

**T.C.  
HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAPSAMINDA YAPI  
ENFORMASYON MODELLEME: ‘A’ KONUTU  
ÖRNEĞİ ÜZERİNDEN ÇÖZÜMLEME VE  
ÇIKARIMLAR**

**MİMARLIK ANABİLİMDALİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ESRA GÖZDE TALU  
OCAK 2020**

**OCAK 2020**

**Yüksek Lisans – Mimarlık Bölümü**

**ESRA GÖZDE TALU**

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAPSAMINDA YAPI ENFORMASYON  
MODELLEME: ‘‘A’’ KONUTU ÖRNEĞİ ÜZERİNDEN ÇÖZÜMLEME VE  
ÇIKARIMLAR

HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ  
MİMARLIK ANA BİLİM DALI  
MİMARLIK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI  
PROF. DR. ÜLKÜ ALTINOLUK

ESRA GÖZDE TALU  
GAZİANTEP – 2020



© 2020 [Esra Gözde TALU]



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE  
YÜKSEK LİSANS KABUL VE ONAY FORMU

Mimarlık Anabilim Dalı Mimarlık Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi **Esra Gözde TALU** tarafından hazırlanan “Sürdürülebilirlik Kapsamında Yapı Enformasyon Modelleme: “A” Konutu Örneği Üzerinden Çözümleme ve Çıkarımlar” başlıklı tez, 10/01/2020 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucu başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

<u>Görevi</u>	<u>Unvanı, Adı ve Soyadı</u> <u>Kurumu/Üniversitesi</u>	<u>İmzası:</u>
Tez Danışmanı	Prof. Dr. Ülkü ALTINOLUK Hasan Kalyoncu Üniversitesi Mimarlık Bölümü	
Jüri Başkanı	Doç. Dr. Mahmut Serhat YENİCE Hasan Kalyoncu Üniversitesi Mimarlık Bölümü	
Jüri Üyesi	Dr. Öğrt. Üyesi Adem ATMACA Gaziantep Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü	

Bu tez Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARPUZCU  
Enstitü Müdürü

**İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.**

**Esra Gözde TALU**

**İmza**



## ÖZET

### SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAPSAMINDA YAPI ENFORMASYON MODELLEME: “A” KONUTU ÖRNEĞİ ÜZERİNDEN ÇÖZÜMLEME VE ÇIKARIMLAR

TALU, Esra Gözde

Yüksek Lisans Tezi/Mimarlık Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: PROF. DR. ÜLKÜ ALTINOLUK

Ocak, 2020

230 sayfa

Son yıllarda sürdürülebilirlik kavramına olan ilginin artışı, mimarlık ve inşaat sektörlerinde hızlı gelişme ve değişimleri de beraberinde getirmektedir. Bu değişimlerle tüm dünyada çeşitli kanun, politika ve düzenlemeler yapılmaktadır. Bu değişimlerle ve yapılan düzenlemelerle daha sürdürülebilir mimari projeler oluşturmak ve uygulamak üzere mimarlık ve inşaat sektörlerinin ürün ve süreçler bakımından sürdürülebilir yenilikleri benimsemesi bir talep haline gelmektedir. Bütün bu sebeplerle, mimarlık sektöründe sürdürülebilir veriler almak için teknolojik yeniliklerin işselleştirilmesi, sürdürülebilir yapıya yönelik ürünlerin son 15 yıldaki hızlı gelişimi ve artışı, tasarım ve yapım aşamalarında BIM kullanımını teşvik etmektedir. Diğer yandan, BIM teknolojisi, tasarım ve görselleştirmenin yanı sıra, performans analizine, planlama ve programlamaya, yapım ile ilgili dokümanların hazırlanmasına ve kullanım süreci ile ilgili verilerin sağlanması konusundaki ihtiyaçlardan dolayı, sürdürülebilir bina üretim sürecinin merkezinde yer almaya başlamıştır.

Çalışmanın giriş bölümünde, problemin durumu, araştırmanın amacı, önemi, varsayımı, sınırlılıkları, kapsamı ve yöntemi anlatılmış, sürdürülebilirlik ile BIM arasındaki ilişkinin önemi vurgulanmıştır. İkinci bölümünde, sürdürülebilirlik ve BIM hakkında genel bilgilere yer verilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde autodesk revit architecture ile “A” konutu projesi örneğinin yapı enformasyon modellemeye aktarılması ile incelenmesine değinilmiştir. Dördüncü bölümde ise yapılan inceleme sonucunda elde edilen bulgular ve değerlendirmelerle buna bağlı olarak ortaya çıkan sonuçlara yer verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sürdürülebilirlik, Yapı Enformasyon Modelleme, Mimari Tasarım.

## **ABSTRACT**

### **BUILDING INFORMATION MODELING WITHIN THE SCOPE OF SUSTAINABILITY: ANALYSIS AND INFERENCES FROM THE CASE OF “A” HOUSE**

TALU, Esra Gözde

M.Sc/Department of Architecture

Supervisor: PROF. DR. ÜLKÜ ALTINOLUK

January, 2020

230 pages

Increasing interest in sustainability concept also effects the rapid developments and changes in architecture and construction sectors in recent years. Through these changes, various laws, policies and regulations are being made all over the world. It becomes a vital demand for the architecture and construction sectors to adopt sustainable innovations in terms of products and processes in order to create and implement more sustainable architectural projects with these changes and arrangements, For all these reasons, the internalization of technological innovations in order to obtain sustainable data in the architectural sector, the rapid development and increase of products in the last 15 years for sustainable construction, encourages the use of BIM in the design and construction stages. On the other hand, BIM technology has begun to be at the center of the sustainable building production process due to design and visualization as well as performance analysis, planning and programming, preparation of construction related documents and the need to provide data on the use process.

In the introduction part of the study, the situation of the problem, the purpose, importance, assumptions, limitations, scope and method of the study have been explained and the importance of the relationship between sustainability and BIM has been emphasized. In the second part, general information about sustainability and BIM has been given. In the third part of the study, the examination of the example of en “A” Residence project with autodesk revit architecture has been transferred to building information modeling. In the fourth section, the findings and evaluations have been obtained as a result of the examination and the related results have been included.

**Key Words:** Sustainability, Building Information Modeling, Architectural Design.



*Çok kıymetli aileme...*



## TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince tüm bilgilerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan, her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen ve tezimde büyük emeği olan, bu çalışmayı sonuçlandırmamda görüşleri ile katkıda bulunan, aynı zamanda kişilik olarak bana çok şey katan Hasan Kalyoncu Üniversitesi öğretim üyelerinden çok değerli danışman hocam, sayın Prof. Dr. Ülkü ALTINOLUK' a, sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, bu süreçte benden yardımlarını ve bilgilerini esirgemeyen ve bana her türlü desteklerini sunan değerli hocam BIM uzmanı Mimar Mehmet ŞAHİN' e kurs süreci boyunca göstermiş olduğu ilgi ve sabrı için sonsuz minnet ve teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Bununla birlikte, yüksek lisansa başlamam için beni teşvik eden biricik ağabeyim Yasin TALU' ya, tez çalışma sürecinde benden manevi desteklerini hiçbir şekilde esirgemeyen ve her daim benim yanımda olan ve bana güvenen çok sevdiğim canım annem ve babam Güler ve Salih TALU' ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## ÖNSÖZ

Son yıllarda mimarlık, mühendislik ve inşaat sektörlerinde en önemli gelişmelerden biri haline gelen “Sürdürülebilirlik Kavramı ve Yapı Enformasyon Modellemesi (BIM)”, farklı araç ve süreçleri tasarımın içine alarak proje verilerinin sisteme girildikten sonra sayısal ortamda yönetilmesine olanak sağlayan ve sayısal verilerin sonuçlarının alındığı bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramını içerisinde barındıran yapı enformasyon modelleme (BIM) son yıllarda ortaya çıkan bir gereksinim olmasına rağmen işlevsel olarak sürdürülebilirlik ve BIM bütünleşmesinin önünde birtakım engeller bulunmaktadır. Oysa söz konusu olan bu iki kavramın bütünleşmesi sürdürülebilir mimari tasarım ve yapım üzerinde oldukça büyük bir role sahiptir. Bu çalışma ile sürdürülebilirlik kapsamında yapı enformasyon modellemenin mimari tasarıma getirdiği yenilikler, avantajlar ve dezavantajlar anlatılmaya çalışılmıştır. Bununla birlikte, bu tez çalışmasının, yeni inşa edilecek ve mevcutta bulunan yapıların gerekli analizlerinin yapılarak, analiz sonuçları doğrultusunda yapılan gerekli uygulamalarla bu yapıların sürdürülebilir bina standartlarına yükseltilmesi için örnek oluşturması amaçlanmıştır.

## İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY FORMU .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
ÖNSÖZ .....	ix
İÇİNDEKİLER .....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xiv
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xvii
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Problemin Belirlenmesi .....	1
1.2. Literatür Özeti .....	2
1.3. Araştırmanın Amacı .....	5
1.4. Araştırmanın Önemi .....	5
1.5. Araştırmanın Varsayımları .....	7
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları .....	8
1.7. Araştırmanın Kapsamı.....	8
1.8. Araştırmanın Yöntemi.....	9
1.9. Konunun Tanımlanması .....	9
1.10. Veri Toplama.....	9
1.11. Sürdürülebilir Mimari Tasarım İçin Prensiplerin Belirlenmesi.....	10
1.12. Veriler ve Analiz .....	10
1.13. Tartışma ve Sonuç .....	11
2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI VE YAPI ENFORMASYON MODELLEME.....	12
2.1. Sürdürülebilirlik .....	12
2.1.1. “Sürdürülebilirlik” kavramı .....	12
2.1.2. Sürdürülebilirliğin kapsamı ve önemi.....	14
2.1.3. Sürdürülebilir gelişmenin tarihsel gelişim süreci .....	19

2.1.4. Sürdürülebilir gelişmenin ilkeleri .....	28
2.1.5. Yapı sektörünün sürdürülebilir gelişmeye etkileri.....	36
2.1.6. “Sürdürülebilir mimarlık/mimari” kavramı .....	40
2.1.7. “Sürdürülebilir mimari tasarım” kavramı .....	43
2.1.8. Sürdürülebilir mimari tasarım ilkeleri .....	47
2.1.8.1. Kaynakların korunumu ilkesi .....	51
2.1.8.2. Yaşam döngüsü tasarımı ilkesi.....	67
2.1.8.3. İnsan için tasarım ilkesi.....	78
2.1.9. Sürdürülebilir bina kavramı .....	87
2.1.10. Sürdürülebilir bina yapım ilkeleri.....	90
2.1.11. Sürdürülebilir bina sertifika sistemleri .....	93
2.2. Yapı Enformasyon Modelleme (Building Information Modeling) .....	100
2.2.1. “BIM” kavramı .....	100
2.2.2. BIM’in tarihsel gelişim süreci .....	103
2.2.3. BIM’in seviyeleri.....	107
2.2.4. BIM’in yapı sektöründe ve yapım projelerindeki kullanım alanları. ....	109
2.2.5. BIM tabanlı yazılımlar ve getirdiği yenilikler .....	113
2.2.6. BIM’in getirdiği avantajlar ve dezavantajlar .....	119
2.2.7. BIM’in sürdürülebilir binalar açısından değerlendirilmesi.....	124
3. AUTODESK REVIT ARCHITECTURE İLE “A” KONUTU PROJESİNİN BIM’DE İNCELENMESİ.....	127
3.1. “A” Konutu Projesinin Revit Architecture Programına Aktarılması ve İncelenmesi.....	127
4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ .....	156
4.1. Değerlendirme .....	156
4.2. Sonuçlar .....	166
KAYNAKÇA.....	171
EKLER.....	184
Ek A. A Konutu Projesi Güneş Analizi Sonuçları .....	185
Ek B. A Konutu Projesi Sürdürülebilirlik Analizleri Sonuç Grafikleri.....	193
Ek C. A Konutu Projesi 1. Kat Planı Isıtma ve Soğutma Yükleri Raporu .....	200
Ek D. A Konutu Projesi Meteoroloji İstasyonu Verileri .....	222
Ek E. A Konutu Projesi Enerji Analizi Sonuçları .....	225
ÖZGEÇMİŞ .....	229

## TABLolar LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 2.1.</b> Sürdürülebilir Gelişme İçin Yapılan Uluslararası Çalışmalar .....	19
<b>Tablo 2.2.</b> Sürdürülebilir Gelişme İlkeleri .....	31
<b>Tablo 2.3.</b> Sürdürülebilir Gelişme İçin Öncelikli Hedefler .....	32
<b>Tablo 2.4.</b> Sürdürülebilir Gelişme İçin Belirlenen Sosyo-kültürel Göstergeler .....	33
<b>Tablo 2.5.</b> Sürdürülebilir Gelişme İçin Belirlenen Ekonomik Göstergeler .....	34
<b>Tablo 2.6.</b> Sürdürülebilir Gelişme İçin Belirlenen Kurumsal Göstergeler .....	34
<b>Tablo 2.7.</b> Sürdürülebilir Gelişme İçin Belirlenen Çevresel Göstergeler .....	35
<b>Tablo 2.8.</b> Yapı Sektörünün Çevresel, Ekonomik ve Sosyal Etkileri .....	39
<b>Tablo 2.9.</b> Farklı Seviyelerde Mimari Tasarım İlkeleri .....	50
<b>Tablo 2.10.</b> Kaynakların Korunumu İlkesi, “Enerjinin Korunumu” .....	62
<b>Tablo 2.11.</b> Kaynakların Korunumu İlkesi, “Suyun Korunumu” .....	64
<b>Tablo 2.12.</b> Kaynakların Korunumu İlkesi, “Malzemenin Korunumu” .....	66
<b>Tablo 2.13.</b> Yaşam Döngüsü Tasarımı İlkesi, Yapı Öncesi Evre .....	73
<b>Tablo 2.14.</b> Yaşam Döngüsü Tasarımı İlkesi, Yapı Evresi .....	76
<b>Tablo 2.15.</b> Yaşam Döngüsü Tasarımı İlkesi, Yapı Sonrası Evre .....	78
<b>Tablo 2.16.</b> İnsan İçin Tasarım İlkesi, Doğal Ortamların Korunumu .....	82
<b>Tablo 2.17.</b> İnsan İçin Tasarım İlkesi, Kentsel Tasarım ve Alan Planlaması .....	84
<b>Tablo 2.18.</b> İnsan İçin Tasarım İlkesi, İnsan Konforu İçin Tasarım .....	87
<b>Tablo 2.19.</b> Farklı Ölçeklerde Sürdürülebilir Bina Yapım İlkeleri .....	93
<b>Tablo 2.20.</b> BIM Tabanlı Yazılım Programları ve Kullanım Alanları .....	116
<b>Tablo 2.21.</b> BIM Tabanlı Yazılımların Getirdiği Yenilikler .....	119
<b>Tablo 2.22.</b> BIM’in Getirdiği Avantajlar .....	123
<b>Tablo 2.23.</b> BIM’in Getirdiği Dezavantajlar .....	124
<b>Tablo 3.1.</b> “A” Konutu Isıtma ve Soğutma Yükleri Değerleri .....	147
<b>Tablo 3.2.</b> “A” Konutu Isıtma ve Soğutma Yüklerine Etki Eden Bileşenlerin Değerleri (%) .....	148

<b>Tablo 3.3.</b> “A” Konutu Mahal Bazında Isıtma ve Soğutma Yükleri Değerleri.....	149
<b>Tablo 3.4.</b> ASHRAE VAV Standardına Göre Konutlarda Minimum Havalandırma Miktarları .....	149
<b>Tablo 4.1.</b> “A” Konutu Enerji, Karbon ve Maliyet Özeti.....	159
<b>Tablo 4.2.</b> Ülkelerarası Yaşam Döngüsü Değerleri.....	160
<b>Tablo 4.3.</b> “A” Konutu Su Verimliliği Verileri .....	162
<b>Tablo 4.4.</b> “A” Konutunda Kullanılabilecek Fotovoltaiklerin Potansiyel Verileri..	163
<b>Tablo 4.5.</b> Çanakkale İli Güneşlenme Süreleri.....	163
<b>Tablo 4.6.</b> Çanakkale İli Farklı Eğim Açılarındaki 1 kWh Anma Gücündeki PV Panelin Yıllık Enerji Üretim Miktarı.....	163
<b>Tablo 4.7.</b> EPDK 2020 Elektrik Tek Tarife Tek Terim Fiyat Tablosu.....	164
<b>Tablo 4.8.</b> “A” Konutu Doğal Havalandırma Potansiyeli Verileri.....	164

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Yöntem Akış Diyagramı.....	11
Şekil 2.1. Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı .....	15
Şekil 2.2. Sürdürülebilirliğin Farklı Boyutları.....	18
Şekil 2.3. Dünya Kalkınmasında ve Gelişmesinde Değişen Gündem.....	21
Şekil 2.4. Sürdürülebilir Mimari Tasarıma Yönelik Bir Model Önerisi.....	46
Şekil 2.5. Sürdürülebilir Mimari Tasarım İçin Geliştirilen Kavramsal Çerçeve .....	48
Şekil 2.6. Yapı Ekosistemine Girdi ve Çıktı Oluşturan Kaynaklar .....	52
Şekil 2.7. Kaynakların Korunumu İlkesi, Strateji ve Yöntemler.....	53
Şekil 2.8. Dongtan (solda) & Abu Dabi Masdar (sağda) Enerji Etkin Kenti.....	56
Şekil 2.9. Lighthouse, İngiltere Enerji Etkin Mimari Tasarım .....	58
Şekil 2.10. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi Binasında Rüzgâr Tribünü Kullanımı (solda) & Denizli Özel Koleji Binasında Güneş Paneli Kullanımı (sağda).....	59
Şekil 2.11. Geleneksel Yaşam Döngüsü Tasarımı Doğrusal Modeli .....	67
Şekil 2.12. Normen Foster'ın Yaşam Döngüsü Grafiği.....	68
Şekil 2.13. Sürdürülebilir Yapıların Yaşam Döngüsü Modeli.....	69
Şekil 2.14. Yaşam Döngüsü Tasarımı İlkesi, Strateji ve Yöntemler .....	70
Şekil 2.15. İnsan İçin Tasarım İlkesi, Strateji ve Yöntemler .....	80
Şekil 2.16. Tasarımcılar Tarafından Oluşturulan Yapay Çevrelerin Ekosistem Üzerindeki Etkileri .....	81
Şekil 2.17. Sürdürülebilir Bina ve Yeşil Bina Kapsamı .....	89
Şekil 2.18. Sürdürülebilir Bina Sertifikasyon Akış Diyagramı .....	95
Şekil 2.19. BIM Olgunluk Seviyeleri Diyagramı .....	110
Şekil 2.20. Bina Yaşam Sürecinde Bilgi Akışı.....	111
Şekil 2.21. Entegre BIM Modeli ve BIM Süreçleri .....	114
Şekil 2.22. Autodesk Revit Architecture Kullanıcı Ara Yüzü.....	117
Şekil 2.23. Yapı Enformasyon Sistemi .....	122
Şekil 3.1. “A” Konutu Zemin Kat Planı .....	129

