tablo 5.3.3</b> Simüle Edilen Tür 4'ün Özellikleri.....	51
<b>Tablo 5.5.1</b> Duvarların Soğutma Ve Isıtma Yüklerine Etkisi Ve Enerji Tasarrufunun Miktarı.....	53
<b>Tablo 5.5.2.</b> Simülasyonda Test Yapılmış Farklı Duvarlar .....	54
<b>Tablo 5.5.3</b> Simüle Edilen Duvar Türü 5'ün Özellikleri.....	55
<b>Tablo 5.7.</b> Değişen Sıcaklıkla Enerji Tasarrufu .....	55

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No.

Şekil 3.9.1. Türkiye'nin Avrupa ve Asya arasındaki konumu: <a href="http://www.google.maps.com">www.google.maps.com</a> .	21
Şekil 3.9.2. Türkiye'de Yerli Kaynaklardan Enerji Üretimi ve Toplam Enerji Tüketim.	22
Şekil 5.21. Taşıma Cad fileto Revit Mimarisini .....	37
Şekil 5.22. Revit Mimari yazılımında bütün ayrıntıların simülasyonu .....	38
Şekil 5.23. Revit Mimari yazılımında bölge alanının tanımı .....	38
Şekil 5.24. Parametrik tasarım ilkelerinin simülasyonu .....	39
Şekil 5.25. Autodesk Mimarisinde durum çalışmasının yapılandırılması .....	39
Şekil 5.26. Autodesk Ecotect'de Binanın Ara Yüzü .....	40
Şekil 5.27 Autodesk Ecotect'de binanın görüntülenmesi .....	41
Şekil 5.28. Malzemelerin Ecotect'te tanımlanması .....	42
Şekil 5.29. Ecotect'te bölge yönetiminin tanımı .....	43
Şekil 5.30. Ecotect'te konumlandırmanın tanımı .....	44
Şekil 5.31. Ecotect'te bölge yönetiminin tanımı .....	45
Şekil 5.32. Uygulama Sonrası Binanın Görünüşü .....	56

## RESİMLER LİSTESİ

	Sayfa No.
<b>Resim 1.</b> Binanın Hava Fotoğrafları .....	34
<b>Resim 2.</b> Binanın Fotoğrafları .....	35
<b>Resim 3.</b> Binanın Fotoğrafları .....	36

## KISATMALAR

<b>ABD</b>	: Amerika Birleşik Devletler
<b>AEC</b>	: Asian Economic Community
<b>ASHRAE</b>	: The American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers
<b>BIM</b>	: Building Information Modeling
<b>BPRU</b>	: Behavioural Pharmacology Research Unit
<b>ETKB</b>	: Enerji Tabii ve Kaynaklar Bakanlığı
<b>EÇM</b>	: Ek Çimento Malzemeleri
<b>HAD</b>	: Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği
<b>HAVC</b>	: heating, ventilation, and air conditioning
<b>SHGC</b>	:Solar heat gain coefficient
<b>TRNSYS</b>	: A Transient System Simulation Program
<b>TSE</b>	: Türk Standartları Enstitüsü
<b>LCI</b>	: Life Cycle Inventory
<b>NEUI</b>	: normalized energy use index
<b>NIBS</b>	: National Institute of Building Sciences

## **1. GİRİŞ**

Günümüzde inşa sanayisi, çevre dostu bir tutumla faaliyetlerini sürdürmek için tutarlı davranmak gibi zor bir görevlerle karşıya karşıyadır.

Sürdürülebilir mimari, diğer bir deyişle, yeşil bina yaklaşımı, evrensel bir anlayış olarak bazı ülkelerde benimsenmiştir.

Ancak, birçok ülkede henüz bu durum daha az benimsenmiş olduğundan bu ülkeler temel ve akut sorunlarla karşılaşır. Dolayısıyla, inşa edilmiş bu çevrelerde, geçmişten çok daha fazla yeşil binalara yönelik yaklaşımlar talep edilir.

Bu bağlamda, sürdürülebilir bina kavramı, aynı zamanda bina işletmesi, bakımı, restorasyonu ve yıkımının kaynak verimli modellerinin de çok daha sağlıklı uygulaması anlamına gelir.

## 1.1. Problem Tanımı

Konut binaları büyük miktarda enerji kullanmaktadır. Bu enerji tüketiminin büyük kısmı, özellikle ılıman-nemli iklimlerde havalandırma ve ısıtma sistemi için kullanılır. Bu binalarda enerji tüketiminin ele alınması önemlidir. Özellikle, ılıman-nemli iklimde BIM uygulanmasını kullanarak konut gibi binalarında enerji analizi daha az sağlanır.

Herhangi bir havalandırma ve ısıtma sisteminin temel amacı, kabul edilebilir ve konforlu bir bina içi koşullarını temin etmektir. İstanbul ılıman-nemli iklimdir ; dolayısıyla konut binalarında soğutma ve ısıtma sistemi için devasa miktarlarda enerji tüketilir. Bu binalarda en göze çarpan zorluk, enerji israfıdır.Genel olarak tasarımda uygun seçeneklerin uygulanması düpedüz açıktır ve özellikle malzeme seçimi, enerji tüketim konularında önemli bir rol oynar.

Sürdürülebilir binalar ve BIM uygulanması, Türkiyede yeni bir kavramdır ve gerekli aşinalık olmadığından, müşteriler, danışmanlar ve müteahhitler tarafından asıl sorun olarak göz ardı edilmiştir.

## 1.2.Amaç ve Hedefler

Bu araştırmanın amacı, konfor seviyesi için konut binalarında enerji kullanımının analizi ve en uygun seviyeye getirilme şartlarının belirlenmesidir. Ayrıca aşağıdaki hedeflere göre BIM uygulamasının kullanımı ile enerji tüketimi kontrol edilir;

- Oturan kimselerin iç termal konfor bakımından tatminkarlığını tanımlamak.
- BIM uygulaması aracılığıyla Örnek araştırmanın modelini yapmak ve simüle etmek.
- Örnek araştırmada enerji kullanımının mevcut modelini analiz etmek ve değerlendirmek.

- Yeterli malzeme kullanımı ile enerji tüketiminin en iyi hale getirilmesi için pratik yolları önermek ve soğutma ve ısıtma sisteminin performansını yönetmek.

### **1.3.Sorular**

Araştırma bağlamında aşağıdaki sorular gündeme gelir;

- İç ısı koşuluyla ilgili olarak oturanların tatminkarlığının belli başlı kriterleri nelerdir?
- BIM uygulaması vasıtasıyla Örnek araştırmanın modeli nasıl yapılabilir ve simüle edilebilir?
- Örnek araştırmada enerji kullanımının mevcut modeli nedir?
- Bu durumda enerjinin en iyi hale getiriliş modelini geliştirmek için hangi malzemeler kullanılabilir?

### **1.4. Araştırma Kapsamı**

Bu araştırmada literatür incelemeleri ile hava kalitesinin birkaç parametresi araştırılmış ve enerji kullanımının analizi ve optimize edilmesi için BIM yazılımlarına girdi olarak kullanılmıştır.

Autodesk RevitArchitecture 2011 kullanarak, simülasyon ve enerji analizi için bu durum araştırması planının modeli yapılmış ve Autodesk Ecotect'e aktarılmıştır.

Bu araştırmanın hedeflerine ulaşmak için, durum çalışması sadece Türkiye'deki konut yapılarına odaklanmıştır.



Örnek bina araştırması için veri toplamanın kapsamı şunlardır:

- Araştırmada örnek olarak seçilen bina İstanbul'da bulunmaktadır.
- Geniş aralıklı enerji analizi kavramları olarak soğutma ve ısıtma yük analizine odaklanmıştır.

### **1.5.Yöntem**

Bu araştırmada, BIM uygulaması ile İstanbul'da bulunan bir binada enerji tüketiminin analiz edilmesi amaçlanır. Örnek olarak seçilen binanın enerji verimini geliştirme süreci tasarımcılar için bir örnek oluşturabilir.

Bu araştırma, binanın performansının değerlendirilmesinin önemini ve tasarım safhasında enerji tüketimi üstüne olan etkisini vurgular. Bu araştırmanın amacına yönelik olarak, üç alan geniş şekilde incelenmiştir:

- Sürdürülebilirlik ve yeşil bina kavramı.
- Bina bilgisinin modelinin yapılması ve ilgili simülasyon yazılımı.
- Enerji tüketimi ile ilgili olarak binanın performansının iyileştirilmesi için kullanılan bir analiz yönteminin (HAVC: heating, ventilation, and air conditioning) uygulanması.

## **2. MIMARLIKTA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK**

### **2.1. Sürdürülebilirlik**

Yeşil ve Sürdürülebilir mimari ele almak için, Sürdürülebilir stil (ayrıca çevre stili, ekolojik olarak sağlanabilir stil, çevreye duyarlı stil, vs.), sosyal, ekonomik ve çevre sürekliliğinin ilkelerine bağlı kalmak için asıl şeylerin, yapılı çevrenin ve hizmetlerin tasarımının görüş noktasıdır. Sürdürülebilir stilin amacı, becerikli ve hassas tasarımla negatif çevresel etkiyi ortadan kaldırmaktır. Sürdürülebilir tasarımların semptomları hiçbir yenilenemeyen kaynağı ve çevrede minimal etkiyi gerektirir ve insanları ekosistemle ilişkilendirir. Sürdürülebilir tasarım uygulamaları, günlük kullanım için, şehirlere ve evrenin asıl yüzeyine kadar değişkenlik gösterir.

Sürdürülebilir tasarımda, yapı, peyzaj yapısı, şehir stili, şehir planlama, teknolojik yenilik, grafikler, sanayi stili, uygulanabilir. Sürdürülebilir stil çoğunlukla, global çevre gerileme dönemine, iş ve insan faaliyetlerinin hızlı büyümesine, organik kaynakların yıkımına, çevrelere hasara ve biyolojik çeşitliliğe genel reaksiyondur.

Yudelson'a göre: Sanayileşmiş ülkelerde binalarda elde edilen doğal kaynakların %40'ını uygulama yoluyla ve içilebilir suyun %12'sini ve elektriğin %70'ini kullanarak ve atık sahasında %45 ile 65 arasında atılan atık üreterek, binaların çevre üstünde büyük ve sürekli olarak artan etkisi vardır. (Yudelson, J., 2008)

bunlar taşıma ve malzeme kullanımı ile %18'i doğrudan neden olunan sera gazlarının %30'unu üretirler. Ries ve ark'a göre Bina için çevrelerinde kötü kaliteli malzemelerin kullanımı, bina için çevrelerini tehdit eder ve sağlık sorunlarına neden olur, dolayısıyla üretimi azaltır .

### **2.2. Sürdürülebilirlik ve Mimarlık**

Binaların kullanımı, çevremizi önemli ölçüde etkiler ve dünya atmosferini, iklimini ve ekosistemini geri dönmez şekilde değiştirir. Binalar zararlı gazları üretir, örneğin CO<sub>2</sub> ve geniş nüfus büyümesi ile bu eko izdüşümün sadece 2050 yılında görülmesi tahmin edilmektedir.

Çevreye etkileyen en önemli canlı İnsandır,insanın çevreye müdahaleleri (olumlu ve olumsuz) hem yaşadığı dönemdeki tüm canlılara hem de gelecek nesillere karşı sorumlu.

Ekoloji; tüm canlıların çevreye olan ilişkilerini inceleyen bir bilimdir.

Güney,Çevre Sorunları kitabında böyle söyler:Ekonomi,ekolojiyle bir köktendir ve birbirleriyle bağlantılı ve birbirine zıt gelişmeler olmamalı yani insanın ekonomik ilerleme adına atacağı adımlar,ekolojiye ve çevreye zarar vermemeli ve diğer canlıların hayatını tehlikeye atmamalıdır.

Sürekli gelişim için, İngiltere Devleti, çevrenin etkin koruması gibi dört hedefi sınıflandırmak üzere yaklaşımını gerçekleştirmiştir; herkesin gereksinimlerini tanımlamak için sosyal gelişim; sağlam ve yüksek seviyede ekonomik istihdamın sağlanması ve doğal kaynakların büyümesi ve tedbirli kullanımı. Bu yaklaşımla, sürekliliğin bütün durumlarına ortak bir tutum önemlidir, çünkü her alan diğerleriyle ilgilidir ve bunlarla örtüşür. Öte yandan, bina sanayisinde, bu sürdürülebilir kaynak ve çevresel öğeler, diğer kullanıcılardan arazinin alınması, enerji ağırlıklı süreçlerin kullanımı, doğal kaynaklardan malzemelerin doğrudan alınması için özellikle önemlidir ve kullanıcılarının gereksinimleri üstünde kalıcı etkileri olan ürünlerin tasarımı ve yapılmasından sorumludur. Dolayısıyla, Bina sanayi tüketiciler, devlet ve çevreciler tarafından incelenecek ve işletme ve yönetimden planlama ve tasarım, birleştirmeye kadar ve sanayinin bütün üyelerine kadar mimari sürecinin her safhasını etkileyecektir. (<http://www.hse.gov.uk>)

Aslında, sürdürülebilir gelişim sadece diğer bir çevre veya sosyal politika değil bir iş fırsatıdır. Bina işletmesi, yüksek sürdürülebilir görüşle, faaliyetler tarafından zararlı çevre etkilerini azaltmak üzere uzaklaşabilir. Ayrıca, bunlar müşterilerin ve toplumun itibarını geliştiren daha gelişmiş ve maliyette etkin işletmeyi de kullanırlar.

### **2.3. Sürdürülebilir Tasarım**

Sürdürülebilir tasarım, ekonomik, sosyal ve ekolojik sürekliliğe uymak için fiziksel nesnelerin, yapıları çevrenin ve hizmetlerin tasarlanma kavramıdır. Sürdürülebilir

tasarımın amacı, becerikli ve hassas tasarım aracılığıyla negatif çevresel etkiyi azaltmaktır.

“Sürdürülebilirlik, doğal kaynakları tüketmeyen, ekonomi ile ekosistem arasındaki dengeyi koruyan ,Gelecek kuşakların ve nesillerin istekleri ve gereksinmelerini karşılayabilme olanaklarını ellerinden almayan,ekolojik açıdan sürdürülebilir nitelikte olan kalkınma olarak tanımlanmaktadır”(Göksal,2003)

Sürdürülebilir tasarımın sınırları, bütün dünya etkilerini optimize etmektedir.mimaride Sürdürülebilir tasarım, tasarım ekibinin, tasarımcıların, teknik mühendislerin ve tüketicilerin bütün girişim seviyelerinde, mekan seçiminden, program gelişimi, malzeme seçimi ve satın alım ve girişimin yapılmasında yakın işbirliğini gerektirir.

Çevredeki olumsuz etkiler sürdürülebilir mimarlık bir sonucu olarak azalabilir. Bu da bina kullanıcılar için konforu ve sağlık seviyesini geliştirirken binanın performans seviyesini artırır.Yenilenemez kaynakların tüketiminin azaltılması, israfın azaltılması ve sağlıklı ve üretken çevrelerin yaratılması, Sürdürülebilir tasarımın en temel hedefidir. Bu, binaların tasarımı ve inşası ve ilgili alt yapılar yoluyla yapılır.

Tasarım felsefesinin kullanımı, tasarım sürecinin her safhasında kararları teşvik eder ve sonuçlara gölge düşürmeden çevredeki olumsuz etkilerin azalmasına yol açar. Bu yaklaşım bir binanın yaşam döngüsünün bütün safhalarını olumlu olarak etkiler ve bunların arasında tasarım, mimarlık ve işletme vardır. Öyle ki, Sürdürülebilir tasarım, ideal olarak mevcut tasarım ve mimarlık sürecini ile ele almayı kapsamalıdır.

Sürdürülebilir tasarımın modeli olarak modüler ilkeler;

Trikha tarafından önerilen tanıma göre, modüler koordinasyon ölçme alanları, bileşenler ve tertibat için koordine olmuş entegre bir sistemdir.

Bu, bileşenler ve tertibat farklı tedarikçiler tarafından imal edildiğinde bile kesmeden veya uzatmadan bütün öğelerin birbirlerine uymasını sağlar. Warszawski'ye göre: Modüler koordinasyonun bir temel oluşturduğunu ve buna göre çeşitli türde ve büyüklükteki bina bileşenlerinin en aza indirgenebileceğini ifade etmiştir.(warszawski,1999)

Mimarlık rasyonelleştirilmiş yöntemi ile her parça diğer benzer parçalarla değiştirilebilmek üzere tasarlanmıştır ve dolayısıyla tasarımcıya maksimum derecede özgürlük ve seçenek sunar. Bu, temel modülün oldukça geniş temel ölçüm birimini uyarlayarak ve bina parçalarının boyutlarını önerilen, tercih edilen bir büyüklüğe sınırlayarak başarılabilir.