<b>Şekil 3.2.</b> “A” Konutu 1. Kat Planı.....	130
<b>Şekil 3.3.</b> “A” Konutu 21 Haziran Saat 10:00 Gölge ve Güneş Çalışması Görünümü... ..	131
<b>Şekil 3.4.</b> “A” Konutu 21 Haziran Saat 13:00 Gölge ve Güneş Çalışması Görünümü... ..	131
<b>Şekil 3.5.</b> “A” Konutu 21 Haziran Saat 16:00 Gölge ve Güneş Çalışması Görünümü... ..	132
<b>Şekil 3.6.</b> “A” Konutu 21 Aralık Saat 10:00 Gölge ve Güneş Çalışması Görünümü.....	132
<b>Şekil 3.7.</b> “A” Konutu 21 Aralık Saat 13:00 Gölge ve Güneş Çalışması Görünümü.....	133
<b>Şekil 3.8.</b> “A” Konutu 21 Aralık Saat 16:00 Gölge ve Güneş Çalışması Görünümü.....	133
<b>Şekil 3.9.</b> “A” Konutu Bina Yönü Grafiği.....	134
<b>Şekil 3.10.</b> “A” Konutunun Yakın Çevresi.....	134
<b>Şekil 3.11.</b> “A” Konutu Vaziyet Planı ve Yakın Çevresi .....	135
<b>Şekil 3.12.</b> “A” Konutunda Kullanılan Dış Duvar Katmanları 1.....	136
<b>Şekil 3.13.</b> “A” Konutunda Kullanılan Dış Duvar Katmanları 2 / Ölçek 1/20.....	136
<b>Şekil 3.14.</b> “A” Konutunda Kullanılan Isı Yalıtım Malzemesi (XPS) Değerleri ....	137
<b>Şekil 3.15.</b> “A” Konutu Güney (Solda) ve Kuzey (Sağda) Duvarları Isı Geçirgenlik Grafiği.....	138
<b>Şekil 3.16.</b> “A” Konutu Batı (Solda) ve Doğu (Sağda) Duvarları Isı Geçirgenlik Grafiği.....	138
<b>Şekil 3.17.</b> “A” Konutu Duvar Yapım Maliyeti Grafiği.....	139
<b>Şekil 3.18.</b> “A” Konutunda Kullanılan Pencere (solda) ve Kapı (sağda) Tip ve Değerleri.....	140
<b>Şekil 3.19.</b> “A” Konutu Güney (Solda) ve Kuzey (Sağda) Pencereleri Gölge Grafiği... ..	140
<b>Şekil 3.20.</b> “A” Konutu Doğu Pencereleri Gölge Grafiği.....	141
<b>Şekil 3.21.</b> “A” Konutu Batı Pencereleri Cam Tonları Grafiği .....	141
<b>Şekil 3.22.</b> “A” Konutu Çatı Güneş Analizi Sonucu .....	142
<b>Şekil 3.23.</b> “A” Konutunda Kullanılabilecek PV Panelin Yıllık Güneş Analizi Sonucu.....	142



<b>Şekil 3.24.</b> “A” Konutunda Kullanılabilecek PV Panelin Geri Ödeme Sınırı (Solda) ve Verimlilik (Sağda) Grafiği .....	143
<b>Şekil 3.25.</b> “A” Konutunda Kullanılabilecek PV Panelin Çatı Yüzey Kapsama Grafiği .....	143
<b>Şekil 3.26.</b> “A” Konutu Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli .....	144
<b>Şekil 3.27.</b> “A” Konutu Gün Işığı ve Doluluk Kontrolü Grafiği .....	145
<b>Şekil 3.28.</b> “A” Konutu Kütlesel Güneş Analizi.....	145
<b>Şekil 3.29.</b> “A” Konutu Kütlesel Güneş Analizi Sonuç Grafiği.....	146
<b>Şekil 3.30.</b> “A” Konutu Projesi Statik Projenin 3D Görünümü.....	146
<b>Şekil 3.31.</b> “A” Konutu Sızma (Solda) ve HVAC Tipi (Sağda) Grafiği .....	150
<b>Şekil 3.32.</b> “A” Konutu Ön (Solda) ve Arka (Sağda) Görünüşleri.....	151
<b>Şekil 3.33.</b> “A” Konutu Sol (Solda) ve Sağ (Sağda) Görünüşler .....	151
<b>Şekil 3.34.</b> “A” Konutu A-A Kesiti (Solda) ve B-B Kesiti (Sağda).....	152
<b>Şekil 3.35.</b> “A” Konutu 3D Görüntüler 1 .....	152
<b>Şekil 3.36.</b> “A” Konutu 3D Görüntüler 2 .....	152
<b>Şekil 3.37.</b> “A” Konutu Mahal Metrajı.....	153
<b>Şekil 3.38.</b> “A” Konutu Temel Görünümleri.....	153
<b>Şekil 3.39.</b> “A” Konutu İnşaat Görünümleri.....	154
<b>Şekil 3.40.</b> “A” Konutu Ön (Solda) ve Arka (Sağda) Görünüş .....	154
<b>Şekil 3.41.</b> “A” Konutu Sol (Solda) ve Sağ (Sağda) Yan Görünüş .....	154
<b>Şekil 3.42.</b> “A” Konutu Arazi Kazı-Dolgu Hesabı 3D Görünümü.....	155
<b>Şekil 3.43.</b> “A” Konutu Arazi Kazı-Dolgu Kesiti.....	155
<b>Şekil 3.44.</b> “A” Konutu Aydınlatma ve Fiş Yüğü Verimliliği Grafikleri.....	156
<b>Şekil 4.1.</b> “A” Konutun Sürdürülebilir Bina Standartlarına Göre Karşılaştırılması	158
<b>Şekil 4.2.</b> “A” Konutu Yıllık Elektrik Kullanım Grafikleri.....	165
<b>Şekil 4.3.</b> “A” Konutu Yıllık Yakıt Kullanımı Grafikleri.....	166

## KISALTMALAR LİSTESİ

2D	2 Boyutlu Çizim
3D	3 Boyutlu Çizim
4D	İş programı + 3D çizim
5D	Maliyet analiz + 3D çizim
6D	BIM ile analiz (enerji, ışık, gölge vs) + 3d çizim
7D	BIM ile tesis (işletme) yönetimi
ACH	Saatlik Hava Değişimi Birimi
AGC	Associated General Contractors of America (Amerika Yükleniciler Birliği)
AIA	Amerikan Mimarlar Birliği Enstitüsü
ASHRAE VAV	American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers (Amerikan Isıtma, Soğutma ve Klima Mühendisleri Derneği)
BIM	Yapı Enformasyon Modelleme
BM (UN)	Birleşmiş Milletler
CAD	Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)

CIB	International Council for Research and Innovation in Building and Construction (Bina ve Yapımda Uluslararası Araştırma ve Yenilik Birliği)
COP21	Birleşmiş Milletler İklim Sözleşmesi 21. Taraflar Konferansı
COP26	Birleşmiş Milletler İklim Sözleşmesi 26. Taraflar Konferansı
CRC	Cooperative Research Center
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
GSA	General Services Administration (Genel Hizmetler Müdürlüğü)
GSMH	Gayri Safi Milli Hasıla
H	Saat
HABITAT	United Nations Center for Human Settlements (Birleşmiş Milletler İnsan Yerleşimleri Merkezi)
HVAC	Heating, Cooling and Air Conditioning System (Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Sistemleri)
IBC	The Institute for BIM in Canada
IETC	International Environmental Technology Center (Uluslararası Çevresel Teknoloji Merkezi)
IUCN	The World Conservation Union (Dünya Koruma Birliği)
Kw	KiloWatt
kWh	KiloWatt Saat

L/s	Hava Miktarı
LCA	Life Cycle Assessment (Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi)
LCC	Life Cycle Cost (Yaşam Döngüsü Maliyeti)
Mg	Miligram
MIT	Masachusetts Institute of Technology (Masachusetts Teknoloji Üniversitesi)
MJ	Milyon Joule
MJ/m <sup>2</sup>	Milyon Joule / metrekare
NIST	American National Institute of Standards and Technology (Uluslararası Amerikan Standartları ve Teknoloji Enstitüsü)
PV	Fotovoltaik
SUV	Araba Yakıtı Emisyon Miktarı
UIA	Uluslararası Mimarlar Birliği
UNCSD	United Nations Commission on Sustainable Development (Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu)
UNEP	United Nations Environment Programme (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)
W	Watt (Güç Birimi)
WWF	World Wide Fund for Nature (Doğa İçin Dünya Çapında Kaynak)

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Problemin Belirlenmesi

İnsanoğlu var olduğundan bu zamana kadar yaşamını devam ettirebilmek için doğadan ve doğanın bize sunduğu kaynaklardan yararlanmıştır. İnsanoğlunun bir parçası haline gelen doğal evre, teknolojinin gelişmesiyle birlikte insan tarafından yapılan müdahaleler sonucu zarar görmektedir. Teknolojinin gelişmesi, kentleşme hızının kontrol edilememesi gibi faktörler doğal çevrede geri dönüştürülemeyen bozulmaların yaşanmasına neden olmuştur. Diğer taraftan artan nüfus ve buna bağlı olarak değişen koşullar enerji gereksinimini de artırmıştır. Dünya genelinde tüketilen enerjinin %40'ı, suyun %42'si bina yapımında ve kullanım sürecinde harcanmakta, küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının %50'si, içme sularındaki kirlenmenin %40'ı, hava kirliliğinin %24'ünün yapılarla ilişkili faaliyetlerden kaynaklandığı belirlenmiştir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2018). Bu nedenle enerjinin korunumu ve insanoğlunun doğal çevreye karşı göstermiş olduğu saygı her alanda olduğu gibi mimarlık alanında da en önemli olgu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bununla birlikte ‘‘Sürdürülebilirlik’’ kavramı oluşmaya başlamış ve sürdürülebilirlik kavramının oluşmasıyla da doğanın ve yenilenebilir doğal kaynakların gelecek nesillere dikkatli ve özenli bir şekilde kullanılarak aktarılması gerek yerel gerekse küresel ölçekte kabul grmştir. Böylece mimari alanın da ‘‘Sürdürülebilir Mimarlık’’ adında yeni ve stabil bir araştırma konusu ortaya çıkmıştır. Mimarlığın temelini oluşturan ‘‘tasarım’’da bu yeni kavrama dahil olarak ‘‘sürdürülebilir mimari tasarım’’ alanını ortaya çıkarılmıştır (nalın ve Tokman, 2011).

Sürdürülebilir Mimari tasarım, doğal vrenin çalışma sistemlerini örnek olarak, farklı iklimsel ve fiziksel koşullara uyum sağlar. Bu uyum süreci, durağan ve

statik değil, sürekli ve dinamik bir süreçtir. Böylece sürdürülebilir tasarım, aşırı enerji kullanımını ile kalıplaşmış bir tasarım anlayış yerine, biyolojik çeşitlilik sağlayan, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılarak doğal çevreye ve ekonomiye daha uyumlu bir mimari anlayış getirir. Bununla beraber, Sürdürülebilir Mimari tasarım, araziyi kullanma biçimi, yönelme, mimari yapı ya da yapı formunun şekillenmesiyle enerji kaybını minimum düzeye indirebilir. Böylece ana çıkış noktasını doğal çevreye duyarlılıktan alan, enerjinin etkin ve geri dönüşebilir yapı malzemelerinin kullanıldığı, kullanıcı konforunun göz önünde bulundurulduğu tasarımlar orta çıkmıştır.

Sürdürülebilir mimari tasarımların ortaya çıkması da geçmiş yıllardan günümüze kadar mimari tasarımlarda kullanılan AUTOCAD, ARCHICAD, IDECAD, REVİT, 3D MAX gibi yazılımların gelişmesine ortam hazırlamıştır. Günümüzde kullanılan yazılımlardan bir tanesi de Yapı Enformasyon Modelleme (BIM)'dir. Geçmiş yıllarda, tasarım alanındaki zorluk ve kısıtlamalar ile yapılan işlemler, günümüzde BIM yazılımlarının gelişmesiyle daha da kolaylaşmıştır. Dünya'da mimari tasarım ve BIM entegrasyon modelleri gelişim aşamasındadır. Başta Amerika olmak üzere, Türkiye'de BIM yazılımını bilen ve kullanan kurumlar çok az sayıdadır. Buna rağmen Yapı Enformasyon Modellemenin gelişmesi ile günümüzde yapılan sürdürülebilir ve ekolojik yapı tasarımları artık daha kolay yapılabilmekte ve proje, şantiye sürecinde mimar ve mühendisler arasındaki doğru ve etkin bir iletişim oluşturacağını göstermektedir.

## **1.2. Literatür Özeti**

Ekim (2004), "Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimari Form Üzerindeki Etkisi" adlı çalışmada ekolojik tasarım bilincinin oluşumu ve modernist paradigmaya karşı gelişimi, sürdürülebilirlik kavramının mimari tasarıma yansıyan yerel ve evrensel değerlerinin önemini vurgulanması üzerinde durmuştur.

Özçuhadar (2007), "Sürdürülebilir Çevre İçin Enerji Etkin Tasarımın Yaşam Döngüsü Sürecinde İncelenmesi" isimli çalışmada yapıların toplam enerji tüketiminde sahip oldukları rolleri nedeniyle yaşam döngüsü sürecinin sürdürülebilir bir çevre için tasarım yapan tasarımcılara neden yol gösterici olduğunu açıklamaktadır.

Yanar (2017), Konya ilinde yaptığı “Mimari Tasarımda Sürdürülebilirlik ve Ekoloji Anlayışının Konya Bağlamında İncelenmesi” adlı araştırmasında çalışma alanı olarak Konya Bilim Merkezi, Kelebek Bahçesi ve Böcek Müzesi, Konya Spor ve Kongre Merkezi ve Unilever Konya Dondurma Fabrikası olmak üzere 4 sertifikalı bina seçmektedir. Tez kapsamında bu sertifikalı binaların LEED kriterleri bakımından incelemesi yapılarak, LEED başlıklarından aldıkları kredilerin başarı yüzdeleri çıkarılmıştır. Türkiye genelindeki LEED sertifikalı yapıların başarı yüzdeleriyle kıyaslanarak Konya’da inşa edilmiş olan sertifikalı yapıların durum tespiti yapılmıştır. ABD’nin verilerine göre oluşturulmuş olan sertifikasyon sisteminde yaşanan yerel sorunlar ortaya çıkarılarak Konya ilinde uygulanacak olan yeşil binaların tasarımcılarına ve yapı sektörüne rehber niteliğinde çıkarımlar yapılmıştır.

Şenel (2010), “Sürdürülebilir Bina Yapım İlkelerinin ve Yeni Yaklaşımların İncelenmesi” adlı çalışmada sürdürülebilir bina tasarımına yönelik belirlenen ilkelerin, prensiplerin ve geliştirilen yaklaşımların değerlendirilmesi yapılarak bu konuda yapılan yaklaşımlar detaylı bir şekilde incelenmektedir.

Bozlağan (2010), “Sürdürülebilir Gelişme Düşüncesinin Tarihsel Arka Planı” adlı çalışmada, sürdürülebilir gelişme (SG) kavramının tanımına ve kapsamına değinilerek, bir düşünce olarak “sürdürülebilirlik”in ortaya çıkışı ve gelişimi ele alınmış; SG’nin düşünceden kavrama geçişine değinilmiştir. Bu bağlamda, Dünya Koruma Stratejisi ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı Çalışmaları, Ortak Geleceğimiz (Brundtland) Raporu, Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (Rio de Janeiro-1992), Sürdürülebilir Gelişme Komisyonu, Avrupa Birliği 5. Eylem Programı, Birleşmiş Milletler İnsan Yerleşimleri Konferansı (İstanbul-1996), Rio+5 Forumu ve Dünya Sürdürülebilir Gelişme Konferansı (Johannesburg-2002) hakkında bilgi verilmiştir.

Saraç (2013), “İnşaat Sektöründe Elektronik İhale (E-İhale) Sistemleri ve Yapı Enformasyon Modellemesi Entegrasyonu: Örnek Bir Çalışma” isimli tez çalışmasında, inşaat sektöründe E-İhale hizmetleri ve Yapı Enformasyonu Modellemesi bütünleştirilmesi, kullanılan terimler ve gerekli teknolojiler ile detaylandırılarak anlatılmıştır. Tez çalışmasında örnek olarak, Türkiye Elektronik Kamu Alımları Platformu (EKAP), yapım işleri başlığı altında araştırılmıştır.

Dünya’da E-İhale uygulamaları konusunda sofistike bir uygulama olan Güney Kore E-İhale uygulaması (KONEPS), EKAP ile karşılaştırılmış, sonuç olarak EKAP-BIM entegrasyonu önerilmiştir.

Akkoyunlu (2015), “Kentsel Dönüşüm Projeleri İçin BIM Uygulama Planı Önerisi” isimli çalışmada Türkiye’de kentsel dönüşüm projelerine yönelik bir BIM uygulama planı geliştirmek ve Türk inşaat sektörüne uygun bir planın bulunması amacıyla daha önce BIM uygulama planı oluşturmuş ülkelerin mevzuatları analiz edilmektedir.

Burkut (2018), “Sürdürülebilir Mimari Tasarımların Konya Örneğinde İncelenmesi” konulu makale araştırmasında Konya İli bağlamında sürdürülebilir mimari olarak tasarlanan bazı yapıların kentsel algı ve kentsel imaj açısından incelenmesine yönelik sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir mimari tasarım hakkında bilgi vermektedir.

Çuhadar (2017), “Mimarlık Hizmeti Kapsamında Bina Bilgi Modelleme: “G Villa” Konut Projesi” isimli çalışmada BIM hakkında bilgi verilerek BIM’in özellikleri ile bir konut projesi tasarımı yapılmıştır.