Warszawski'ye göre: Modüler koordinasyonun, prefabrik parçaların herhangi bir plana göre kolay uygulanmasına ve bina içinde birbirleriyle değiştirilebilmesine izin verdiğini vurgulamıştır. Bu, diğer parçalara göre değil, ortak bir modüler ızgaraya göre binadaki her parçanın yerini tanımlamakla başarılabilir. Bina parçasının modüler koordinasyonu temel uzunluk birimini veya  $M=100$  cm modülünü uygular. Bu kavram uyarlama, uygulama süreci ve parçaların ortak durumları için kolay görünse de, tasarımcıya, bina parçalarının üretiminde boyuta veya katlarına uygulamasına izin verir. (warszawski,1999)

Modüler ilkeler;

Modüler ilkeler, binaların tasarımına, üretimine ve kurulumuna, parçalarına ve tesisatlarına uygulanabilir. Modüler ilkeler'nin kavramı şunlara dayanır:

Modüllerin kullanımı Bina öğeleri ve onları oluşturan parçalar için düzenleme alanlarını ve bölgelerini tanımlamak için başvuru sistemi Başvuru sistemi içinde bina öğelerinin yerini belirlemek için kurallar İş büyüklüklerini belirlemek için bina parçalarının büyüklüğü için kurallar Bina parçaları ve bina için koordinasyon boyutları için tercih edilen büyüklükleri belirlemedeki kurallar .

#### **2.4. Sürdürülebilir Tasarım İlkeleri Açısından Yeşil Bina**

Thormark'a göre: Yeşil Bina, yeni bir bina felsefesi olarak ortaya çıkmıştır. Kaynakların tükenmemesi için tekniklerin kullanımı, çevre dostu malzemelerin kullanımı, binanın çevre kalitesinin geliştirilmesi ve atık tüketiminin azaltılması, binaların etkisidir ve bunların yaşam döngüsü mali, çevresel, ekonomik ve sosyal yararları yol açar .

“İzolasyon sistemleri ve yüksek verimlilikte ışıklandırma izolasyonu veya uygun malzeme seçme süreci aracılığıyla, yeşil binalarda bakım ve işletme maliyetlerinde tasarruf gerçekleştirilmiştir, örneğin gün ışığı çatı yansımaları” (Moeck ve ark., 2004).

Edwards’a göre :Yeşil binaların diğer avantajları, sağlık maliyetlerinden tasarruf etmek için ve çalışanların üretimini arttırmak için binanın içi çevresine dayalıdır.

“Teknolojide yüksek yatırımdan ziyade dikkatli bir tasarım süreci ve geniş materyal seçme yöntemi, istenen çevresel hedeflerin daha düşük bir maliyette başarılması için yeterli olabilir. Aslında, bazı kanıtlar, bazı Yeşil binaların için her kare başına ortalama yatırım maliyetinin farkının olmamasını destekler, örneğin akademik binalar, laboratuvarlar, toplum merkezleri ve acil hizmet tesisleri ve aynı niteliklere sahip yeşil olmayan binalar” (Mattgiessen ve ark., 2007).

Yeşil binaların başarısı, tesis edilen yeşil sistemlerin kalitesi ve verimliliğine dayalıdır. Dolayısıyla yeşilin şeffaf, standart, objektif kullanımı önemlidir. Yeşil binaların, minimum yeşil koşullarını başaran bir çok binalardan ayırt etmek için bir yol bulmalıdır.

Daha yeşil yapılar üretmek ve mevcut uygulamaları tamamlamak için, yeni teknolojiler sürekli olarak geliştirilmektedir.

şunlar aracılığıyla doğal çevrede genel etkiyi azaltmak için yeşil binaların tasarlanması olan asıl hedef başarıdır:

- Etkin enerji, su ve diğer kaynak kullanımı
- Kullanıcıların sağlığını desteklemek ve çalışanların üretkenliğini arttırmak
- Kirlenme, atık ve çevresel konuları azaltmak.

1970’li yıllarda, sürdürülebilir gelişme fikri, yeşil bina hareketini ilgilendiren ve enerji krizine yol açan çevre kirlenmesine bağlı olarak gündeme gelmiştir. Bu olgu, enerjide daha fazla verimli ve çevre dostu mimarı uygulamalarını da gerektirir. Yeşilin yapımında, ekonomik, çevresel ve sosyal yararlar gibi birçok amaç vardır. Ancak, son dönemde sürdürülebilir teşvikler, yeni mimarlık sinerjik ve entegre tasarımını ve mevcut bir yapının donanım iyileştirmesini gerektirir.

Binaların insan sağlığı ve evre üstüne olan etkisini azaltmak ve ya tamamen ortadan kaldırmak için yeşil bina birçok uygulama ve teknikler sağlar. Bunlar yenilenebilir kaynakları, örneğin aktif solar aracılığıyla güneş işığını kullanan ve yeşil çatılar aracılığıyla bitkileri ve ağaçları kullanan fotovoltaik teknikleri vurgularlar. Birçok diğer tekniklerde kullanılır, örneğin yeraltı suyu arttırmak için klasik beton veya asfalt yerine geçirgen betonun veya paketlenmiş çakılın kullanımı.

Sürdürülebilir bina tasarımı için birçok temel adım sunulur, örneğin: yüklerin azaltılması, yerel kaynaktan yeşil bina malzemelerinin belirtilmesi ve yenilenebilir enerji kullanmak.

### **3. ENERJİ KORUNUMU**

#### **3.1. Mimarlıkta Enerji Verimliliği**

Yeşil binalar, enerji tüketimini azaltmak için önlemler içerir. Binanın dışının verimliliğini arttırmak ve işletme enerjisini azaltmak için, tavanlarda, duvarlarda ve zeminlerde izolasyon kullanılabilir. Tasarımcılar duvar ve pencerelerde yeşil binalara uygun çözümleri uygular ve çatılara ve pencerelere tenteler, ağaçlar ve balkonlar yerleştirirler. Yeşil binaya uygun pencere yerleştirmeleriyle iç mekan da doğal ışık oluşturabilir ve elektrik ışıklandırmasını azaltabilirler. Yerinde yenilenebilir enerji oluşumu, rüzgar gücü, solar güç, su gücü veya canlı kütle binanın çevresel etkisini önemli ölçüde azaltabilir.

#### **3.2. Enerji Tasarruflu Binalar**

Enerji tüketimini hesaplamak için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir, bunlardan bazıları simülasyonlara ve bazıları ise istatistiğe dayalıdır.

Enerji tasarrufunda, finansal ve mimari koşulları içeren talimatı tatmin etmelidir. Genel tasarım sürecinde aşağıdaki strateji, enerji tasarruflu binaların elde edilmesinde ilk adımı sağlar:

- Isıtma, soğutma ve ışıklandırma için genel gereksinimi en aza indirmek;
- Kalan ısıtma, soğutma ve ışıklandırma gereksinimlerini sağlamak için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı;
- Herhangi bir gereksinimi sağlamak için ve sadece yenilenebilir kaynak kullanılması.

#### **3.3. Mimarlıkta Enerji Tüketimi**

Binaların enerji tüketim analizi komplike bir işlemdir, Çünkü bu binada, HAVC sistemi ve çevreler (hava) arasında ayrıntılı iletişimlerin düşünülmesini ve aynı zamanda bu maddelerin her birinin tanımlanmasında etkin olan matematiksel/fiziksel modellerin elde edilmesini gerektirir. Zhu'a göre: Hava koşullarının ve bina işletmesinin dinamik



davranışı, yüksek enerji performansı olan binaların tasarımında ve işletilmesinde bilgisayar kullanımını gerektirir. (Zhu, 2006)

Sıcaklık işlevine dayalı olarak, normalleştirilmiş enerji kullanımı endeksini (NEUI) önerilmiştir. Araştırmada hava hızı ve solar radyasyon gibi hava değişkenlerinin etkisini ele almış ve aletlerin günlük enerji tüketimi daima aynı olduğundan, enerji tüketimindeki en önemli faktörün sıcaklık olduğunu ifade etmiştir;

“Bina işletme maliyetlerinin azaltılması için bina tesisinin enerji tüketimi ve enerji talebi profili faaliyetlerin uygulanması hakkında gerekli bilgiler verilmeli” (Gamou ve ark., 2002).

### **3.4. Mimarlıkta Enerji Kullanımını Etkileyen Faktörler**

- Tasarım dışı faktörleri
- Pasif tasarım faktörleri

#### **3.4.1. Mimarlıkta Enerji Kullanımını Etkileyen Dış Faktörler**

Binalarda enerji tüketiminde etkili olan faktörler;

Kullanım ve İdare;

Kullanıcı tutumu ve davranış önemlidir, insanlar binaları serinletme ve ısıtma için enerji kullanırlar ve bu enerji kullanımının kontrol edilmesi ve israfın önlenmesi önemlidir.

Bina içi Çevresel Kalite;

Binalarda, havalandırma enerjisinin ve yüklerin miktarı hava sıcaklığına bağlıdır. Uygun sıcaklık yaklaşık olarak 24 dereceyken, bazı oteller ve ofis binalarda bina içi sıcaklıklarını 18 ile 20 santigrat derecede tutulur.

İklim;

Bir binada iklimlendirme, alanın ısıtma ve soğutma koşullarının kontrol edilmesidir. Havalandırma için gerekli olan enerji miktarını etkileyen önemli iklimsel değişkenler aşağıda verilmiştir;

Solar radyasyon

Bina dışı hava sıcaklığı

Rüzgar ve yağmur

Gece gökyüzü radyasyonu olarak sıralanabilir.

Mekan Planlama & Mikro İklim;

Bir binanın etrafındaki mikro iklimi etkileyen topografik faktörler ,yükseklik,bölge, su kaynakları, doğa, örtü ve kentsel yerleşimler olarak sıralanabilir.

Yükseklik;

Sıcak bölgelerde, yazın, 180 metre yükseklik başına yaklaşık olarak 1 santigrat derece yükselterek, atmosfer sıcaklığını azaltır ve kış koşullarında 220 metre başına 1 santigrat derecedir.

Bölge Serinlemesi;

Ilık hava, havadan daha hafiftir ve geceleri çıkan radyasyon, serin hava tabakasının zemin yüzeyinin yakınında olmasına neden olur. Serin havanın davranışı her nasılsa su gibidir ve en düşük noktaya doğru akar. Bu “serin havanın akışı” oluşumuna yol açar.

Su Kaynakları;

Kara, sudan daha fazla olarak belli düşük sıcaklıktadır ve normal olarak kışın daha serin ve yazın daha sıcaktır. Kara genellikle gündüzleri içerilerde daha sıcaktır ve geceleri sudan daha serindir.

Günlük sıcaklık değişikliklerinde kara sudan daha sıcak olur. Açık deniz rüzgarı gün boyunca yaklaşık olarak 5 Santigrat derece soğutma etkisine sahip olabilir ancak yön, geceleri tersine döner. Su kaynaklarının ve rüzgar altının büyüklüğü buna daha fazla etkilidir. Etkiler su kaynaklarının büyüklüğüne bağlıdır ve rüzgar tarafı boyunca daha etkilidir.

Doğal Örtü;

Koşulları dengeler ve çeşitli yüzeylerin yansıtıcı özelliklerinde sıcaklıkları azaltır. Bitki örtüsü sıcaklıkları azaltır ve buharlaşma ile soğutur. Genel olarak çimen yüzeylerdeki sıcaklıklar 5 ile 7 Santigrat derecedir ve çıplak toprağinkinden daha serindir. Bitki örtüsü yüksek sıcaklıkların düşmesinde yardımcı olabilir ve bir ağacın altındaki sıcaklık, gün ortasında gölgeli olmayan çevreden 3 Santigrat daha düşük olabilir. Öte yandan insan yapısı olan yüzeylerde sıcaklığı arttırır, örneğin asfalt yüzeyler 51<sup>0</sup>C ve 37<sup>0</sup>C hava sıcaklıklarına ulaşabilir.

### **3.4.2.Mimarlıkta Enerji Kullanımını Etkileyen Pasif Tasarım Faktörleri**

Givoni'e göre: Bina içi hava sıcaklığı büyüklüğü – en düşükten en yükseğe kadar değişir – bina dışı büyüklüğünün %10 ile %15'i arasında değişiklik gösterebilir.

Bina içi maksimum hava sıcaklığı bina dışı maksimumundan -10 ile +10 C değişiklik gösterebilir.

Bina içi minimum hava sıcaklığı, bina dışı minimumdan 0 ile +7 C değişebilir.

Bina içi yüzey sıcaklığı, bina dışı maksimum ve minimumdan +8 ile +30 C değişebilir.  
(Givoini, 1969)

Enerji gereksinimlerini etkileyen binayla ilgili faktörler ;

- Büyüklük ve şekil
- Yönlenme
- Çatı sistemi
- Planlama ve organizasyon
- Termo fiziksel özellikler – termal direnç ve termal kapasite
- Pencere sistemleri
- Büyüklük ve Şekil

Büyük bir binayı serinletmek daha küçük bir binayı serinletmekten daha fazla enerji gerektirir.

“...maksimum hacme sahip ve minimum çevresi olan bir bina, enerji bakımından fazla korunaklı olmayacaktır” (Stein, 1977).

Binanın Yönlenmesi;

Binanın yönlenmesi, iki konuda havalandırmayı veya ısıtma enerjisi koşullarını etkiler;

Solar radyasyon ve farklı yönlere bakan duvarlarda ve odalarda ısıtma etkileri.

Hakim rüzgarların yönleri ile ilgili olan havalandırma etkileri ve binanın yönlenmesi

Bu iki maddeden enerjide solar etki, en önemli olandır.

Çatı Sistemi;

“Evlerin serin tutulması önemli olduğunda çatıdan solar ısı kazanımı “Lafarge Çatısı” ile azaltılmalıdır. Burada izole edilmemiş bir çatı ile izole edilmiş bir çatı arasındaki sıcaklık farkları 4.5C’den daha fazla bulunmuştur” (Ar Chan, 2009).

Çatı Sistemini etkileyen faktörler, Ar Chan’a göre aşağıdaki gibi sıralanır;

- Daha açık renkli çatılar veya daha yansıtıcı çatı türü kullanılmalıdır.
- Tavana yansıtılmakta olan, çatı tarafından kazanılan ışınır sıcaklığı azaltmak için kiremitlerin altına alüminyum folyo yerleştirilmelidir.
- Tavanın üstündeki çatı alanını ve kiremitlerin altını havalandırılmalıdır.
- Bu çatı alanında alınan ölçümler dış hava sıcaklığında 45<sup>0</sup> C’ye kadar yükselebilir ve izole edilmemiş çatılarda 35<sup>0</sup> C’dir.
- Çatı alanından ısınmakta olan ve tavanın hemen altındaki yaşam alanına aktarılmakta olan sıcaklığı önlemek için tavanın hemen üstüne taş yününden bir tabaka izolasyon yapılmalıdır.

Pencere Sistemleri;

Bir binadaki cam alanların büyüklüğü, yeri, şekli ve düzenlemesi binanın hem ısı kazancında ve hem de solar kazancında önemli etkiye sahiptir. Çünkü camlı alanların birim alan başına en yüksek ısı kazanımı vardır ve solar kazanımların büyük kısmı pencerelerdendir. Ayrıca ısı kazanım miktarını etkileyen faktörler şöyle sıralanabilir;

Uygulanan gölgelendirme sisteminin türü

Cam türü

Çevredeki binaların, yapıların ve ağaçların oluşturduğu gölgelemeler.

Ar Chan'a göre havalandırma yükleri aşağıdaki alanlarda etkilidir;

Havalandırılmış bir odada kapının açık bırakılmasının etkisine benzer şekilde, özellikle çatı kirişleri ile dış duvarlar arasında farklı malzemelerin birleşme yerlerinde filtrelemeler soğuk hava kayıpları sağlar.

Isı iletimi köprüleri – Bunlar ısı kazanımının daha yüksek olacağı yollardır, örneğin havalandırılmış alanların üst katında doğrudan çelik çatı desteğine olan metal döşeme çatısı aracılığıyla sağlanır.

### **3.5. Konfor Seviyesi Değerlendirmesi**

İnsanlar rahat hissettikleri sıcaklıkta kendilerini en iyi hisseder ve çalışırlar. İş yerinde sıcaklığın 16 ile 24 C aralığından daha düşüğe veya yükseğe çıkmasıyla kazaların arttığı bulunmuştur.

Sağlık kesiminde, rutubet ve sıcaklığın kontrol edilmesi kirleticilerin kontrolünde bir yöntem olarak görünür.

Konfor Seviyesini Etkileyen Faktörler;

Termal rahatlıkta en sık uygulanan Faktör hava sıcaklığıdır çünkü sıcaklık basitçe uygulanabilir ve insanlardan çoğu bunu algılayabilir. eğer hava sıcaklığı tek başına

kullanılırsa ne doğru olacak ve ne de termal rahatlık için geçerli bir Faktör olacaktır. Sıcaklık, diğer kişisel ve çevresel faktörlerle birlikte ele alınmalıdır.

Anuj Kumar 'a göre : Termal rahatlığı etkileyen altı faktör vardır; bunlar hem kişisel ve hem de çevresel konulardır;

- Çevresel faktörler:

Hava sıcaklığı

Işınır sıcaklık

Hava hızı

Rutubet

- Kişisel faktörler:

Giysi izolasyonu

Metabolik sıcaklık

### **3.5.1 Çevresel Faktörler**

Hava sıcaklığı;

Bu sıcaklık, vücudu çevreleyen havanın sıcaklığıdır. Genellikle Selsiyus ( $^{\circ}\text{C}$ ) veya Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) olarak verilir.

Işınır sıcaklık;

Termal ışıınım sıcak olan bir nesneden ısı ışıınımı olarak açıklanır. Isı kaynaklarının varlığında ışıınan sıcaklık bir çevre içinde ortaya çıkabilir. Hava sıcaklığıyla karşılaştırıldığında, ışıınım sıcaklığı ısıyı kazanma veya kaybetme yolumuzu etkileyebilir.

Hava hızı;

Termal konforda bir temel faktör hava hızıdır. Binaların iç kısmındaki durağan veya hareketsiz hava, ikamet eden kişiler için boğucu hissine yol açabilir.

Eğer hava rutubetli ise veya ılık koşullarda hareket ederse, ısı kaybını ısı yayılması yoluyla arttırabilirken hava sıcaklığında hiçbir değişiklik görülmeyebilir. Soğuk veya serin çevrelerde görülebilecek küçük hava hareketleri kuruluk gibi algılanabilir.

Rutubet;

Su ısıtıldığında havaya buharlaşır ve rutubet oluşturur. Nispi rutubet havada mevcut olan su buharının asıl seviyesi ile o belli hava sıcaklığında kendisini tutabilecek maksimum miktar arasındaki oran olarak tanımlanabilir.

“40 ile %70 arasında değişen nispi rutubet termal konforu önemli derecede etkileyemez. Bazı bürolarda rutubet seviyesi bilgisayarların yararı için %40-70 aralığında tutulur. Havalandırması olmayan iş yerlerinde ve bina dışı iklimsel koşullarının bina için termal çevreye etkisi olabilir, sıcak veya ılık rutubetli günlerde nispi rutubet %70'den fazla olabilir. Yüksek seviyede rutubeti olan çevreler, havada deriden terin buharlaşmasını engelleyen yüksek oranda buhar içerir. Sıcak çevrelerde rutubet seviyesi önemlidir çünkü rutubet %80'den daha yüksek hale geldiğinde daha az ter buharlaşacaktır. İnsanlarda sıcaklık kaybının temel nedeni ter buharlaşmasıdır”

(<http://www.hse.gov.uk/temperature/thermal/factors.htm>, 2009).

### **3.5.2. Kişisel Faktörler**

Giysi izolasyonu;

Doğal olarak giysiler çevreye sıcaklık kaybında büyük bir rol oynarlar. Termal konfor giysilerin izolasyon özelliklerinden önemli derecede etkilenir.

Isı stresinin temel sebeplerinden biri hava ılık olmadığında bile çok fazla giysi giymek olabilir. Giysilerle yetersiz izolasyonun soğuk iklimde vücut ısısında düşme ve soğuk

yakması gibi soğuk yaralanma riskiyle sonuçlanabileceği dikkate alınmalıdır. Giysiler termal rahatsızlığın tek bir nedeni olmayabilir fakat aynı

İş oranı veya metabolik sıcaklık;

Resmi risk değerlendirme durumunda metabolik veya iş oranını ele almak gerekebilir. İnsan vücudunda vücut faaliyetlerinde bulduklarında oluşan sıcaklığa işaret eder. İnsanlar daha fazla çalıştıklarında daha fazla sıcaklık oluştururlar dolayısıyla vücutlarından daha fazla sıcaklığın serbest kalması gerekecektir. Metabolik oran termal konforu önemli derecede etkiler.

“Termal konforlarında ağırlık, büyüklük, cinsiyet, yaş ve formda olma seviyesi, hava sıcaklığı, hava hızı ve rutubet gibi dış faktörler tamamen sabit olduğunda bile insanların kendilerini hissetme şekillerini etkileyebilir.”

(<http://www.hse.gov.uk/temperature/thermal/factors.htm>,2009).

### **3.6.Binalarda Serinletme Stratejileri**

Bina çevre sistemlerinin tasarımındaki temel hedef tatminkar termal konfor sağlamaktır. Tatminkar termal konfor birkaç değişkene bağlıdır. Fakat tasarımların değerlendirilmesindeki amaç, oda çalışma sıcaklığının yeterli kontrolü bakımından yapılması olmalıdır. Çalışma sıcaklığı, oda havasının ve ışıyım sıcaklığının ortalaması alınarak bulunabilir. Dolayısıyla iki strateji uygulanabilir – hava sıcaklığını veya yüzey sıcaklığını doğrudan kontrol etmek. Bunu yapmakta birçok sistem tasarlanabilir ve bunlar aktif (fanların ve buzdolabının kullanımıyla) veya pasif olarak düşünülebilir. Karışık sistemler, hem aktif ve hem de pasif önlemlerin optimum uygulamasıdır.

Hava Serinletme;

Karışık sistemlerde üç hava serinletme kavramı uygulanabilir.

- Aktif havalandırma: Odanın durumu, soğuk su sistemi ile sıcaklık değişimi yoluyla soğutulan taze ve dolaşan hava karışımı sağlayarak düzenlenir. Enerji, sistem fanlarının yanı sıra buzdolabı ve ısı atımı aletleri tarafından tüketilir.



- Doğal havalandırma: “Kaldırma ve rüzgar basınçlarının bir birleşimi ile belirlenen basınç farklılıklarına göre odada dolaşan temiz havanın büyük miktarları. Sıcak iklimlerde havanın büyük miktarlardaki hareketi deri yüzeyinden buharlaşmayı arttırarak konfora yardımcı olur”(Givoni, 1994).
- Buharlaşmalı Serinletme: “Su damlalarının verilmesi veya ıslak yüzeylerde hava geçişi hava nemi içeriğinde bir artışa ve kuru termometre sıcaklığına azalmaya neden olur. Buharlaşmalı serinletme hava muamele aletinde hem doğrudan ve hem de dolaylı olarak uygulanabilir. Boşluğa vermeden önce havayı soğutmak için doğrudan buharlaşmalı serinletme, pasif olarak bina içi fiskiyeler uygulayarak, avluların tasarımına şelalelerle, rüzgarlı tarafta bir göl tasarlayarak veya entegre rüzgar deliklerinde nem blokları veya fiskiyeler tedarik ederek uygulanabilir.” (Santamouris, 2007)

#### Radyan Serinletme;

Tavan yüzeyinin serinletmesi, kullanıcılar tarafından, ışıklar ve solar radyasyon gibi iç ısı kazanımlarının radyasyon bileşenlerinin doğrudan emilimine izin verilmesi ile sağlanır. Bazı iletim serinletmesi ayrıca tavan yüzeyinin serinletilmesiyle de sağlanır. Radyan serinletme, binadaki borulardan, yapma tavan panolarına monte edilmiş borulardan soğuk sıvı dolaştırarak veya çatının bir parçasıysa üst yüzeyden su buharlaştırarak başarılabilir.

#### Dinamik Termal Simülasyon

“Pasif ve karmaşık sistem performansı iklime çok bağımlıdır. Yıllık iklim verilerinin kullanımı ile dinamik termal simülasyon, farklı karışık yöntem soğutma stratejilerinin performansının araştırılmasında sonuç olarak en uygun yöntemdir. Şebeke hava akışı ve karışık sistem kontrol modellerini kullanarak Enerji Plus ile simülasyonlar yapılmıştır.” (Crawley, 2001)

### 3.7. Türkiye'deki Enerji Kaynakları

Türkiye'nin Coğrafik Özellikleri;

Türkiye toplam 779452 km<sup>2</sup> lik toplam yüz ölçümü ile Avrupa'da ve Orta Doğu'da en büyük ülkelerden biridir. Ülke 36-42 kuzey enlemi ve 26-45 doğu boylamında uzanır (yaklaşık olarak dikdörtgen şeklinde) ve iki kıta – Avrupa ve Asya arasında bulunur (Şekil 3.9.1). Toplam 8372 km kıyı şeridi ile üç deniz tarafından çevrelenmiştir; Ege 2805 km, Akdeniz 1577 km, Karadeniz 1695 km ve Marmara iç denizi 972 km'dir. Marmara iki boğaz aracılığıyla Karadeniz'i ve Ege denizini birleştirir: İstanbul ve Çanakkale boğazları. Ülkenin yedi coğrafik bölgesi vardır: Marmara, Ege, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu, Doğu Anadolu, Karadeniz ve İç Anadolu. Komşu ülkeler kuzey batıda Yunanistan ve Bulgaristan, kuzey doğuda Ermenistan ve Gürcistan, güney doğuda Irak ve İran ve güneyde Suriye .

Türkiye'deki en yüksek dağ Ağrı Dağı'dır (5165m) ve en büyük gölü Van Gölü'dür: her ikisi de doğu Anadolu'da bulunur.

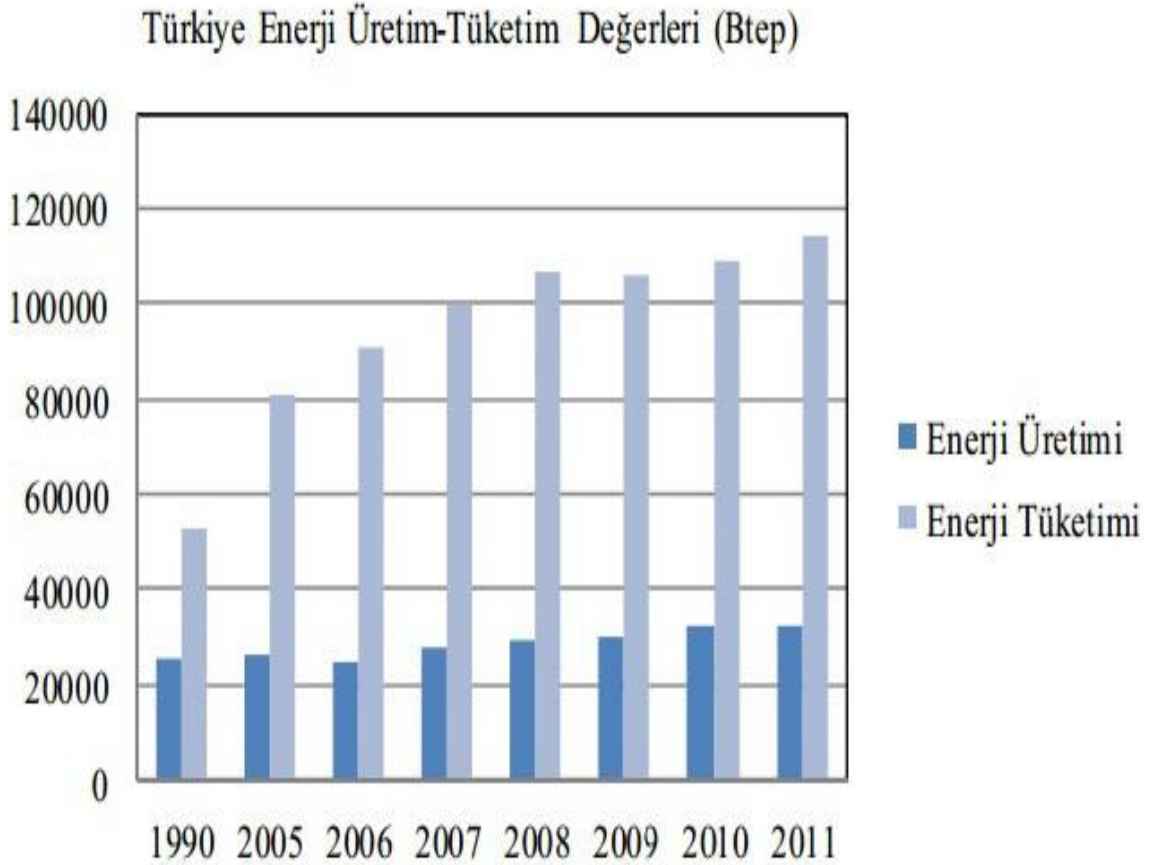


Şekil 3.9.1. Türkiye'nin Avrupa ve Asya arasındaki konumu:

[www.google.maps.com](http://www.google.maps.com)

Türkiye'deki Enerji Kaynakları ve Sorunları;

Gelişen bir ülke olarak, hızlı büyüyen ekonomisi ve nüfusu ile – yılda yaklaşık olarak bir milyon kişilik nüfus artışı – Türkiye'nin enerji tüketimi 1990 ile 2011 yılları arasında hızla artmıştır Türkiye'nin enerji tüketimi, Enerji Üretiminden yaklaşık 5.5 kat daha fazladır (şekil 3.9.2 )



**Şekil 3.9.2. Türkiye'de Yerli Kaynaklardan Enerji Üretimi ve Toplam Enerji Tüketim**

Btep : bin ton eşdeğer petrol

Kaynak : (ETKB) Enerji Tabii ve Kaynaklar Bakanlığı, 2012. “2011 Yılı Enerji Dengesi,” [http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI\\_VIEW/index.php](http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI_VIEW/index.php), son erişim tarihi: 19.12.2012.)

Görüldüğü gibi, Türkiye enerji ithal eden bir ülkedir ve ithal edilen enerji kaynaklarına bağımlıdır. Ayrıca, bu eğilim gelecekte devam edecek gibi görünmektedir. Geniş çeşitlilikte enerji kaynaklarına sahip olmasına rağmen, kaynakların çoğunun kalitesi ve miktarı enerji üretimi için yeterli değildir. Türkiye’de solar enerji kullanımı son yıllarda çoğunlukla su ısıtma amaçlarıyla önemli ölçüde artmıştır. Türkiye’nin ortalama güneş ışığı süresi 2640 s (7.2 saat/gün)’dür ve ortalama solar yoğunluğu günde 3.6 kWh/m<sup>2</sup>’dir (Tablo 3.9.2.2). Türkiye’de ana solar enerji kullanımı ulusal sıcak su sistemlerinde düz plak toplanmasından gelir. Düz plak solar toplayıcıları, neredeyse her bölgede özellikle güney ve batı bölgelerde hatta köylerde bile konut binalarının çatısında bir su deposu ile görülebilir .

**Tablo 3.9.2.2. Türkiye’nin aylık solar enerji ve gün ışığı süresi (Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı).**

AYLAR	AYLIK TOPLAM SOLAR ENERJİ		GÜN IŞIĞI SÜRESİ
	(Kkal/cm <sup>2</sup> -ay)	(kWs/m <sup>2</sup> -ay)	(saat/ay)
Ocak	4.45	51.75	103
Şubat	5.44	63.27	115
Mart	8.31	96.65	165
Nisan	10.51	122.23	197
Mayıs	13.23	153.86	273
Haziran	14.51	168.75	325
Temmuz	15.08	175.38	365
Ağustos	13.62	158.4	343
Eylül	10.6	123.28	280
Ekim	7.73	89.9	214
Kasım	5.23	60.82	157
Aralık	4.03	46.87	103
TOPLAM	112.74	1311	2640
ORTALAMA	308.0kal/cm <sup>2</sup> -gün	3.6kWs/m <sup>2</sup> -gün	7.2saat/gün

Türkiye, 2002 itibarıyla 8.2 milyon m<sup>2</sup> toplam toplayıcı alanı ile dünyada toplam tesis kapasitesi bakımından önde gelen ülkelerden biridir. Çin'den ve Avrupa Birliği'nden sonra Türkiye %9'luk solar sıcak su/ısıtma kapasitesi bakımından üçüncü büyük ülkedir.

İklim ve İklim Sınıflandırmaları;

2001'de iklim değişikliği raporu hakkında devletler arası panelde bir diğer ayrıntılı tanım şöyledir:

“Dar anlamda iklim genellikle “ortalama hava” olarak tanımlanır veya daha kesin olarak aylardan binlerce veya milyonlarca yıla değişen bir süre boyunca ortalama ve ilgili miktarların değişkenliği bakımından istatistiksel tanımdır. Klasik süre, Dünya Meteorolojik Kuruluşu tarafından tanımlandığı gibi 30 yıldır. Bu miktarlar çoğunlukla sıcaklık, yağış ve rüzgar gibi yüzey değişkenleridir. Daha geniş anlamda iklim, istatistiksel tanım dahil olmak üzere, iklim sisteminin durumudur.” (Houghton J.T., Ding Y., D.J.Griggs, 2001)

“İklim sınıflandırması bu noktada tasarım stratejileri ve malzeme seçeneklerinin belirlenmesi nedeniyle önemli bir konu haline gelir, çünkü enerji performansı standartlarının çoğu, bölgesel iklim sınıflandırmalarına başvurarak oluşturulur. Derece Gün Yöntemi yeni iklim sınıflandırmalarının belirlenmesinde kullanılır. Isı kaybının hesaplanmasında da kullanılır”. (Olgay V.,1992)

Derece Gün;

Derece gün asıl olarak enerji talebini ve enerji tüketimini değerlendirmek için kullanılır. Bir yerin enerji talebini temsil eder ve enerji gereksinimlerinin hesaplanmasında önemli bir göstergedir. ASHRAE, TS 825 gibi birçok standartta, derece gün enerji taleplerini ve enerji kayıplarını hesaplamak için göz önünde bulundurulur. Derece günün yardımıyla iklim sınıflandırmaları yapılıncaya, her iklim sınıfı için enerji tüketimlerinin referans değerleri belirlenir ve enerji taleplerinin hesaplanmasında kullanılır.