Hoşkara (2007), “Ülkesel Koşullara Uygun Sürdürülebilir Yapım İçin Stratejik Yönetim Modeli” adlı çalışmada ülkesel koşullara uygun sürdürülebilir yapım stratejilerini belirleyebilmek, bunları uygulayabilmek ve denetleyebilmek adına diğer alanlarda kullanılan stratejik yönetim modellerinden faydalanılabilir mi?” sorusuna cevap oluşturmak için farklı ülkelerin veya bölgelerin kendi koşullarına uygun sürdürülebilir yapım stratejilerini belirleyebilmelerinde yol gösterici olacak bir stratejik yönetim modeli ortaya koymaktadır.

Atmaca (2015), “Gaziantep’te İki Konut Binasının Yaşam Döngüsü Enerjisi (LCEA) ve Karbondioksit Emisyonlarının (LCCO<sub>2</sub>A) Değerlendirilmesi” adlı çalışmada Gaziantep’te bulunan iki konut binasının yaşam döngüsü enerjisi ve karbondioksit emisyonlarının analizlerini yaparak önerilen modelde 50 yıllık bir kullanım ömrü boyunca toplam enerji kullanımı ve karbon emisyonlarını tahmin etmek için inşaat, işletme ve yıkım aşamalarına odaklanmıştır.



Atmaca (2016), “Konteyner Evlerinin Enerji Tüketimi ve Karbondioksit Emisyonları Üzerine Yaşam Etkileri” adlı çalışmada konteynerlerin yaşam döngüsü değerlendirmesi analizini yapmayı ve yaşam süresi ile tüketilen enerji ile CO<sub>2</sub> emisyon değerleri arasındaki ilişkiyi araştırmayı amaçlamaktadır. Çalışmada önerilen model farklı yaşam süreleri için toplam enerji kullanımını ve CO<sub>2</sub> emisyonlarını tahmin etmek için konteynerlerin yaşam aşamasına odaklanmıştır. Çalışmada konteyner tipi evlerde yaşam süresinin uzaması ile enerji ve emisyon değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.

### **1.3. Araştırmanın Amacı**

Tez çalışmasında araştırma alanı olarak Çanakkale ili “A” konutu projesi seçilmiştir. Tez çalışmasında Çanakkale ilindeki “A” konutu projesi örneği yerinde gözlemlenerek, bina tasarımcısı ve danışman firma ile görüşülerek incelenmiş, incelenen örnek Yapı Enformasyon Modelleme Programına aktarılarak geleneksel bilgisayar destekli programlardaki tasarım aşamasında görülen eksikliklerin tespit edilmesi, gelecekte inşa edilecek olan sürdürülebilir ve ekolojik tasarımlara rehber niteliğinde çıkarımlar yapılması, BIM' in sağladığı faydaların mimarlık alanındaki yansımalarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca yerel yönetimin ve mimarların toplumsal sürdürülebilirlik bilincinin oluşmasındaki yeri üzerinde durularak, BIM uygulamasının avantajları, dezavantajları ve yapı sektörünün eksikliklerinden dolayı sürdürülebilir mimari tasarım inşasında karşılaşılan sorunlar için öneriler geliştirmek amaçlanmıştır.

### **1.4. Araştırmanın Önemi**

20. yy'ın son yarısı şehirlerin canlılık ve kalitesinin büyük ölçüde düşüşüne sahne olmuştur. Kentsel arazilerin büyümesi ile beraber gelişen kentsel fonksiyonlar, kentlerin yoğun bir şekilde fiziksel parçalanma yaşamasına sebep olmuştur. Arazi ve doğal kaynakların savurganca kullanımı sonucunda dünya nüfusunun büyük bir bölümünün içinde yaşamını sürdürdüğü kentlerde sorunların giderek artması kaçınılmaz olacaktır. Bu durum su, toprak ve doğal enerji kaynaklarının yoğun kullanımını, sağlık sorunlarını, altyapı deformasyonunu, sosyal ve ekonomik eşitsizlikleri arttıracaktır. 17 yıl önceki bu durum günümüz için de geçerlidir. Günümüzde hızlı bir şekilde artan dünya nüfusu, kentleşmenin bir koşutu olarak ortaya çıkan daha fazla enerji ihtiyacı ve ekonomiye dayalı gelişen küresel

rekabetlerin de insan doğasına aykırı olan yaşam alanlarını ve çevresel deformasyonu giderek arttırmaya devam edeceği de kaçınılmaz bir gerçektir.

Sera gazı salınımlarının giderek artması ile oluşan küresel ısınma sorunu, ozon tabakasının incilmesi, kişi başına düşen enerji ihtiyacının artması ile oluşan enerji krizi, doğal kaynakların bilinçsizce ve sınırsızca tüketilmesi, fosil enerji kaynaklarının yoğun olarak kullanımı ve biyoçeşitliliğin azalması ile çevresel sorunlar gün geçtikçe büyük boyutlara ulaşmıştır (Asımgil, 2016). Bu süreçte 1960'larda bilimsel gelişmeler ışığında bugün ilk halinden olumlu yönde farklılaşmış, ekolojik yeni düşünsel arayışlar olan çevreye hassas yaklaşımlı tasarımlar ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda çevre-insan-yapı üçlü ilişkisi bir düzen içinde ele alınmalıdır. Çevre-insan-yapı arasındaki ilişki düzeni bir yaşam döngüsü sürecinde olduğu gibi sürekli ve dinamiktir. Bu nedenle insanoğlu, var oluşundan günümüze kadar, doğayı, çevreyi ve ekolojik değerleri değiştirme çabası içine girmektedir.

Bu değiştirme çabasının getirmiş olduğu sonuçlarla birlikte yapılaşmış çevreyi yaratan mimarlar ve tasarımcılar insanoğlunun dünya üzerinde yaratmış olduğu etkileri olumsuzdan olumluya çevirebilmeleri için, tasarıma yaklaşımlarında doğal kaynakların korunumu ve yerel çevre kalitesi kriterlerini ciddi biçimde ele almaları gerekmektedir. Doğal kaynaklar, geri dönüşüm, yeniden kullanım, malzeme, güneş, su ve iklim gibi etkenler insanoğlunun varlığının devam ettirilmesi için tasarıma etki etmelidirler, ancak her bir tasarımcı sürdürülebilirlikle ilgili kavramları değişik şekillerde yorumlayıp, benimsedikleri değişik unsurları öne çıkaran tasarımlar ortaya koymaktadırlar. Bu tasarımlar insanlara birbirleriyle kolayca ilişki kurma olanakları sunmalı, toplumsal gereksinimlere cevap vermeli, aynı zamanda da ekolojik dengeye en az düzeyde zarar verecek ve doğa dostu olmalıdır. Ayrıca günümüzde bu tür tasarımların henüz yeni yeni oluşmasıyla birlikte enerji tüketiminde büyük bir paya sahip olan yapıların, tasarım aşamasından başlayarak, yapım, kullanım ve kullanım ömrünü tamamlamasına kadar geçen süreçte ekolojik ve sürdürülebilir tasarım önlemlerinin alınması ile çevreye verdiği olumsuz etkilerin azaltılması amaçlanmalıdır. Burada tasarım yapılırken yapıların ekolojik ölçütlerini doğru tespit etmek, yapım ve kullanım aşamasında sorunlarla karşılaşılması için BIM ve BIM tabanlı yazılım programlarının kullanılması önem taşımaktadır. Bu tür

tasarımların toplum bilincinde yer etmesi, BIM tabanlı yazılımların kullanılması, doğal kaynakların gelecek nesillere aktarılabilmesi ve insanoğlunun varlığını sürdürülebilmesi için özellikle tüketime yön veren, yaşam şekillerini biçimlendiren mekânları yaratan mimarların rolü büyüktür. Dahası, fiziksel çevrenin oluşturulması sürecinde ve yapının kullanım aşamasında ortaya çıkan tüketim miktarını tespit eden yine mimarların tasarım kararlarıdır. Bu nedenle, dünyanın ve insanoğlunun varlığının sürdürülebilirliği için mimarların ve tasarımcıların doğaya bakış açılarını tekrar gözden geçirmeleri gerekmektedir. Bugünün ve geleceğin tasarımlarını şekillendiren sürdürülebilirlik konusu günümüzde ortaya konan en önemli konulardan biri olmalıdır.

### **1.5. Araştırmanın Varsayımları**

Günümüzde bilgisayar destekli tasarım araçlarının ve geleneksel yöntemlerin eksikliklerinin giderilmesi, sürdürülebilirlik ve ekoloji kavramlarının toplum bilincine yerleşmesi, tasarımcıların bilgisayar destekli yazılımları ağırlıklı olarak kullanmaya başlaması ile sürdürülebilir-ekolojik bina tasarımları BIM ve BIM tabanlı yazılım programlarında yapılmaktadır. BIM' in tasarımcılar tarafından temel anlamda entegre tasarım ve proje teslim süreçlerini destekleyebildiği ve var olan bilgi teknolojileri ile karşılaştırıldığında daha belirgin avantajlar sunan bir teknoloji ve süreçler bütünü olarak kabul edildiği görülmektedir. Aynı zamanda yapı enformasyon modellemenin sadece bir veri saklayıcı olmasının ötesinde nesne tabanlı bir tasarım anlayışı sunduğu da görülmektedir. Tasarımcılar, bu nesne tabanlı sistemin, kolon, duvar, pencere, kapı gibi bina elemanlarının gerçek görev ve davranışlarını göstermesi ile tasarlanan model üzerinde yer almasını mümkün kıldığını ve bunların birbirleri ile ilişkilendirilmelerine olanak sağladığını söylemektedir. Tasarlanan modelin tüm verileri ile oluşturulmasını mümkün kılması nedeniyle, ihtiyaç duyulan maliyet analizleri, metrajlar veya gerekli diğer dokümanları oluşturarak tasarım, yapım, kullanım gibi tüm aşamalarda projenin kontrolünü kolaylaştırdığı tasarlanan modeller neticesinde tespit edilmiştir. Ayrıca BIM' in veri dönüştürme işlemlerini, verinin tekrar üretimini ve koordinasyon ihtiyaçlarını önemli ölçüde azalttığı da kullanıcılar tarafından kabul görmüştür.

Yapı enformasyon modelleme ve sürdürülebilirlik kavramının bütün özellikleri bir araya getirildiğinde gelecekte enerjiyi daha az tüketen, kendi enerjisini

yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak kendi üreten, geri dönüştürülebilir malzeme kullanılarak oluşturulan, doğaya daha az zarar veren sürdürülebilir ve ekolojik bina tasarımlarının giderek artacağı ve bu bilincin toplumda daha fazla yer edineceği görülmektedir. Sürdürülebilirlik ve BIM konusu bütünleştirildiğinde sürdürülebilir yapıya ilişkin standartlar ile BIM bütünleşmesi arasındaki mevcut boşluğun, sürdürülebilir verilerin BIM aracılığıyla tasarım sürecine dâhil edilerek doldurulması öngörülmekte ve yeşil bina sertifikasyonlarını almak üzere dokümantasyon oluşumunu kolaylaştırması düşünülmektedir. Diğer yandan; sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir mimari tasarım kavramlarını içerisinde barındıran BIM ile ilgili gerek akademik gerekse uygulamaya yönelik araştırma ve çalışmaların daha sürdürülebilir tasarım ve çıktılar elde etmek üzere sürekli arttığı da görülmektedir.

### **1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları**

Çalışma, Çanakkale İlinde bulunan, sürdürülebilir bir yapı olan “A” konutu projesinin önce BIM tabanlı Autodesk Revit Architecture programında çizilerek daha sonra yapı enformasyon modelleme (BIM) programına aktarılarak sistemden elde edilecek verilerden çıkarım yapılması ile sınırlandırılmıştır.

### **1.7. Araştırmanın Kapsamı**

Tez kapsamında sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir mimarlık ile Yapı Enformasyon Modelleme (BIM)‘nin “A” konutu projesi özelinden mimari tasarım ve uygulama alanındaki etkinliği irdelenmiştir. Yeni uygulanacak sürdürülebilir ve ekolojik tasarımlarda BIM’ in etkin kullanılması ve doğru bir şekilde değerlendirilmesine yönelik öneriler geliştirilmiştir.

Sürdürülebilirlik kapsamında yapı enformasyon modellemenin “A” konutu projesi özelinden konu edildiği bu tez çalışması başlıca dört bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde giriş, araştırmanın amacı, kapsamı ve yönteminden bahsedilmiştir. Giriş bölümünde, insanoğlunun tarih boyunca doğal kaynaklara müdahale ettiği, bunun sonucu olarak yenilenebilir doğal kaynakların zaman içerisinde tükenmeye başladığı, artan teknolojik gelişmelerle birlikte dünyada enerjiye olan ihtiyacın arttığı, artan enerji ihtiyacı ile doğal kaynaklara daha çok ihtiyaç duyulduğu ve bununla beraber sürdürülebilirlik kavramının ortaya çıktığından

söz edilmiştir. Doğal kaynakların gelecek nesillere aktarılması isteği ile sürdürülebilir mimarlık kavramının ortaya çıkması ve sürdürülebilir mimari tasarım ile BIM arasındaki ilişkinin önemi vurgulanmıştır. Giriş bölümünü takip eden ikinci bölüm kavramsal bir çerçevede ele alınmıştır. Bu bölümde sürdürülebilirlik ve tarihsel gelişim süreci ile sürdürülebilir mimari tasarım ve prensipleri, yapı enformasyon modelleme ve tarihsel gelişim süreci ile BIM' in getirdiği avantajlar, dezavantajlar ve mimari tasarımda kullanılmasına yer verilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde autodesk revit architecture ile “A” konutu projesi örneğinin yapı enformasyon modelleme yazılımına aktarılması ile incelenmesine değinilmiştir. Dördüncü bölümde ise yapılan inceleme sonucunda elde edilen bulgular ve değerlendirmelerle buna bağlı olarak ortaya çıkan sonuçlara yer verilmiştir.

### **1.8. Araştırmanın Yöntemi**

Çalışmanın amacı doğrultusunda, konunun tanımlanmasının ardından sırasıyla konuya ilişkin sürdürülebilirlik, sürdürülebilir mimarlık, sürdürülebilir mimari tasarım prensipleri, yapı enformasyon modelleme (BIM), BIM' in düzeyleri, BIM tabanlı yazılımlar ve getirdiği yenilikler, BIM' in avantajları ve dezavantajları, BIM' in mimari tasarımda kullanılması ile ilgili literatür araştırması yapılmıştır. Literatür araştırmasını takiben autodesk revit architecture ile “A” konutu projesi BIM' de incelenmiştir. Bu inceleme ile elde edilen bilgiler birbiriyle ilişkilendirilerek değerlendirilmiş, çalışma değerlendirme ve sonuç bölümü ile tamamlanmıştır. Tez çalışmasında takip edilen aşamalar şu şekildedir:

### **1.9. Konunun Tanımlanması**

Araştırma konusuna ilişkin kavramsal çerçeve araştırılmış, konuyla ilgili önceki bilimsel çalışmalar incelenmiş, araştırmanın kapsamı ve içeriği belirlenmiştir.

### **1.10. Veri Toplama**

Yurtiçi ve yurtdışı literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Yurtiçi literatürde sürdürülebilir mimari tasarımların yapı enformasyon modellemede tasarlanması ile ilgili kısıtlı bilgiye ulaşılmıştır. Yurt dışı kaynaklarında, özellikle ABD'de de az sayıda yayın tespit edilmiştir. Daha çok mimarlık açısından ele alınmış olan bu konuya, sürdürülebilir mimarlık açısından yaklaşım ise oldukça sınırlıdır. Buna rağmen son yıllarda konuya olan ilgi artmış ve literatür taramasında yeterli sayıda

çalışmaya ulaşılmıştır. Literatür araştırması yapıldıktan sonra elde edilen bulgularla, sürdürülebilir mimari tasarımın yapı enformasyon modellemede yapılmasına ilişkin olabildiğince kapsamlı teorik bir altyapı oluşturulmuştur.

### **1.11. Sürdürülebilir Mimari Tasarım İçin Prensiplerin Belirlenmesi**

Genel sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir mimari tasarıma yönelik prensipler doğrultusunda araştırma konusu incelenmiştir. Bu prensipler çerçevesinde, literatür taraması ve görüşmelerden de elde edilen bilgiler doğrultusunda sürdürülebilir mimari tasarım yapılmış alanların değerlendirilmesi mümkün olmuştur.

### **1.12. Veriler ve Analiz**

Önceden yapılmış araştırmalar, potansiyel örneğin belirlenmesinde büyük bir role sahip olmuştur. Örnek proje belirlenirken, sürdürülebilir ve ekolojik bina olması ön planda tutulmuş ve gelecekte tasarlanacak sürdürülebilir binalara yol gösterici nitelikte olması gibi özellikler belirleyici olmuştur. Ayrıca bulunduğu iklime ve coğrafi özelliklere gösterdiği uyum da seçim kriterleri arasındadır. Örnek Türkiye’den seçilmiş fakat yurtdışına ait örneklerin daha çok sayıda olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeninin gelişmiş ülkelerin Türkiye’ye nazaran sürdürülebilir ve ekolojik tasarımlara daha erken yıllarda önem vermeye başlaması ve bununla beraber tasarımda kullanılan teknolojik yazılımları geliştirmeleri olduğu düşünülmektedir.