Isıtma Derece Gün ;

Isıtma Derece Gün, ortalama ortam sıcaklığı ile en düşük referans sıcaklığı arasındaki farkların toplamı olarak tanımlanabilir. Derece gün haftalık, aylık veya yıllık olarak hesaplanabilir. İç temel sıcaklığı, iklim bölgelerine ve binalara göre belirlenir. Örneğin ABD’de ısıtma derece gün için temel sıcaklık 65 °F (18. 3 °C) olarak tanımlanırken, İngiltere’de temel sıcaklık 15.5°C’dir. (www.menr.gov.tr)

Soğutma Derece Gün ;

Soğutma Derece Gün ortalama ortam sıcaklığı ile en yüksek referans sıcaklığı arasındaki farkın toplamıdır. İç temel sıcaklık, binanın yapısına göre belirlenebilir.

Bazı durumlarda Derece saat yöntemi kullanılır. Derece saat, iç referans sıcaklığıyla karşılaştırıldığında ortalama ortam sıcaklığının bir sonucudur. Bir evin enerji tüketimini izlemede ve ayrıca olası anomalileri belirlemede yardımcı olur.

“Derece saat, termal enerji endeksinin hesaplaması ile birlikte, bir binanın enerji imzasının iki bileşenidir. Derece saat sadece ısıtma ve soğutma enerji tüketiminin bir temsilci göstergesi değil fakat ayrıca ısıtma ve doğal havalandırma için tasarruf edilen enerjinin de bir göstergesidir” .( Evrendilek F., Ertekin C., 2003)

### **3.8.ASHRAE Standartları için kullanılan iklim Sınıflandırması**

(ASHRAE İşlemleri 4610-4611) ve Türk İklim Sınıflandırması ;

İklim sınıflandırması, Amerika Birleşik Devletleri’nde bina enerji yasaları, standartlar, tasarım ilkeleri ve bina enerji analizlerinin uygulanmasında kullanılmak üzere geliştirilmiştir.

Türk Standartları TS-825 için kullanılan iklim sınıflandırması ile karşılaştırıldığında, ASHRAE İşlemleri 4610 ve 4611, Türk sınıflandırmasından daha ayrıntılıdır. ASHRAE İşlemlerindeki sınıflandırma iki safhada yapılmıştır:

İlkinde, iklim bölgeleri üç temel gruba ayrılmıştır ve her grubun kendi tanımlaması vardır: denize ait tanımlama, kuru tanımlama ve rutubetli tanımlama. Bu tanımlamalar

bölgeler için bazı kriterlere göre yapılmıştır, örneğin; aşağıdaki kriterleri karşılayan bölgeler Denize ait tanımlama olarak nitelendirilmiştir;

Soğutma Derece Gün ve Isıtma Derece Gün sıcaklıklarının bölge sınırları ABD'deki koşullara göre seçilmiştir, ancak diğer ülkelerdeki önceki deneyimden, Soğutma Derece Gün ve Isıtma Derece Gün sıcaklıklarının referans sıcaklıklarının diğer ülkelere, örneğin Avrupa'ya göre farklı olacağı söylenebilir.

ASHRAE standartları için kullanılan iklim sınıflandırma yönteminin kullanılmasıyla , Türkiye'de iklim sınıflandırılması yapılmıştır. Bölge ve termal sınıflandırmalar için ASHRAE 4610 ve 4611'deki bütün tanımlamalar, Microsoft Excel'de birleştirilmiş ve her şehir için hava verileri METEONORM'dan alınmıştır. Bu sınıflandırma amacı için, yağış ve aylık ortalama sıcaklık verileri gereklidir.

Yöntem, Türkiye'deki 51 şehre uygulanmıştır. 10 yıl boyunca ortalama sıcaklık ve yağış dahil olmak üzere saatlik hava verileri sınıflandırma amaçları için kullanılmıştır. Bu sınıflandırmannın Türkiye ve Avrupa için kullanılmasındaki bir sorun, parametrelerin asıl olarak Amerika Birleşik Devletleri'ni yansıtmışından dolayı, Soğutma Derece Gün için temel sıcaklıkların ve iklim sınıflandırmasının sınırlarının belirlenmesi olabilir.

Türkiye'nin iklim bölgelerinin ASHRAE sınıflandırmasına göre yeniden sınıflandırılmasındaki neden, ülkenin eski iklim sınıflandırılması ile karşılaştırmak ve özellikle TS 825 tarafından kullanılan sınıflandırma yeterince ayrıntılı olmadığından, sınıflandırmaların sunum ve hazırlama yolunu göstermektir.

Enerji standartları için kullanılan Türkiye'nin iki iklim sınıflandırma haritasını karşılaştırdığımızda bazı şehirler arasında bazı benzerlikler görülebilir. Bu iki harita, TS-825'de bahsedilen sınıflandırmayı, "Türkiye'de izolasyon bölgelerini" ve ASHRAE

## 4. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME STRATEJİLERİ

### 4.1. Bina Bilgi Modelleme (BIM)

Bina Bilgi Modelleme (BIM) tanımı, İnşa Bilimleri Ulusal Enstitüsü tarafından şöyle tanımlanır;

“BIM, inşa sanayinde israfın ve verimsizliğin birden fazla formunu önemli ölçüde azaltacak yenilikçi bilgi teknolojileri ve işletme yapıları tarafından büyük ölçüde geliştirilen yeni kavramları ve uygulamaları destekler”. (NIBS 2007, 1)

Alshawi’e göre; “Koordinasyon seviyesine çevrede, bina sanayisinde şiddetle ihtiyaç duyulur. Bir proje sırasında, birkaç organizasyonun işbirliği önemlidir” (Alshawi ve Faraj, 2002, 33).

Patrick Suermann’a göre; Bina Bilgi Modelleme (BIM), başlangıçtan beri gerçekte temsil edilen tasarım ve mimari süreci tesislerinin fiziksel ve fonksiyonel özellikleridir. Bir tesisin yaşam döngüsü boyunca işbirliği için paylaşımlı bilgi deposu olarak hizmet eder. (Patrick Schuermann, 2009)

Robert “Realizing the Future of Sustainable Design through BIM and Analysis” kitabında BİM’i şöyle tanımlar;

”BIM, inşa tasarımında, tam inşa analizini ve daha iyi belgelendirmeyi sağlayan, tutarlı ve koordine edilmiş tasarım bilgisinden yaratılacak dijital inşa modelinin uygulanmasını içeren bir yaklaşımdır. Genel inşa tasarımı için, BIM yazılımı birçok yarar önerir. Modern BIM yazılımı metraj hesaplarını kullanır ve merkezileştirilmiş, parametrik bir modeldir. Burada bütün kesimler ve planlar yazılımla otomatik olarak koordine edilir ve diğer ilgili belgeler modelin “canlı” görüntüsüdür. Bu teslim hazır kombinasyon seti, modeller ve birbiriyle açık bir ilişkiye sahiptir ve bu da eksikleri ve hataları en aza indirmek için daha iyi koordine edilmiş mimari belgelerine yol açar. Önerilen model otomatik çarpışma belirlenmesi için, çeşitli bina analizleri için, net metraj hesapları için ve tasarım görüntüleme için kullanılır. Sonuçlanan dijital tasarım modeli, örneğin dijital imalat, mimari dizilimi ve tesis idaresi gibi farklı ilgili görevler için sağlanabilir.”(Robert, E,2005)



Rafael Sacks'a göre "Bina Bilgi Modeli (BIM)", mimariye ve bina tasarımına kavramsal bir yaklaşım olarak tanımlanır ve tasarım için binaların üç boyutlu (3D) parametrik modelini içerir ve mimari, tasarım ve diğer disiplinlerin arasında bina bilgisinin bilgisayarda anlaşılır değişimlerini içerir. Ürünler ve gelişim, entegre 3D parametrik modelini o şekilde destekler ki bina bilgi gelişiminde geniş ölçüde temel teknoloji olarak kullanılabilir ve ayrıca belli başlı mühendislik ve mimarlık firmalarının idaresinde de kullanılabilir." (Rafael Sacks, 2010)

#### **4.2.Sürdürülebilirlik ve BIM**

Sürdürülebilir tasarım konusunda, etkin enerji analizi ve en uygun şekle getirmeyi gerçekleştirmek için geçtiğimiz on yılda birçok yeni yöntem uygulanmıştır. Bina bilgi modelleme ile, tasarım safhasından önce bina performansını daha kusursuz olarak görselleştirmek, benzetmek ve analize etmek için mimarlara yetki vererek sürdürülebilir tasarım uygulamalarının kolaylaştırılması amaçlanır.

Konu ile ilgili olarak en çok yayın yapan Ruben'e göre;

"Sürdürülebilir Tasarım, bu bağlamda, tasarım sürecinde benzer yararları ve avantajları olan diğer bir gelişimdir. Projenin başlangıcında pasif tasarım kavramlarını öneren tasarımlar, en fazla çevre bilinçli ve enerji verimli tasarım olarak düşünülebilir. Enerji verimli tesisatçılık, elektrik ve mekanik sistemler, soğutma, ısıtma ve benzerlerinin birçok yönünde ve kısmında yardımcı olacak şekilde tasarlanabilir. Ancak mimari şekil, büyüklük, yönlendirme, şekil ve koşullarla, soğutma, ısıtma, elektrik yük ve havalandırma gibi faktörlerin uyumu çok önemlidir. Aksi takdirde, binanın ek mühendislik sistemlerinin şekillendirilmesinden önce, binanın dayanıklılığını azaltabilir. Binanın mimari şeklinin, mimari sisteminin arkasındaki temel itici güçle nitelendirildiği bir gerçektir ve binanın yapısı, koyu yeşil bina tasarımı durumunda, kavramsal başlangıç noktasının tanımlanmasında çok önemlidir...Enerji tüketiminin gelecekteki zorluklarını, bina inşası için alan kullanımını ve malzeme kaynak sağlanabilirliğini karşılamak için Sürdürülebilir Düşünce, toplu olarak inşa edilmiş peyzajlarımıza daha fazla bina eklemek için gereklidir. Sürdürülebilir Tasarım ve BIM önemli derecede ortak bir yön paylaşır. Farklı alt piyasa faktörlerinden birleşirken, girişimcinin başarısı, projenin

başlangıcından itibaren bütün ekip oyuncularını kapsayan önceden kullanıma ve geniş ölçüde kombine bina tasarım felsefesine dayanır.’’ (Ruben, 2009)

BIM yazılımının bir örneği, Autodesk Ecotect’tir. Bu, büyük çeşitlilikte simülasyonu çevreleyen kapsayıcı çevresel tasarım yolu ve aynı zamanda bir binanın tasarımının nasıl işlev gördüğünü tam anlamak için gerekli olan analiz fonksiyonlarıdır. Solar, termal, gölgeleme ve ışıklandırma ve aynı zamanda hava akışı dahil olmak üzere, çevresel tasarım ilkeleri, tasarım sürecinin ilk safhalarında en başarılı şekilde ele alınmıştır. Ecotect ile, mimarlar ve mühendisler, ana kriterlerin tasarımın kavramsal ve geniş safhalarında bina performansını nasıl etkileyeceğini ölçebilirler. Mimarlar ve tasarımcılar, 3 boyutlu çevrelerde kolayca çalışabilirler ve sürdürülebilir bir gelecek için gayrete gösteren ve destekleyen tüketiciler için önemli olan zengin çeşitlilikte aletleri uygulayabilirler.

BIM yazılımına bazı yeni analiz seçenekleri son zamanlarda eklenmiştir. Bu yazılım fiziksel modellerle bütünleştirilebilir ve kullanıcıların çevresel analizden elde edilen güvenilir ve net sonuçlar elde etmesini sağlar. Elde edilen sonuçlar, tasarım kavramlarının ilk şematik kavramlarının geliştirilmesinde, tasarım eksikliklerinin tanımlanmasında ve bina tasarımının şekillendirilmesinde uygulanabilir.

Doğal havalandırma, termal kütle ve gün ışıklandırılması gibi sürdürülebilir tasarım stratejileri, yapısal sistem ve mimari kapsama görüş açısıyla değerlendirilebilir. Bu çalışmaların tamamı, projeden ve belgelendirmeden önce yapılabilir ve yapılmalıdır. Proje, fiyat verme ve inşa fiyatlandırılması gibi son safhalara geldiğinde, sürdürülebilir tasarım başlangıcından beri bina tasarımı sırasında başarıyla düşünülmesindeki zamanla karşılaştırıldığında, değer mühendislik stratejilerini uygulamak güç olacaktır.

### **4.3. BIM’de Enerji Analizi**

Autodesk Ekotek Analizi tarafından sağlanan masaüstü aletleri ile, bina işletmesinin çok başlangıçtaki tasarım basamaklarında etki gösterebileceklerini anlamada kullanıcılara birçok simülasyon ve fonksiyon sağlanır. Bir binanın çevreye etkisinin azaltılması için asıl olarak çevrenin binayı etkileme şeklini anlamamız gerekir. Autodesk Ekotek Analizi, bina tasarımının sürecine odaklanma ile mimarlar tarafından oluşturulmuştur.

Tasarımcılar, projenin başlangıç noktasında bina projelerinin performansının simülasyonunu yapmalarını sağlar.

Autodesk Ekotek Analizi, birçok analiz fonksiyonlarına sahiptir, örneğin solar, gölge, havalandırma, ışıklandırma, gölgelendirme, akustik ve termal. Bunlar bina modeli bağlamında analitik sonuçları doğrudan sunan yüksek kalitede görsel görüntülerle birleştirilebilir. Bu alette görsel geri bildirim, yoğun veri setlerinin ve karmaşık kavramların çok daha verimli bir şekilde iletilmesini sağlar ve tasarımın yeterince esnek ve kolaylıkla değiştirilebilir olduğu bir zamanda, tasarımcıların karmaşık performansla çabuk ilgilenmesini sağlar.(www.Autodesk.com)

2004 yılında, Green Building Studio (Yeşil Bina Stüdyosu) ilk defa web hizmetini tanıtmıştır. Şimdi, bunun sonuçları ASHRAE Standardı 140'ına uyar ve ABD Enerji Bakanlığı tarafından onaylanır. Ayrıca, 2008 yılında Mikrosoft Yaratıcılık Noktası Ödülünü kazanmıştır.

XML bağlantıları, Autodesk'in Yeşil Bina Stüdyosu 2009a, temel BIM tasarım uygulamalarını içerebilir ve bunların arasında, erken safha bina tasarım şemalarının ilk safhalarına dayalı olarak enerji analizini yapmak için, Revit Mimarisi, AutoCAD Mimarisi ve AutoCAD MEP vardır. Bu beceri ile İnternette bina performansının test edilmesi ve tasarım seçeneklerinin doğrulanması yapılabilir ve enerji istatistikleri oluşturulabilir ve ayrıca farklı bina tipleri, iklimsel koşullar ve diğerleri için bölgesel standartlara dayalı olarak tasarımın nasıl geliştirileceği hakkında önerilerde bulunur. Öyle ki, Yeşil Bina Stüdyosu, tasarım bilgisi, bina nitelikleri, ortak enerji kuralları ve performans standartlarını içeren ilişkisel veri tabanlarının geniş bir ağına dayanır .(www.Autodesk.com)

#### **4.4. BIM'de Tasarımın Analizi**

Revite dayalı tasarım modelleri, tasarım sürecince simülasyon ve analiz için gbXML formatına aktarılabilir Autodesk Ecotect Analizine doğrudan aktarılabilir. Gün ışığı, gölgeleme, solar erişim ve görsel etki gibi temel çevresel faktörlere dayalı olarak, bina tasarımının en iyi konumunu, şeklini ve yönünü belirlemede yardımcı olmak için, tasarım sürecinin başlangıcında, çok erken safhadaki Autodesk Revit Mimarisi kitle

modelleri, Autodesk Ekotek Analizindeki mevki analiz fonksiyonu ile birlikte olarak yapılabilir.

Belki de yazılımın en özel yanı, analiz sonuçlarının görsel ve etkileşimli görüntülenmesidir. Tasarımcının, analiz sonuçlarını kolaylıkla yorumlayamaması, bina performans analizi yazılımının çoğunlukla en büyük başarısızlığıdır. Autodesk Ekotek Analizi, görsel görüntülerin yanında metine dayalı raporların işlemeye uygun geri bildirimini sağlar. Bu görsel görüntüler sadece grafikler ve çizelgeler olmaktan daha fazladır. Analiz sonuçları model görüntüsünün bağlamında doğrudan sunulur: gölge veren analizden sonuçlanan gölge animasyonları; tesadüfi solar radyasyon gibi yüzey eşlenmiş bilgiler; ve bir odada gün ışığı veya termal konfor gibi üç boyutlu hacimsel gösterimler.