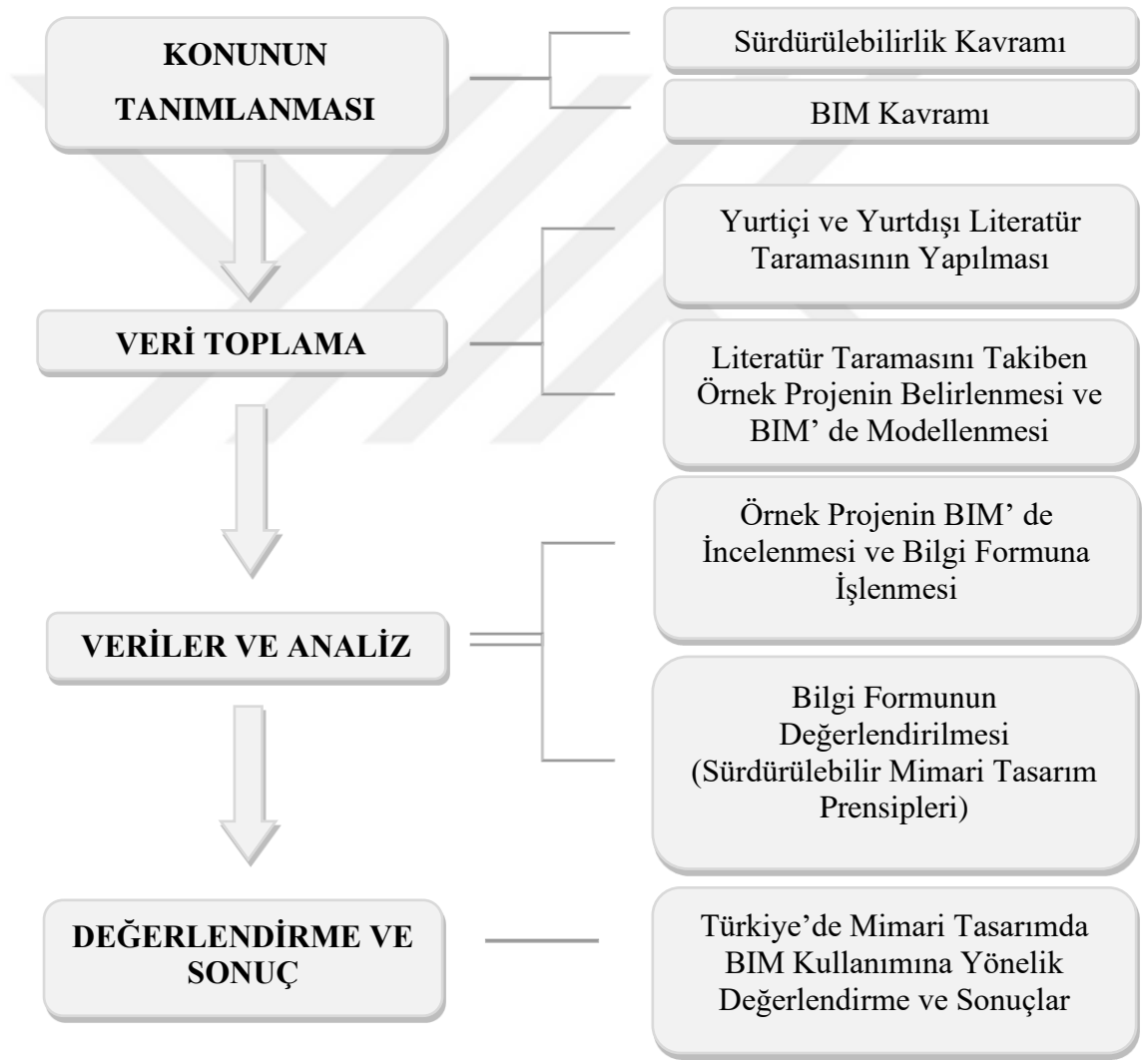
İlk araştırmalarla birlikte, bazı başlıklar da tanımlanmıştır:

- Tarihsel Gelişim Süreci
- Sürdürülebilir Mimari Tasarım ve Tasarım Prensipleri
- Sürdürülebilir Tasarım Örneğinin BIM’ e Aktarılması
- Kullanım

Bu başlıklar tüm araştırmalarda esas alınmış, başlıklara göre sorular oluşturulmuş ve cevaplar aranmıştır. Elde edilen bulgulara ek olarak, örnek inceleme süreci, ilgili web siteleri, gazete yazıları, basılmış kitap, yayın, makale, tez, rapor ve planlar ile desteklenmiştir.

### 1.13. Tartışma ve Sonuç

Literatür taraması, prensiplerin belirlenmesi ve örnek projenin incelenmesinin ardından, araştırmanın her aşamasında elde edilen bulgular analiz edilerek Türkiye için referans bir yayın ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda mevcut sürdürülebilir tasarım çalışmasında çevre koşulları, arazi biçimlenmesi, yapı konumlanması, yapı formu, yapıda kullanılan enerji etkin sistemler üzerine durulmuş ve yapı BIM' e aktarılarak sürdürülebilir mimari tasarım prensipleri incelenerek değerlendirme yapılmıştır.



Şekil 1.1. Yöntem Akış Diyagramı

## 2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI VE YAPI ENFORMASYON MODELLEME

### 2.1. Sürdürülebilirlik

#### 2.1.1. “Sürdürülebilirlik” kavramı

Erken dönemlerde uluslararası biçimde teşvik edilen bir „Batı“ kavramı olan „*Sürdürülebilirlik*“, kalkınmaya bağlı ve bireysel zenginlik üzerine kurulu bir Batı değerler sistemini oluşturmaktadır (Ekim, 2004). Bu değerler sistemi, ekonomik değerlere bağlı sürdürülebilir kalkınma ve yapı tartışmalarına sebep olmaktadır. Başlangıçta ahlaki değerlerden yoksun olarak gelişen bu düşünce günümüzde uluslararası düzeyde yapılan teorik tartışmalar (gündem 21, habitat gündemi) sonucunda gelişmekte olan dünyanın bakış açısıyla ortak bir görüş sunmaktadır. Bu görüş, dünyayı ve gezegeni bir organizma olarak görmekte ve sistemik bir dünya anlayışını gerektirmektedir. Sayısız alt-sistemleri kapsayan bu sistemde, parçalar bir araya gelince bütünden daha büyük olmaktadır. Holistik ve bütünleşmiş çözümler aramak sürdürülebilir bir geleceğin ön koşulunu oluşturmaktadır (Edwards, 2001). “Sürdürülebilirlik” kelime olarak ilk defa 1712 de Alman bilimadamı Hans Carl von Carlowitz tarafından “*Sylvicultura Oeconomica*” isimli kitabında kullanılmıştır (Almanca: *Nachhaltigkeit*). Sürdürülebilirlik kavramı gündeme gelişinden günümüze kadar bakış açıları ve önceliklerine göre birçok kurum ve organizasyon tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır. Bunlardan bazıları şu şekildedir:

Sürdürülebilirlik kavramı “devam etme” ile “zamanda aynı kalma” eylemlerinin bir arada olmasından oluşmaktadır. Sürdürülebilirlik, insanoğlunun bulunduğu tüm çevresinin “koruma” ve “hak” olgularının birlikte göz önüne alınması gerekliliğini ön görmektedir (Civaroğlu, 2006). Buna bağlı olarak sürdürülebilirlik, toplumun, ekosistemin ya da devam eden herhangi bir sistemin ana kaynakları



tükenmeden belirsiz bir geleceğe dek işlevini sürdürmesi olarak tanımlanmaktadır (Gilman, 1992).

Başka bir tanımla sürdürülebilirlik kavramı; içinde bulunduğumuz zaman diliminde ihtiyaçlarımızı karşılarken, gelecek nesillerin refahını ve sağlığını tehlikeye atmadan, var olan çevresel, ekonomik ve sosyal ihtiyaçlarını bütünleştirerek karşılanmasının devam ettirilmesi demektir. Bozdoğan (2003)'a göre ise; sürdürülebilirlik, günümüzde ihtiyaçların karşılanırken gelecek nesillerin de ihtiyaçlarının göz önünde bulundurulduğu ve çevreye zarar vermeyen, doğal kaynakların bilinçli kullanıldığı bir anlayışın ifadesi olarak tanımlanmaktadır.

Webster'e göre "sürdürülebilirlik; bir kaynağın kalıcı zarar görmemesi, tüketilmemesi ve sonsuza kadar yok edilmemesi amacıyla kaynağın kullanılma ya da işlenme yöntemi" olarak tanımlanmaktadır. Hoşkara ise bu tanımla sürdürülebilirliği, 20. yüzyılda küresel ülke ekonomilerinin, politikalarının, enerji kaynaklarının, üretimin, teknolojinin, planlamanın ve dahası mimarinin tasarlanmasına damga vuran en önemli nosyon olarak ele almaktadır (Hoşkara, 2007).

Tenikler, sürdürülebilirliğin aynı zamanda çevre bileşenleri şeklinde ele alındığında doğal kaynakların devamlılığı anlamına geldiğini ve bu kaynakların gelecek nesillerin ihtiyaçlarını da göz önünde tutularak tüketilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Gottfried, Walsh ve Osso'ya göre ise sürdürülebilirlik, hem doğal ve yapay çevrenin korunumu hem de kaynakların ve insanların sürekliliğinin sağlanması olarak tanımlanmaktadır.