Kavramsal tasarım sırasında, Autodesk Ekotek Analizi ve Autodesk Revit Mimarisi modeli, çeşitli erken analiz için kullanılabilir. Örneğin, tasarımcı bir şekil üstünde tekrar yapmak için gölgeleme, solar erişim ve rüzgar akış analizleri yapabilir ve komşu yapıların ışık hakkını etkilemeden bina performansını arttırmak için yönlendirme yapabilir. Tasarım ilerlerken ve binanın termal bölgelerini tanımlayan öğeler oluşturulurken (duvarların, pencerelerin, çatıların, zeminlerin ve iç ayrımların planı), Revit modeli, odaya dayalı hesaplamalar için kullanılabilir, örneğin ortalama gün ışığı faktörleri, yansıma zamanları ve dışarıya doğrudan bakışı olan zemin alanı kısımları.

Sonuç olarak, Revit modeli, gölgelendirme, ışıklandırma ve akustik analiz gibi daha ayrıntılı analiz için kullanılabilir. Örneğin, yıl boyunca farklı koşullardan tasarımın nasıl işleyeceğini simülasyon yapmak için tasarımcı, Autodesk Revit Mimarisinde modeli yapılan gölgeleme panjur tasarımıyla birlikte Autodesk Ekotek Analizini kullanabilir. Veya mimarlar, Revite dayalı bir tasarımın akustik konforuna erişmede yardımcı olması için Autodesk Ekotek Analizini kullanabilir ve daha sonra en iyi konfor için ses kaynağının yerini ayarlar veya iç duvar planını ayarlar veya ses reflektörlerinin geometrisini ayarlar .(www.autodesk.com)

Kavramsal tasarım gelişirken, enerji kullanımını ve olası tasarrufların önerilen alanlarını değerlendirmek için binanın tamamının enerji, su ve karbon analizi, Autodesk Yeşil

Bina Stüdyosuna entegre erişimin kullanımı ile yapılabilir. Bu temel tasarım parametreleri oluşturulduğunda, Autodesk Ekotek Analizi, odaların ve bölgelerin yeniden düzenlenmesi, aralıkların ölçülerinin ve şekillerinin belirlenmesinde, gün ışığı sağlanırlığı, göz kamaştırmaya karşı koruma, dış görünüm ve akustik konfor gibi çevresel faktörlere dayalı özel malzemelerin seçiminde kullanılabilir.

İnşaat yapanların ve kullanıcıların, tesislerinin enerji verimliliğini düşürmek için yeşil bina eğilimden etkilendikleri ve projelerinin çevresel etkilerini daha yakından inceledikleri bilinen bir gerçekliktir. Yüksek kalitedeki iş uygulaması, sürdürülebilir bina için gereklidir ve bu da tesisin daha iyi pazarlamasına yol açar. Erken kararlar, binanın yaşam süresinin bütün sürdürülebilirlik seviyelerinde önemli rol oynar. Tasarımın zayıf noktalarını tanımlama becerisi ve elde edilebilir. Alternatiflere göre değişikliklerin uygulanması, çevreleyen ortam üstüne binanın olumsuz etkilerini azaltılmasında ve binanın yeşilliğinin geliştirilmesinde tasarımcıya yardımcı olabilir. Dolayısıyla, BIM yazılımlarının, tasarım süreçlerinin daha sistematik ve dikkatli şekilde kontrol edilmesinde ve yönetilmesinde yardımcı olduğu söylenebilir.

#### **4.5. Enerji Analizinde BIM Uygulaması**

Mevcut araştırmanın amacı, binanın farklı bileşenlerinin performansını incelemek, analiz etmek ve geliştirmek için bir çerçeve tanıtmak ve tasarımın erken safhalarından başlayarak BIM'i uygulama yollarını tanıtmaktır.

Bu araştırma için seçilen örnek bina "Revit Mimaride" modeli yapılan konut binasıdır. Ecotect yazılımının genel CAD'e dayalı yazılım ile karşılaştırıldığındaki yararı, tasarım belgelerinin etkileyici yöntem olmasıdır. Tercihler hemen değiştirilebilir ve enerji analizi için gerekli olan bütün bilgiler yeniden hazırlanabilir.

Binanın modellenmesinden sonra, BIM yazılımı ayrıntılı enerji analizi için kullanılır. Bu çalışma, büyük enerji tüketimi olan konut binalarının toplamını azaltmaya odaklanmıştır. Ön simülasyona göre, toplam yük için temel ölçüt tanınmış ve gerekli ölçümler toplam yükleri azaltmak için ayrı şekilde yapılmıştır.

#### 4.6.Konut Binaları İçin Konfor Seviyesi

ASHRAE ve Türk Devlet Meteoroloji İşleri ve TSE (Türk Standartları Enstitüsü) standartlarına göre, binanın iç alanları için konfor sıcaklığı 18-24<sup>0</sup>C'dir ve durum çalışmasının mevcut performansının aralığına göre, bunların sonuçları rutubetli iklimde konut binaları için en rahat sıcaklıklar 22-24<sup>0</sup>C arasındadır

Standartlara Dayalı Olarak Termal Konfor Özellikleri ;

İstanbul'un Akdeniz iklimi ile, Rutubetli alt ılıman-nemli iklimle ve okyanus havasıyla sınırı olduğundan dolayı, termal konfor nitelikleri için ISO7730 ve ASHREA standartlarında sunulan yaz koşullarına başvurulmalıdır. İstanbul durumu için bütün termal koşullar, hem tasarım ve hem de işletme adımlarında göz önünde bulundurulmalıdır. Bu bilgi özellikle ISO7730, ASHREA ve Türk Devlet Meteorolojik Hizmeti ve TSE (Türk Standartları Enstitüsü)'nde verilen literatürün incelenmesiyle hazırlanmıştır.

**Tablo 4. ASHREA, ISO7730 ve Türk Devlet Meteoroloji İşleri ve TSE (Türk Standartları Enstitüsü)'ne dayalı termal konfor tasarım kriterlerini gösteri**

Standard	Önerilen	Önerilen
ASHREA	18-24	50%-80%
TSE	18-24	%65-%80

## 5. ÖRNEK ÇALIŞMA

İstanbul'da sarıyer'de bir konut binası araştırma için örnek olarak seçilmiştir.aşşağıda açık adresi verilen bir örnek olarak seçilen bina adresi;  
Yeni Köy Mah. Yeni Köy Tarabya Caddesi, Kalender Sokak, Kormaç Sokak, no. 9  
Sarıyer/İstanbul'da bulunmaktadır. Bina 3 katlıdır ve her katta 2 daire vardır. yaklaşık olarak inşaat alanı 500 m2 dir.



**Resim1. Binanın Hava Fotoğrafları [www.yandex.com](http://www.yandex.com)**



**Resim 2.Binanın Fotoğrafları 03/06/2014 15:16:54**



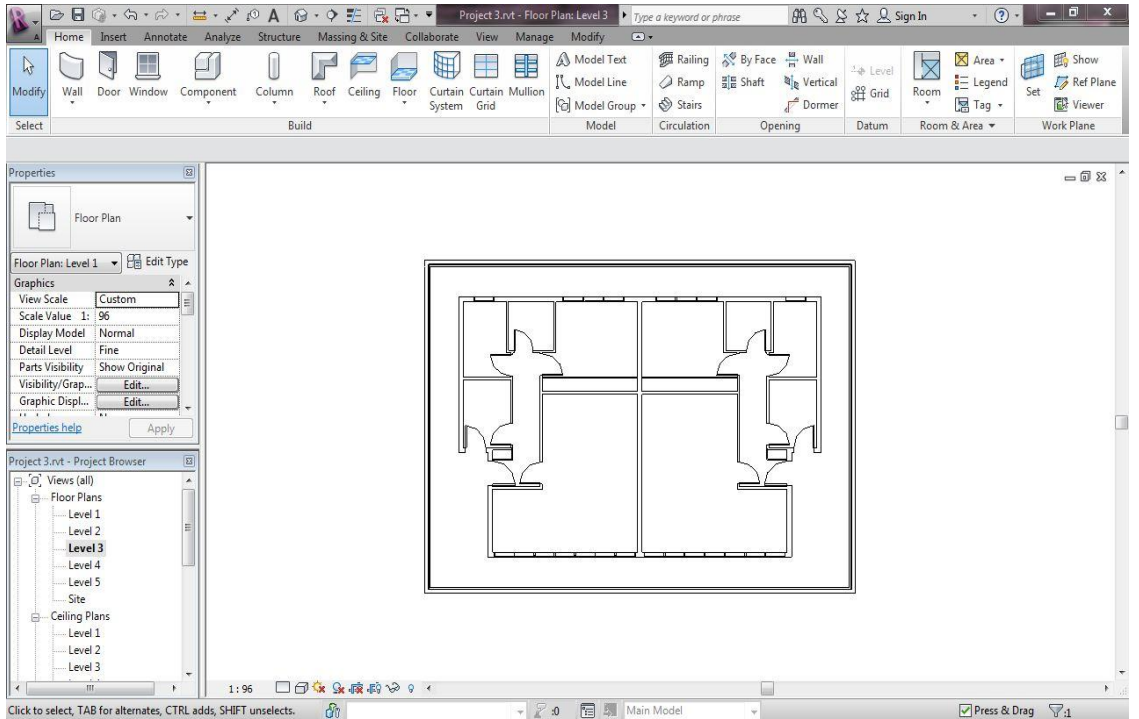
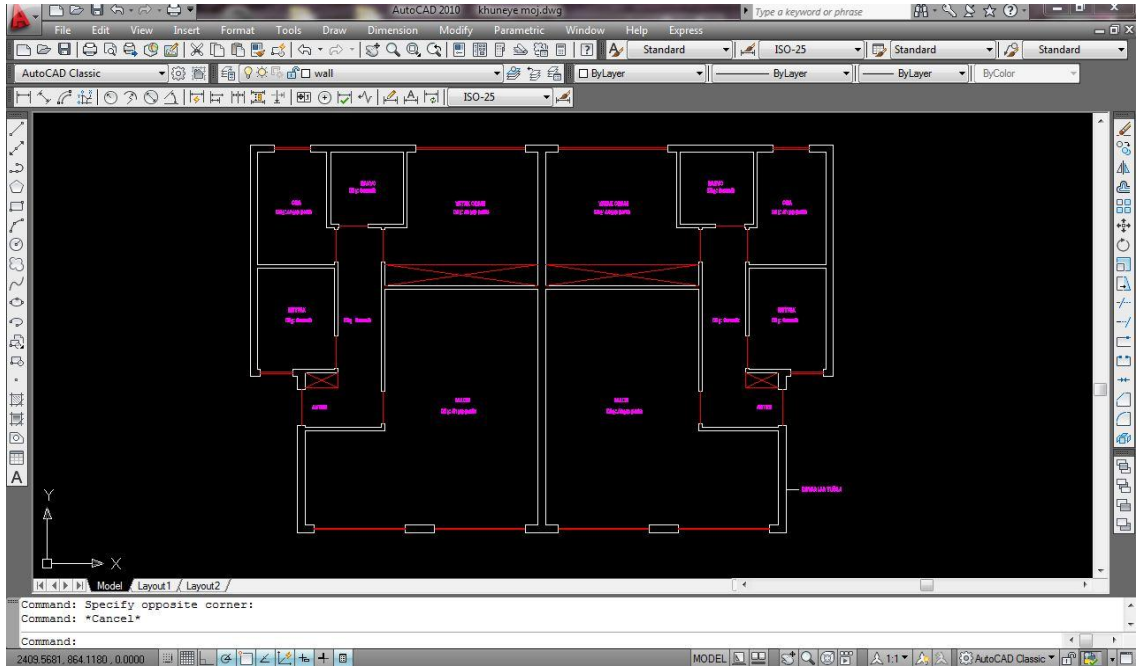


**Resim 3. Binanın Fotoğrafları 03/06/2014 15:16:52**

## Simülasyon;

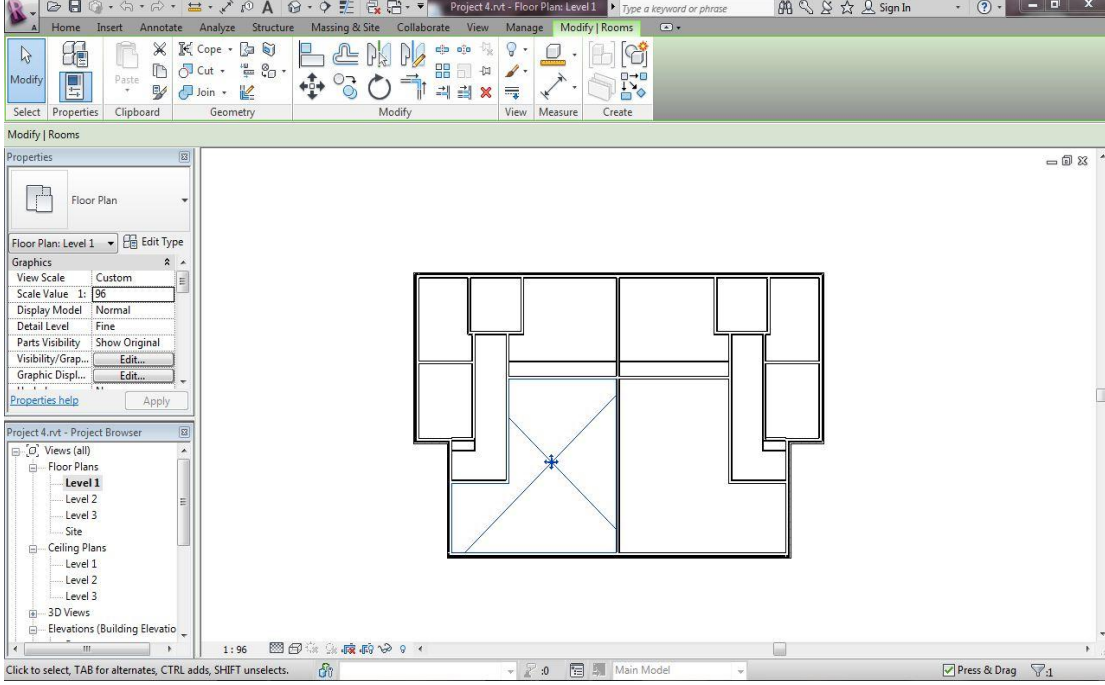
Örnek binanın CAD çizimi ,Revit Mimari yazılımına aktarılmış için Ecotect’de aktarım gerçekleştirildi.

Şekil 5.21.Taşıma Cad fileto Revit Mimarisi



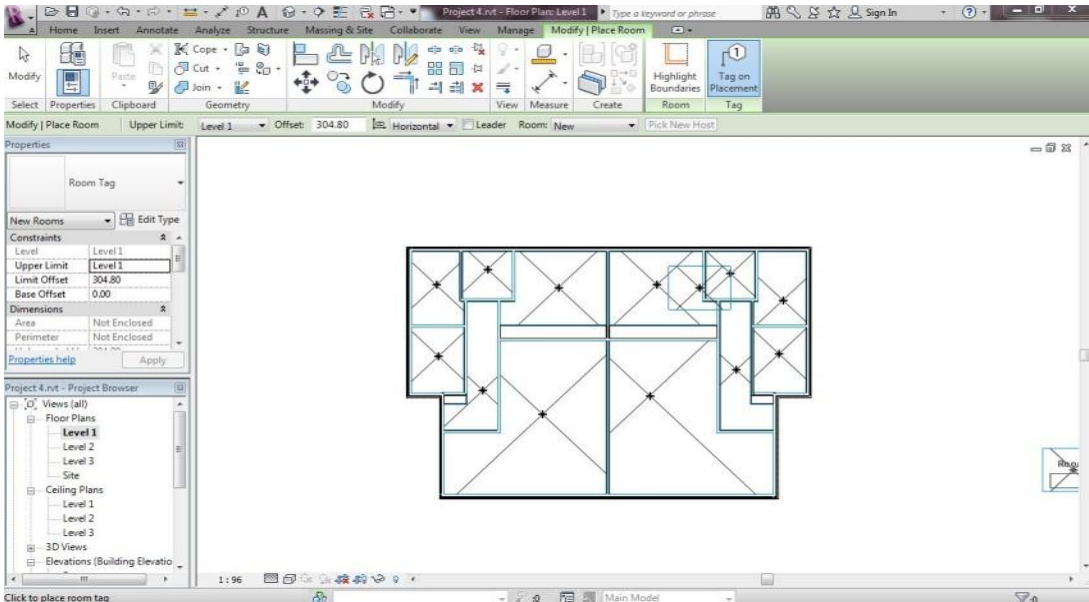
Şekil 5.22 enerji analizi yazılımında analizin hazırlanması için materyaller gibi bütün ayrıntıların simülasyonunu göstermektedir.

**Şekil 5.22. Revit Mimari yazılımında bütün ayrıntıların simülasyonu**



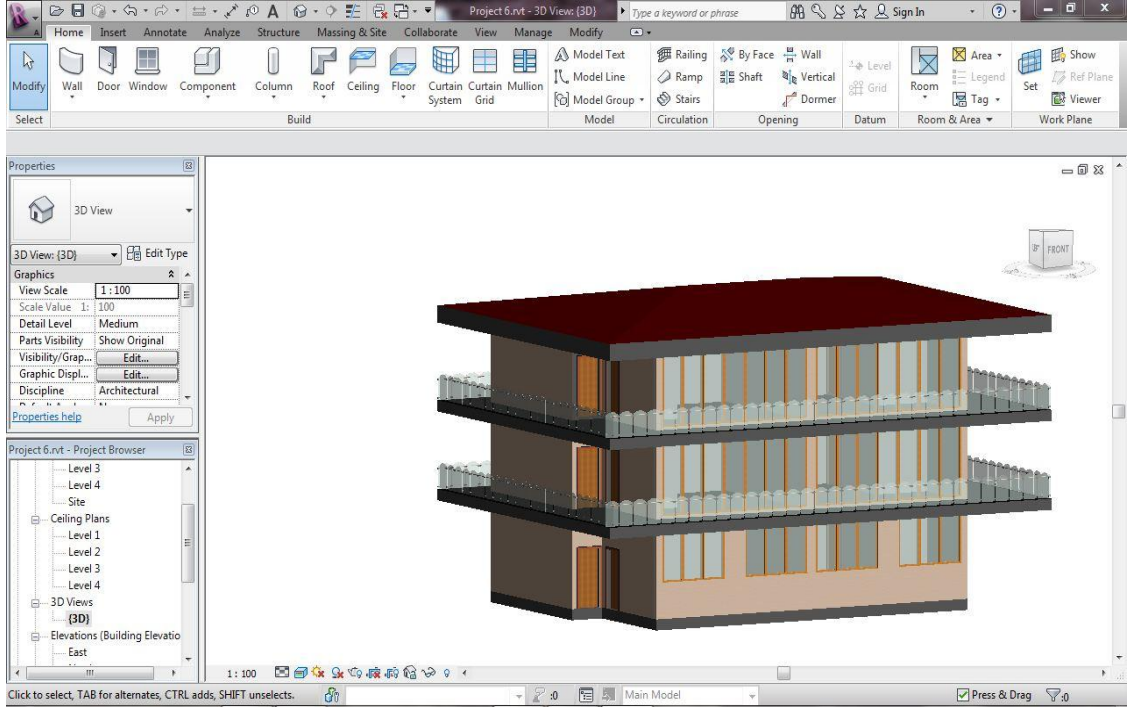
Binanın her alanının simülasyonu için bir bölge tanımlanmıştır ve Şekil 5.23'e göre kendi sıcaklığı ile her bölge tanımlanmıştır.

**Şekil 5.23. Revit Mimari yazılımında bölge alanının tanımı**



Şekil 5.24 enerji analizi yazılımında analizin hazırlanması için bütün parametrik tasarım ilkelerinin simülasyonunu göstermektedir ve Şekil 5.25 Autodesk Mimarisinde simüle edilmiş durum araştırmasının 3D planını gösterir.

**Şekil5.24.Parametrik tasarım ilkelerinin simülasyonu**



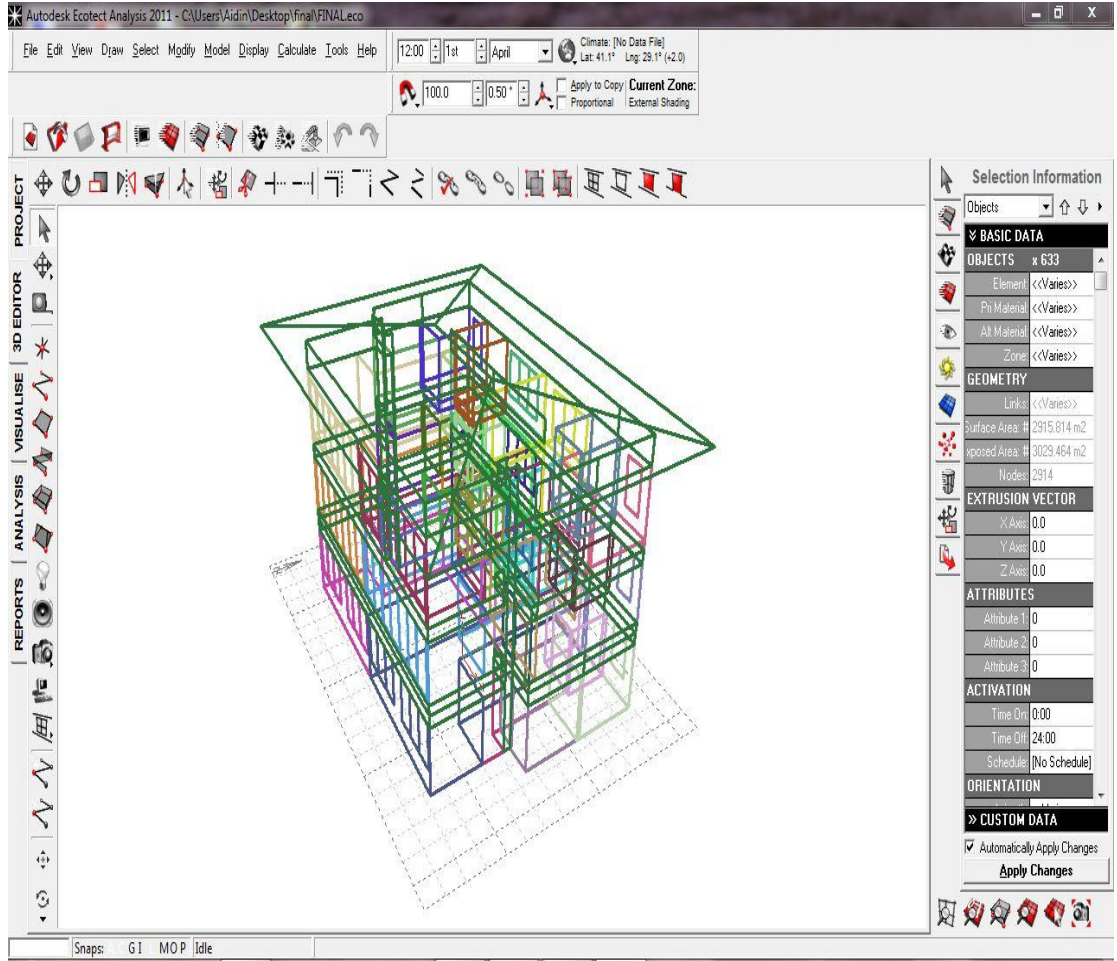
**Şekil 5.25. Autodesk Mimarisinde durum çalışmasının yapılanversiyonu**



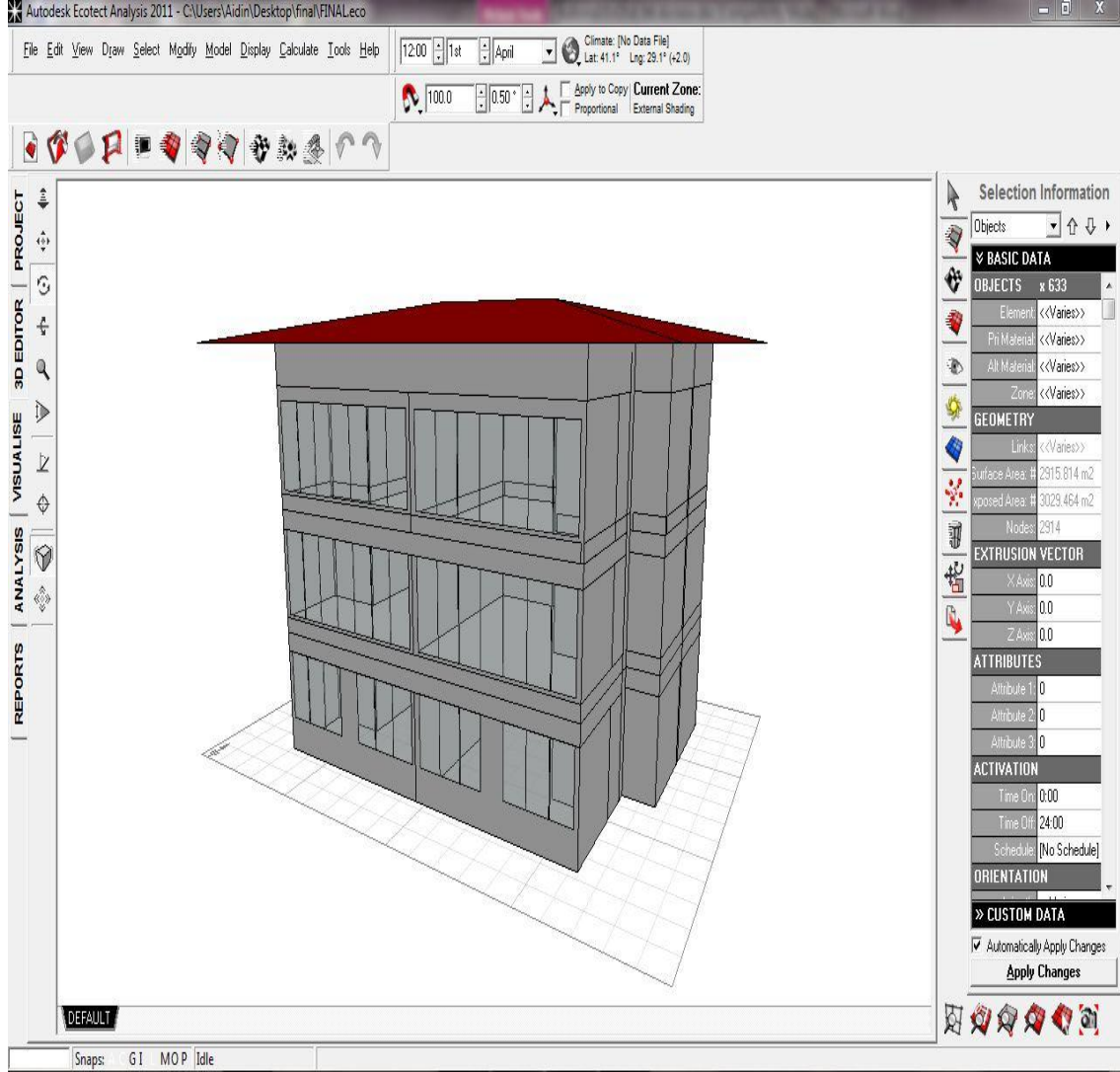
## 5.1.Örnek Binada Mevcut Durum Üzerinden Enerji Kullanımının Analizi

Binanın Revit Mimari modelleme programında, gbXml dosyası olarak kaydedilmesi ve daha sonra Şekil 5.26 ve 5.27'ye göre enerjinin analizi için Autodesk Ecotect'e aktarılması.

Şekil 5.26. Autodesk Ecotect'de Binanın Ara Yüzü



Şekil 5.27 Autodesk Ecotect'de binanın görüntülenmesi

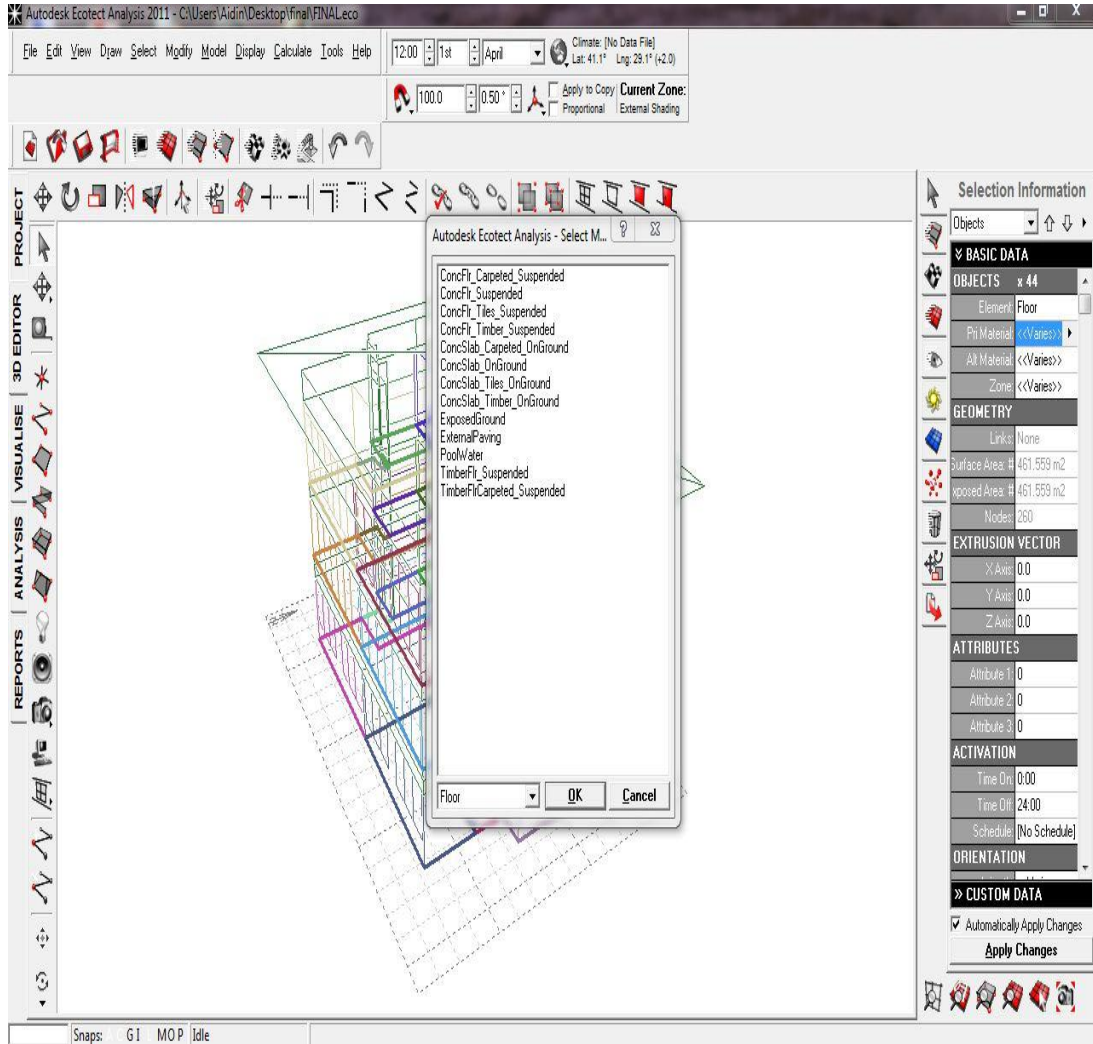


## Örnek binada mevcut durum üzerinden materyallerin belirlenmesi;

Model aktarıldığında, inşa malzemeleri Şekil 5.28'e göre modele ayrılmalıdır. Ecotect'in "malzemeler kütüphanesinde" geniş aralıkta malzemeleri vardır, Ecotect birkaç dakikada etkilerini test etmek ve değerlendirmek için tasarlanmıştır.

Bu binanın inşasında kullanılan malzemeler, ilk aşamada, programa tanılır. Binanın, bölge ve hava verilerine bağlı ve konuma bağlı güneş açısının etkisine bağlı değişimi izlenir.

Şekil 5.28. Malzemelerin Ecotect'te tanımlanması

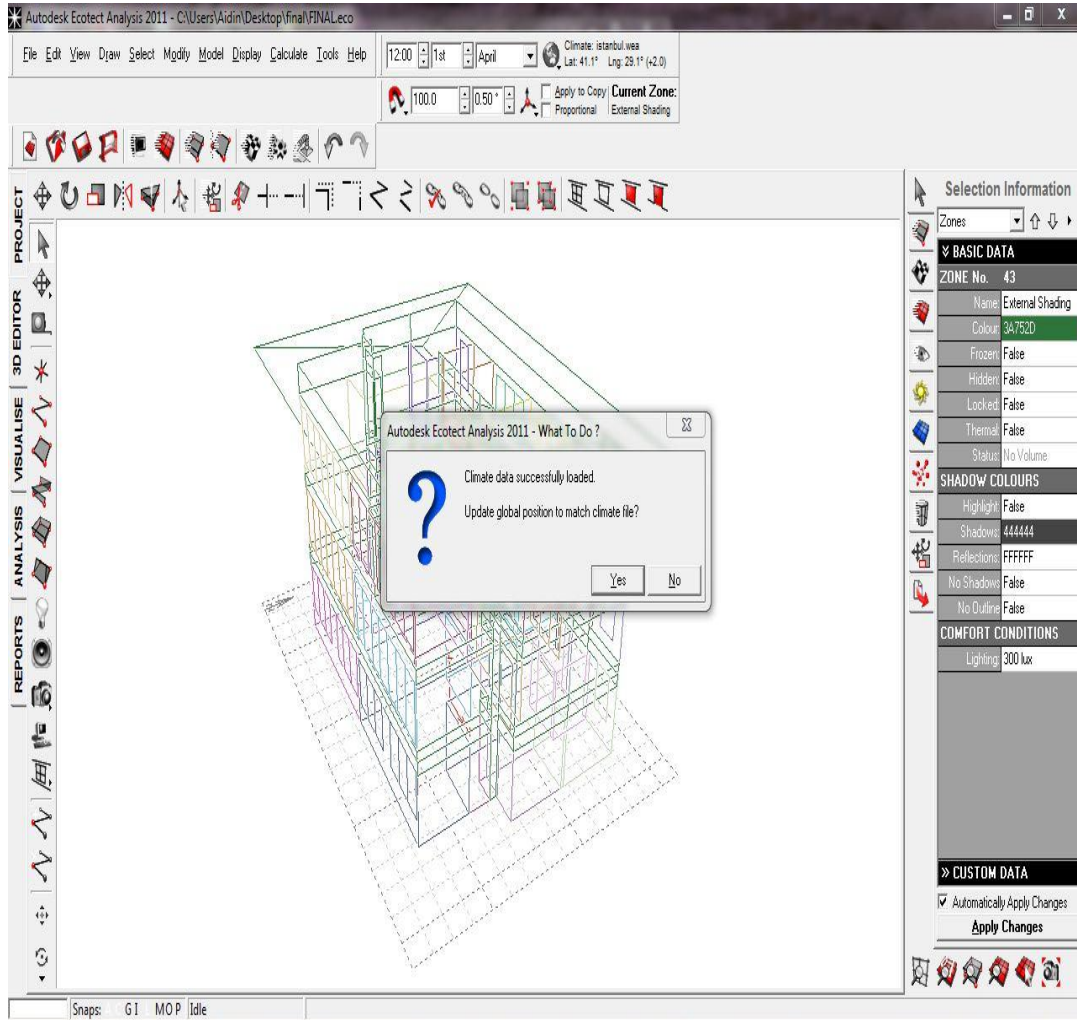


## Bölge ve Hava Verilerine bağlı değişim;

İstanbul Türkiye'nin en büyük şehridir ve 280 01' ve 290 55' Doğu boylamlarında ve 410 33' ve 400 28' Kuzey enlemlerinde koordinatları bulunur. İlimına-rutubetli iklime sahiptir ve bu da yıl boyunca sıcaklıkta iniş çıkışların olmadığı anlamına gelir.

Ecotect'te seçili malzemelerin saptanmasıyla, yer ve hava verileri de bu yazılımda tanımlanır. (Şekil 5.29).

Şekil 5.29. Ecotect'te bölge yönetiminin tanımı

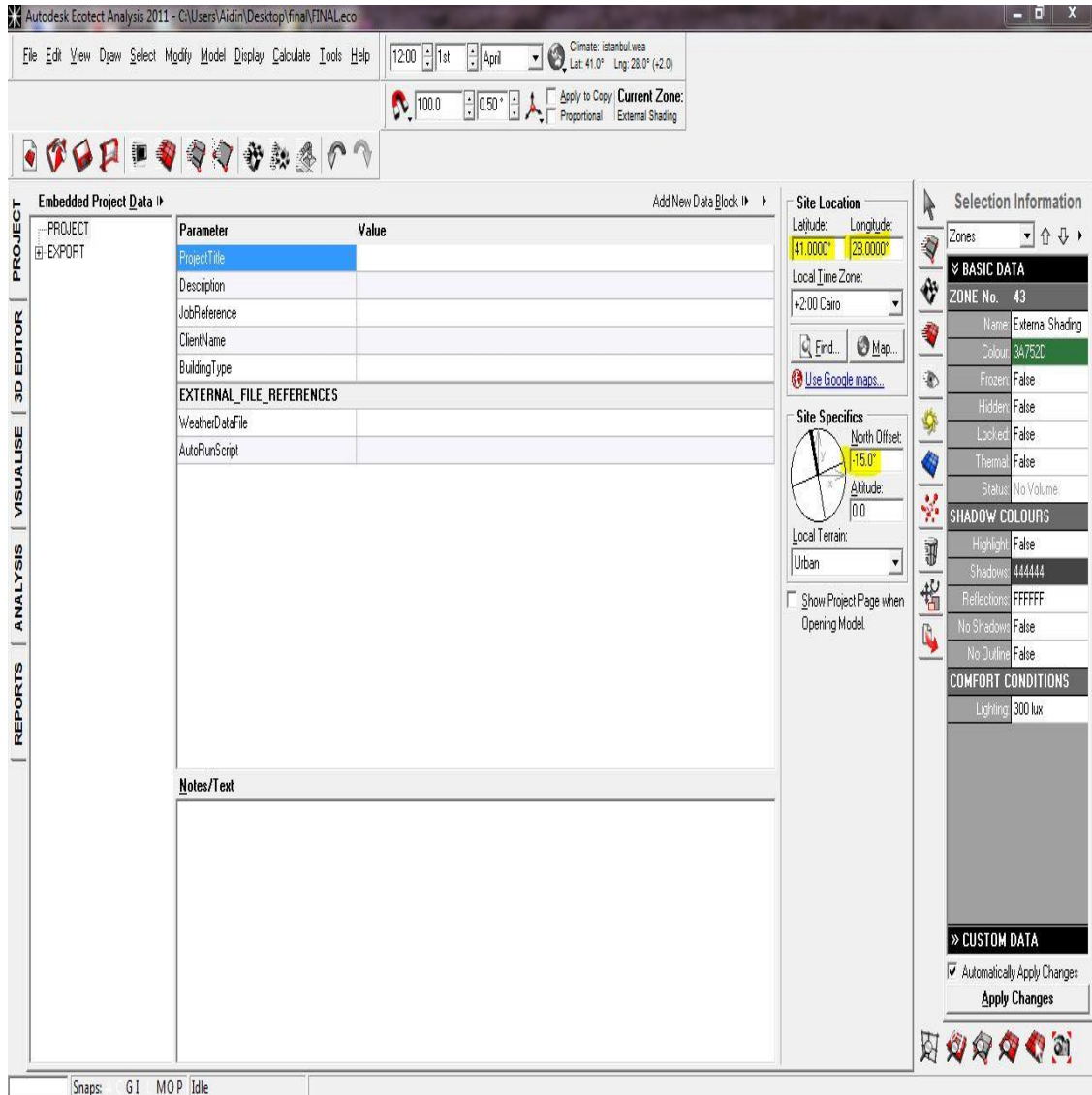




## Binanın Konumuna bağlı güneş açısının etkisi;

Örnek çalışmada binanın konumlanması, gün ışığının binaya eriştiği açılar tanıtılır. (Şekil 5.30) . Binanın ışığı alış şekli ve cam açıklıkları, bina sisteminin enerji verimi ve kullanıcının konforunu büyük ölçüde etkileyen konulardır. Sürdürülebilir tasarımda Uygun bir konumlandırma, solar temelli pasif stratejilerin ve ayrıca bazen görülebilecek rüzgara dayalı stratejilerin iyi optimize edilmesine neden olur, doğal olarak soğutma, ısıtma ve ışıklandırma için daha düşük enerji çözümü üretir.

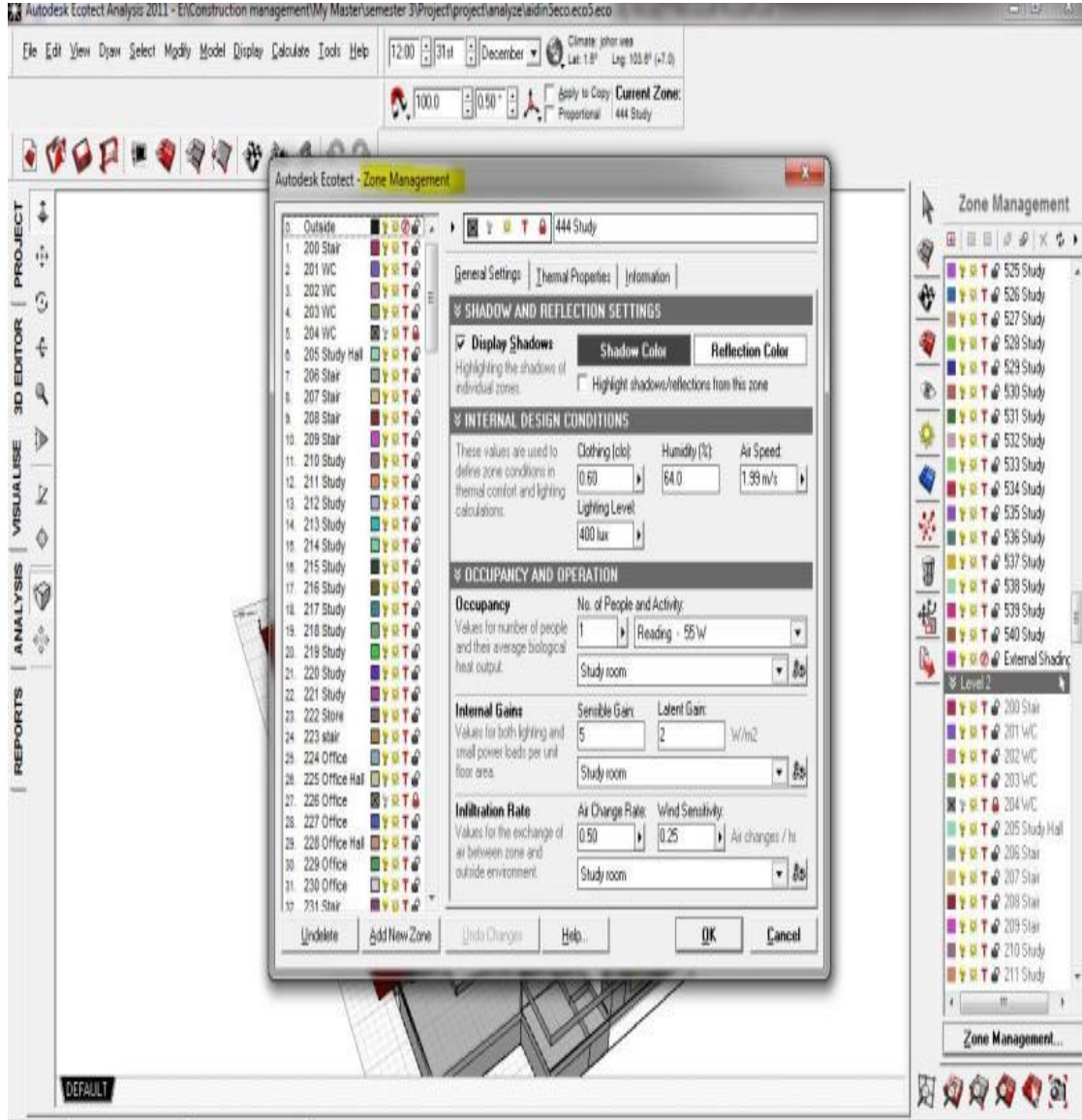
Şekil 5.30. Ecotect'te konumlandırmanın tanımı



## Enerji analizi için bina içinde bölgeleme çalışması;

Ecotect yazılımında binanın aktarılmasıyla ve sıcaklık, kullanıcı sayısı, kullanıcının çalışma saatleri, faaliyet türü, soğutma sistemi ve sistemin işletme saatleri gibi bütün ayrıntıları koyarak bina simüle edilir ve bölgeler ( farklı fonksiyondaki mekanlar) tanımlır .(Şekil 5.31)

Şekil 5.31. Ecotect'te bölge yönetiminin tanımı



## 5.2.Örnek Binada Mevcut Durum Üzerinden Enerji Kullanımının Analiz Sonuçları;

Tablo 5.2'ye göre Ecotect yazılımının çıktısı, soğutma ve ısıtma yüklerini gösterir ve durum çalışmasının toplam alanı için toplam yük 1 yıl içinde 89826.424kWh ve her M<sup>2</sup> başına 194.615kWh M<sup>2</sup>'dir.

**Tablo 5.2. 1 yıl için örnek binada mevcut durum üzerinden enerji kullanımının Analiz tablosu**

<b>YILLIK ISITMA/SOĞUTMA YÜKLERİ</b>			
<b>ISITMA/SOĞUTMA</b>			
<b>AY</b>	<b>ISITMA ( kWh )</b>	<b>SOĞUTMA (kWh)</b>	<b>Toplam(kWh)</b>
<b>Ocak</b>	17639.114	118.611	17757.726
<b>Şubat</b>	17072.158	118.258	17190.416
<b>Mart</b>	14998.635	102.843	15101.478
<b>Nisan</b>	7537.742	47.199	7584.941
<b>Mayıs</b>	2632.429	12.104	2644.534
<b>Haziran</b>	21.277	233.792	255.068
<b>Temmuz</b>	1.787	985.855	987.643
<b>Ağustos</b>	1.808	766.596	768.403
<b>Eylül</b>	187.081	99.143	286.224
<b>Ekim</b>	2989.846	11.575	3001.422
<b>Kasım</b>	9246.202	57.101	9303.303
<b>Aralık</b>	14847.449	97.828	14945.277
<b>ToplamAlan</b>	87175.520	2650.906	89826.424
<b>M<sup>2</sup>Başına</b>	188.872	5.743	194.615

Tablo 5.2 e göre bina büyük miktarda enerji kullanmaktadır. Binada soğutma ve ısıtma sistemi için büyük miktarlarda enerji tüketilir. Enerji ve konfor seviyesi için binanın enerji kullanımının en uygun seviyeye getirilmesi gerekir. araştırmada örnek binada pencere ve duvar malzemelerinde değişiklik yapılarak enerji kaybının azaltılması amaçlanır. Bu amaçla uygun olarak aşağıdaki belirtilen değişiklikler yapılır.

### **5.3.Örnek Binada Enerji Tüketiminin Optimize Edilmesi İçin Öneriler**

Durumun enerji kullanımlarını optimize etmek için, aşağıdaki değişkenler kayıt edilir, örneğin materyaller, konfor seviyesi standartlarına göre soğutma ve ısıtma sisteminin performans yönetimi ve varyasyon eğiliminin temel iç bölgelerinin test edilmesi.

1-Pencerelerin Değiştirilmesi

2-Malzemelerin Değiştirilmesi

#### **Pencerelerin Değiştirilmesi ;**

Pencereler ve bir binada yerleştirilme yolu, enerjinin tüketiliş şeklinde ve karbon dioksit salınmasında önemli bir rol oynar. İyi tasarlanmış camlar, soğutma ve ısıtma koşullarını azaltarak enerji kaybını azaltabilir. Çerçeve tasarımı daha destekli malzemeleri kullanabilir daha düşük enerji barındıran malzemeler uygulanabilir. Ayrıca, binadaki pencereler gün ışığı almak ve manzara için önemlidir. Her ikisinin de insanlar üstünde psikolojik etkileri vardır. Pasif solar kazanım ve ısıltı problemlili alanlar olabilir; ancak, yaşam döngüsünün enerji tüketimi ve pencerelerin termal verimi çeşitli alternatiflerin kullanımı ile geliştirilebilir.

Bir binanın camlı alanlarının şekli, yeri, boyutları ve konumu hem solar kazanımı ve hem de sıcaklık kazanımını önemli derecede etkileyebilir çünkü camlı alanlar, alan birim başına sıcaklık kazanımının maksimum seviyesine sahiptir ve solar kazanımların ana kısmı binaların pencerelerinden olur. Pencerelerin doğrudan solar kazanımda temel bir rolü vardır ve doğrudan solar kazanımı etkileyen faktörler şunlardır:

**U-faktörü:** u-faktörü, sıcaklık farkı dolayısıyla sıcaklık iletiminin bir ölçümüdür. U-faktörü ne kadar küçükse, iletilen sıcaklık o kadar azdır.

**Solar sıcaklık kazanımı katsayısı:** (SHGC), pencereden geçen solar sıcaklığın veya gök ışığının bir ölçümüdür.

**Görünür iletim:** bu, pencereden geçen görünür ışığın kısmının bir ölçümüdür.

**Düşük yayıcılık:** bir pencerenin üstünde biriken mikroskobik şekilde ince, neredeyse görünmez metal veya metalik oksit tabakaları veya gök ışığı cam yüzeyler asıl olarak, pencereden ışınsal sıcak akışını veya gök ışığını baskılayarak u-faktörünü azaltır.

Örnek binada, en uygun pencereyi bulmak için pencerelerin 8 türü ile Ecotect yazılımında değiştirilmiş ve test edilmiştir.

Tablo 5.3'te çift camlı pencerelerin simülasyonunun sonucu, her pencere için soğutma ve ısıtma yükü ve ayrıca tasarruf edilen enerji miktarı gösterilir.

**Tablo 5.3.1 Pencerelerin soğutma yükü üstündeki ve tasarruf edilen enerji miktarındaki etkileri**

<b>Türler</b>	<b>TOPLAM yük M<sup>2</sup> BAŞINA</b>	<b>Enerji Tasarrufu</b>
Pencere 01	209.043	-7%
Pencere 02	192.043	2%
Pencere 03	192.520	3%
Pencere 04	191.222	3.5%
Pencere 05	215.829	-11%
Pencere 06	221.197	-11.5%
Pencere 07	210.700	-8%

**Tablo5.3.2 Simülasyonda Test Yapılmış Farklı Pencereleer**

<b>Tür</b>	<b>Pencerenin görüntüsü</b>	<b>Pencere adı</b>	<b>U-değeri (W/m2.k)</b>	<b>SHGC</b>
Örnek Binada Kullanılan pencere		Çift camlı ahşap çerçeve	2.9	0.81
pencere-01		Tek Sırlı ahşap çerçeve	5.1	0.94
pencere -02		Çift Camlı Alüminyum Çerçeve	2.7	0.81
pencere -03		Çift Camlı düşük E Alüminyum Çerçeve	2.41	0.75
pencere -04		Çift Camlı düşük E ahşap çerçeve	2.26	0.75
pencere -05		Tek camlı Alüminyum Çerçeve	6	0.94
pencere -06		Tek camlı Alüminyum	6	0.56
pencere -07		Saydam Skylight	5	0.78

Simüle edilen bütün pencereleri ve binada var olan pencereler ile karşılaştırdığımızda sonuçlara varılır Tablo 5.3.1 ve 5.3.2'deki, pencere türü 4(çift camlı düşük E kereste çerçevesi), düşük U- faktör ile çift camlı pencerelerin kullanımı en iyi seçenektir olarak görülmektedir.

Soğutma ve ısıtma yüklerinde yaklaşık olarak % 3.5 tasarruf vardır ve dolayısıyla soğutma bölgeleri için enerji tasarrufuna yol açacağı açıktır.

**Tablo 5.3.3 Simüle Edilen Tür 4'ün Özellikleri**

<b>Tür</b>	<b>Pencere adı</b>	<b>U-değeri</b>	<b>SHGC</b>	<b>Görünür iletim</b>	<b>Yayılm</b>
Pencere 04	Çiftcamlı_Düşük E_Kereste çerçevesi	2.260	0.75	0.639	0.78



## Duvar Malzemelerinin Değiştirilmesi;

İstanbul'un ılıman-rutubetli iklimi çok değişkendir, ancak binaların güneş radyasyonuna yüksek oranda maruz kalması nedeniyle, binaların i kısımlarındaki ısıtma üstünde önemli etkiye sahiptir. Sonuç olarak, duvarların yeterli izolasyonu gibi uygun önlemler, binaya sıcaklık akışını azaltmak için sağlanmalıdır. Eğer izolasyon malzemelerinin daha yüksek termal iletkenliği varsa, bu, termal direncin daha düşük bir seviyede olduğu anlamına gelir. Dolayısıyla, en avantajlı termal izolasyon elde etmek için, daha fazla kalınlıkta olanların kullanılması gerekir.

En optimize malzemeyi bulmak için Ecotect yazılımında 9 farklı çeşit duvar malzemesi test edilmiştir. Tablo 5.5'te bu araştırmada kullanılan farklı türdeki duvar parçaları gösterilmiştir.

**Tablo 5.5.1 Duvarların Soğutma Ve Isıtma Yüklerine Etkisi Ve Enerji Tasarrufunun Miktarı**

<b>TÜRLER</b>	<b>Toplam yük M<sup>2</sup> BAŞINA</b>	<b>Enerji Tasarrufu</b>
Duvar 01	167.544	13%
Duvar 02	166.091	14%
Duvar 03	171.370	11%
Duvar 04	148.212	23.5%
Duvar 05	147.307	25%
Duvar 06	194.590	1%
Duvar 07	147.868	24%
Duvar 08	195.821	-1%
Duvar 09	209.016	-6%

**Tablo5.5.2. Simülasyonda Test Yapılmış Farklı Duvarlar**

<b>Tür</b>	<b>Duvar dı</b>	<b>U-değeri (W/m2. k)</b>	<b>çevre ile ısı alışveriş (W/m<sup>2</sup>. k)</b>	<b>Kalınlık (mm)</b>
Örnek Binada Kullanılan duvar	Tuğlave sıva	2.62	4.38	130
Duvar-01	çift Tuğla Boşluk sıva	1.78	4.59	280
Duvar -02	çift Tuğla Boşluk sıva R2	1.74	4.59	290
Duvar -03	çift Tuğla katı sıva	1.95	4.55	230
Duvar -04	ters Tuğla kaplama _R15	0.49	4.87	150
Duvar -05	ters Tuğla kaplama _R20	0.39	5	200
Duvar -06	Tuğlave ahşap	1.77	2.2	195
Duvar -07	Kereste Kaplı Duvar	0.3	4.96	210
Duvar -08	Kons Blok	1.83	3.34	130
Duvar -09	Kons Blok ve sıva	1.8	3.36	130

5.5.1 ve 5.5.2 deki tablolar değerlendirilir ve de duvar türü 5'ün (Ters Tuğla Kaplama\_R 20) Seçilir.enerji de %25'lik tasarruflarla en iyi seçenek olduğunu göstermiştir.

Bu tipin özellikleri tablo 5.5.3 de görülmektedir.

**Tablo 5.5.3 Simüle Edilen Duvar Türü 5'ün Özellikleri**

<b>Tür</b>	<b>Duvar adı</b>	<b>U-Değeri (W/m2.k)</b>	<b>çevre ile ısı alışverişi</b>	<b>Termal Azalma</b>	<b>Kalınlık (Mm)</b>
Duvar 05	TersTuğla Kaplama_R 20	0.390	5.000	0.23	0.3

Sıcaklığın Değiştirilmesi;

Literatür incelemesine göre, konut binasında kullanıcı için en iyi ve standart sıcaklık18-24°C'dir. Bu amaç için ve ayrıca yazılımda bina kullanıcıları için rahat hava kalitesi için, enerji tüketimini düşürmek için özel sıcaklık her bölge için kullanılmıştır.

**Tablo 5.7. Değişen Sıcaklıkla Enerji Tasarrufu**

<b>Alan/Yük</b>	<b>Isıtma (KWh)</b>	<b>Soğutma (KWh)</b>	<b>Toplam (KWh)</b>	<b>Mevcut durumun toplam yükü</b>	<b>Enerji tasarrufu</b>
Toplam Alan	68037.616	11902.359	79939.976	111415.616	12 %

Uygulama Sonrası Bina Cephelerindeki Değişimler;

**Şekil 5.32. Uygulama Sonrası Binanın Görünüşü**



## 6. SONUÇ

Araştırmada örnek çalışma üzerinden elde edilen sonuçlar, amaç ve hedeflerde belirtilen (Bakınız 1.2 amaç ve hedefler, 1.3 sorular) soruların cevabını vermektedir;

Kullanıcıların iç termal konfor bakımından tatminkarlığının en temel kriteri, binanın sıcaklığını doğru şekilde kontrol etmeleridir.

Bölüm 5.Örnek Çalışmada belirtildiği gibi, BİM uygulamasıyla ilk aşamada Aotucad'de örnek binanın planı çizildi ve Revit programına aktarıldı; Revit'de modelleme yapıldıktan sonra Autocad Ecotect programına enerji analiz için aktarma yapıldı ve örnek binanın durum alanizi ortaya kondu. Son aşamada daha az enerji tüketimi için yeni malzemeler önerildi. Pencere türlerinde ve duvarlarda değişiklik yapılarak ve bina içi sıcaklığını Ecotect yazılımında değiştirerek, enerjide %33 enerji tasarrufu sağlandı.

Bölüm örnek çalışmada belirlenen araştırma sonuçlarına göre malzemedeki değişimler enerji tüketiminde önemli bir rol oynadığı görülmüştür. Her değişim enerji kullanımında bazı optimizasyona neden oldu. Pencerelerin türünün değiştirilmesi, enerji tüketiminde %3.5'luk bir azalmaya neden olmuş ve duvar malzemelerinin değiştirilmesi kullanımında %25 tasarrufla sonuçlanmıştır. Ayrıca, bölgeme sisteminde değişim yapma ve sıcaklık değişiklikleri ile birlikte enerji tüketiminde %12 optimizasyon sağlanmıştır.

Araştırmada, BİM yazılımın yardımıyla örnek binanın enerji kullanımının optimizasyonunun yapılması için uygun yol bulunmaya çalışılmış. Malzemelerin değiştirilmesi ve sıcaklıklarının değiştirilmesi sonucu, kullanıcılar için enerji tasarrufu sağlanmıştır. Bütün çözümlerin birlikte entegrasyonu, bu araştırmada ve kapsamında uygulanan yöntemde %33'lik enerji tasarrufu ile en yüksek optimizasyonla sonuçlanmıştır.

Örnek olarak seçilen binanın plan ve cephelerinde değişiklik yapılmaksızın sadece pencere ve duvar malzemeleri farklılıklar yapılarak enerji tasarrufunun sağlanabileceği sonucuna varılır.

## KAYNAKLAR

ASHRAE ,ANSI/ASHRAE Standard 55, "Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy", American Society of Heating Refrigerating and Air-conditioning Engineers Inc. Atlanta, (2004).

ASHRAE ,ASHRAE Standard 90.1. Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. Atlanta,(2004).

Autodesk, (2009), Sustainable design analysis and building information modeling, Autodesk white paper.

Autodesk, (2009), Using Autodesk Ecotect Analysis and Building Information Modeling , Autodesk Ecotect

Analysis user guide. Autodesk Green Building Studio Help, <https://gbs.autodesk.com>.

Autodesk, (2008), Using Green Building Studio with Revit Architecture and Revit MEP, Green Building Studio user guide.

Autodesk, (2008), BIM and the Autodesk Green Building Studio||, Autodesk.

Alshawi, M.; Faraji, I., "Construction Innovation: Information, Process, Management", (2002).

Atkinson, G., Dietz, S., Neumayer, E., Handbook of Sustainable Development, (2007).

Ar Chan Seong Aun, G., Building Index-MS1525. Code of practice on Energy Efficiency and uses Renewable energy for Non-residential Building, (2009).

Berkes,F., Kışlalıoğlu, M., “Ekoloji ve Çevre Bilimleri”, Remzi Kitabevi,istanbul ,(2003).

Briggs Robert S., P.E. Robert G. Lucas, Taylor Z., ASHRAE Transactions: Research 4610 and 4611, Climate Classification for Building Energy Codes and Standards, Maps and Comparisons, (2003).

Crawley, D., Hand J., Kummert M., Griffith B., CIOB ,“Sustainability and Construction”, The Chartered Institute of Building, Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs||, Joint Report, Version 1.0, (2005).

Coley, S.,"Low-energy design: combining computer-based Optimization and human judgment.", Building and Environment, (2002).

Clarke, J.,Conner, S., Hand, J .,Kelly, W., Moore, R., O'Brien, Strachan, P.,“ Simulation-assisted control in building energy management systems.”, Energy and Buildings , (2002).

Deru, M., Griffith,B., Torcellini P. ,” Establishing Benchmarks for DE Commercial Building R&D and Program Evaluation”,National RenewableEnergy Laboratory, (2006).

<http://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39834.pdf>,2006.

Evrendilek, F., Ertekin, C., Assessing the potential of renewable energy sources in Turkey, (2003)

Ezzeldin, S., Rees, S., Cook, M, Energy and Carbon Emission Savings due to Hybrid Ventilation of Office Buildings in Arid Climates, PLEA Conference, Dublin, Ireland, (2008).



- Esiyok, U., "Energy Consumption and Thermal Performance of Typical Residential Buildings in Turkey" University of Dortmund Dortmund, Germany, (2006).
- Fanger, P., "Thermal Comfort, Analysis and applications in Environmental Engineering", McGraw Hill, (1970).
- Fanger, P., "Thermal Comfort Analysis and Applications in Environmental Engineering", Rebert E Krienger Publishing Company, Malabar, Florida, (1982).
- General Directorate of Electrical Power Resources Survey and Development Administration, Solar energy in Turkey, [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr)
- Güney, E., Çevre Sorunları, Hatiboğlu Yayınevi, Ankara, (1998).
- Göksal, T., "Mimaride Sürdürülebilirlik Teknoloji ilişkisi: Güneş pili uygulamaları", Arredamento Mimarlık Dergisi, Sayı 154, S:76, (2003).
- Givoni, B., "Man, Climate & Architecture.", Elsevier London, (1969).
- Ghaiaus C., Allard F., Natural Ventilation in the urban environment, London, (2005).
- HSE, ile ilgili bilgiler <http://www.hse.gov.uk/temperature/thermal/factors.htm>, (2009).
- Houghton J.T., Ding Y., Griggs D., Climate Change 2001: The scientific Basis, Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, USA-New York, (2001).
- Ibrahim, H., "Field study on thermal Comfort in Malaysia", (2009).
- Kumar, S., Sinha, S., Kojima, T., Yoshida, H., "Development of parameter based fault detection and diagnosis technique for energy efficient building management system". Energy Conversion and Management, (2001).

- Kats, G.,” The cost and financial benefits of green buildings: a report to California’s sustainable building task force”, Sustainable Building Task Force, Sacramento, CA, (2003).
- Manning, R., & Messner, J.I,” case studies in implementation for programming of health care facilities”,(2007).
- Moeck M., Yoon J.Y,” Buildings and potential electric light energy Savings”, Journal of architectural Engineering,(2004).
- Martinot, E., the World watch Institute, REN21 Renewable Energy Policy Network, Renewables 2005 Global Status Report, Washington, (2005).
- Matzarakis, A. and Balafoutis C., Heating degree-days over Greece as an index of energy consumption, International Journal of Climatology, (2004).
- Ministry of Energy and Natural Resources in Turkey, [www.menr.gov.tr](http://www.menr.gov.tr)
- Olgay V., Design with climate, Van Nostrand Reinhold, New York, (1992).
- PLEA Passive and Low Energy Architecture (2003). alındı:<http://www.plea-arch.org>
- Peippo, K., Vartiainen, E., “Multivariate optimization of design trade-offs for solar; low energy buildings. Energy and Buildings”, Energy and Buildings, (1999).
- Ruben, A., Greg, B., “The intersection of BIM and sustainable design”, Structure Magazine, (2009).
- Robert, E., Middlebrooks, “Realizing the Future of Sustainable Design through BIM and Analysis”, Autodesk document, (2005).

- Stein, R., “Conserving Energy through Rational Design”, Architecture & Energy, Anchor Press / Doubleday, Garden City, New York,(1997).
- Schuermann, P., “Successful School Leadership: Planning, Politics, Performance, and Power”, Nashville,(2009)
- Shakouri, M.,”Design Optimization for Energy Consumption In Residential Buildings Through Building Information Modelling”, (2012).
- Sacks,R., “Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction”,Israel, (2010)
- Santamouris, M., “Advances in passive Cooling”, Earth scan, London,(2007).
- SadeghiFam, A, Energy Analysis and Optimization of Public Building Usingbuilding Information Modeling Application, Universiti Teknologi Malaysia, (2013)
- Trikha, D.N., Industrialized Building System- Prospects in Malaysia, (1999).
- Thormark,C.,“The effect of material choice on the total energy need andrecycling potential of a building”. Building and Environment, (2006).
- Taylor, J., Bernstein, P.G.,”Paradigm trajectories of building information Modelling practice in project Networks”, ASCE Journal of Management in Engineering,(2008).
- Turkish State Meteorological Service, [www.meteor.gov.tr](http://www.meteor.gov.tr).
- The Deringer Group, [www.deringergroup.com](http://www.deringergroup.com)
- Yokoyama R., Wakui, T., Stake,R.,” Prediction of energy demands using neural networks with model identification by global optimization”. Energy Conversion and Management, (2009).

Yannas, S.,” Towards environmentally-responsive architecture. Keynote”, 20th International Conference, November 9-12 2003, Santiago de Chile, (2003).

Yudelson, J.,” The green building revolution”, Island Press, Washington, D.C,(2008).

Warszawski, A.,” Industrialized and Automated Building Systems”, Technion-Israel

Institute of Technology. E & FNSpon, Israel, (1999).

Zhu, Y.,” Applying computer-based simulation to energy auditing: a case study”. Energy and Buildings, (2006).

## ÖZGEÇMİŞ

20 Eylül 1988 tarihi,Tabriz doğumluyum.İlk,Orta ve Liseyi Tebriz’de tamamladıktan sonra, 2006 İslamic Azad University of Tabriz, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi” ni kazandım. 2011 yılında mezun olduktan sonra ülkemden dışarı çıkıp Malezya’da ve Dubai’de kısa sürece kaldım sonar Türkiye yerleşip 2012 yılında Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Mimarlık programında,Tezli Yüksek Lisans öğrenimine başladım..

Orman NOBAHAR SADEGHIFAM