Johnson, Baker ve Bauen'e göre sürdürülebilirlik, uzun dönem toplumsal, çevresel ve ekonomik sağlıkla direkt ilişki oluşturmaktadır. Bu anlamda, adı geçen yazarlar, toplumda sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için altı kriter önermektedirler (Bauen vd., 1996). Bunlar şu şekilde sıralanmıştır:

- Bir yere karşı aidiyet duygusu beslemek,
- Toplumsal canlılığı desteklemek,
- Değişimle karşı karşıya kalındığında esneklik ve adaptasyonu desteklemek üzere yerel kapasite oluşturmak,
- Lider olarak sorumluluk duygusunu desteklemek,

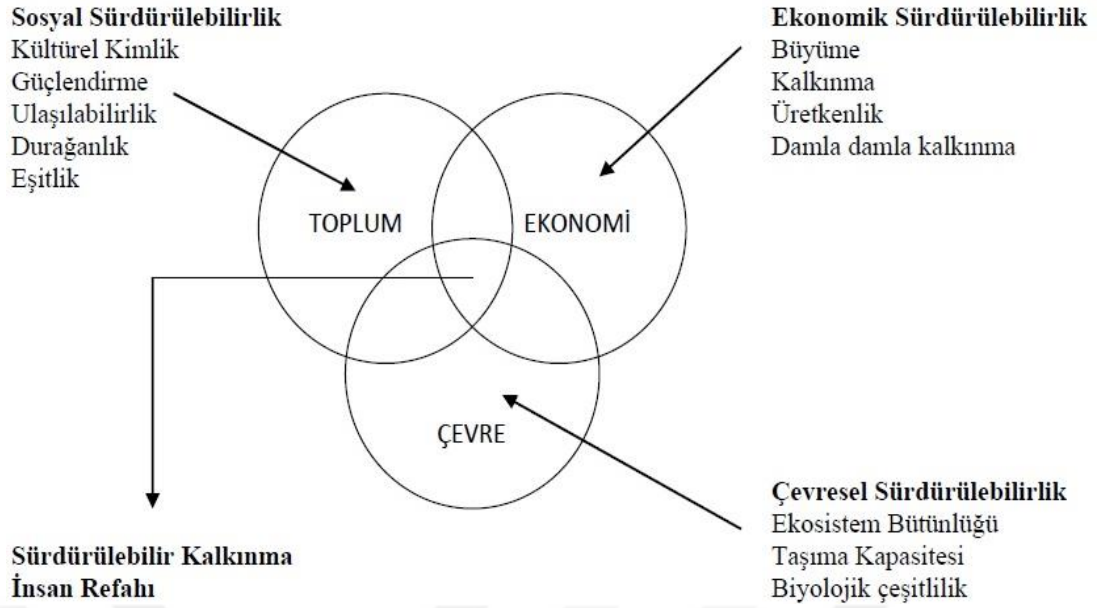
- Yerel ve yerel-üstü düzeylerde ilişkilerin ve bağlantıların önemini desteklemek, pekiştirmek, ve
- Yerin sosyal yapısı içinde eşitliği artırmak.

Bu anlamda Selman (1995), sürdürülebilirliğin, etkin kaynak yönetimine olan, insani ve doğal sistemlerin temel ilkeleri arasında ve içinde uyumlu ilişkilere olan gereksinim ve tutum ve davranışlarda radikal değişiklikleri yürürlüğe koyma olan üç temel ilkedен oluştuğunu belirtmektedir. Tüm bu tanımlar ve sürdürülebilirlik kavramı üzerine yapılan çalışmalar sürdürülebilir gelişmeyi de beraberinde getirmiştir.

“Sürdürülebilir gelişme kavramı” ise ilk defa 1980’de Dünya Koruma Birliği tarafından yayınlanan “Koruma İçin Dünya Stratejisi” (La Strategie Mondiale Pour La Conservation) raporunda irdelenmiştir. Peter Cookson Smith’e göre sürdürülebilir gelişme, “Biyosferin taşıma kapasitesini, ekosistemi ve kaynakları göz önünde bulundurarak yaşam kalitesini sağlamak” olarak tanımlanmıştır. Kentbilim Terimleri Sözlüğü’nde ise, “sürdürülebilir gelişme”, “Çevre değerlerinin ve doğal kaynakların savurganlığa yol açamayacak biçimde akılcı yöntemlerle, bugünkü ve gelecek kuşakların hak ve yararları da göz önünde bulundurularak kullanılması ilkesinden özveride bulunmaksızın, ekonomik gelişmenin sağlanmasını amaçlayan çevreci dünya görüşü” şeklinde tanımlanmaktadır (Keleş, 1998).

### **2.1.2. Sürdürülebilirliğin kapsamı ve önemi**

Mimarlık alanında ise sürdürülebilirlik kavramı, ekolojik problemlerle yakından ilişkili olmakla beraber sürdürülebilir bir toplumun oluşması için mimarlık, sosyo-kültürel, ekonomik ve çevresel boyutlarla bir bütün olarak düşünölmelidir.



**Şekil 2.1.** Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı

**Kaynak:** (HKU Architecture, 2002).

**Sosyo-kültürel Boyut:** Sosyo-kültürel boyut sosyal ve insani sermayenin bütünlüğünü amaçlamaktadır. Sürdürülebilirliğin sosyal boyutundaki bileşenleri sivil katılım, eşit haklar, sosyal bütünlük, kültürel kimlik, istikrar, çeşitlilik, hoşgörü, çoğulculuk, kanunlar, paylaşım, birlik olarak sıralanırken insani sermaye bileşenleri sağlık, beslenme ve eğitim konusundaki yatırımlar olarak sıralanabilmektedir (Goodland ve Daly, 1996). Bunların arasında ön sırada gelenler kuşaklar arası eşitlik ve denge olmaktadır. Kuşaklar arasındaki eşitliği sağlamak, bu eşitliği dengede tutmak ve gelecek nesillerin varlıklarını devam ettirebilmeleri ve refah içinde yaşayabilmelerini sağlamak için gerekli kaynakların onlara bırakılması hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda hem halkın sağlığı ve güvenliği sağlanmış olacak hem de halkın hayatlarını sürdürebilmeleri için bütün hakları korunmuş olacaktır.

Sosyo-kültürel boyut aynı zamanda sürdürülebilirliğin eğitim ve sağlık alanında gelişmesi, ihtiyaçların karşılanması, kültürel mirasın ve kültürün korunması, yaşam kalitesinin yükseltilmesi gibi esaslara da dayanmaktadır. Toplumun tarih içerisinde oluşturduğu sosyal kurallar zamanla değişse bile sosyo-kültürel yapının sürekliliği önem arz etmektedir. Ayrıca sosyal sürdürülebilirliğin, doğal kaynakların korunumu ve gelecek kuşaklara aktarımı ile ilgili insanlara bilgi verilmesi ve

insanların belirli alışkanlıklarının değiştirilmesi bakımından ekolojik sürdürülebilirlikle olan ilişkisi önem arz etmektedir (Şenel, 2010).

Sosyo-kültürel sürdürülebilirlik, çalışanların güvenlik ve sağlıklarının korunmasını, fiziksel özürleri bulunan engelli bireylerin topluma geri kazandırılmasını ve yaşam kalitesinin artırılmasını tahmin etmektedir (HKU Architecture, 2002).

**Ekonomik Boyut:** Ekonomik boyut, ekonomik sermayenin bütünlüğünü, toplumsal ve bireysel ihtiyaçların verimli ve etkin şekilde karşılanmasını amaçlamaktadır. Ekonomik normlar, bir yandan kişisel girişimleri özendirirken, diğer yandan gelecek nesillerin genel faydalarını da göz önünde bulunduracak şekilde olmalıdır. Ekonomik boyut, sınırsız üretim ve tüketimi, az maliyet ve yüksek verimle sağlıklı büyümeyi ve kalkınmayı esas almaktadır.

Ekolojik bakımdan ele alındığında ekonomik sürdürülebilirlik, yeryüzünde bulunan doğal kaynakların sınırsız bir biçimde kullanılmasını gerektirmektedir. Başka bir söyleyişle ekonominin sürdürülebilir hale gelmesi amacıyla kullanılan doğal kaynakların sınırlı olmaması gerekmektedir. Ayrıca insanoğlunun kaynakları kullanırken çevreye zarar verdiği ve böylece yenilenebilir doğal kaynakların giderek azaldığı görülmektedir. Bu nedenle ekolojik açıdan ele alındığında ekonomik süreçlerde, yenilenebilir doğal kaynakların mevcut miktarının azaltılmaması ve kaynakların doğal çevreye zarar vermeksizin kullanılması gerekmektedir.

Ekonomik boyutu özetleyecek olursak, enerji ve hammaddelerin azaltılması, yenilenebilir kaynak ve enerji etkin teknoloji kullanımı, kaynakların etkin şekilde kullanımı yönetimiyle düzenli bir özel ve kamu yatırım akışının sağlanması, maliyetlerin indirilmesi, satışta büyüme sağlamak için yeni pazarların ve satış olanaklarının yaratılması, katma değerlerin artırılmasını öngörmektedir.

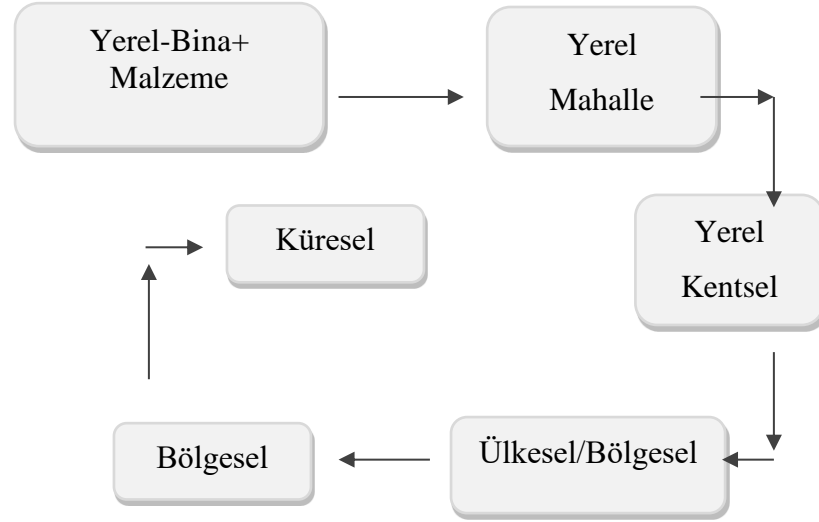
**Çevresel Boyut:** Çevresel-ekolojik boyut, bozulmamış atmosferik, su/okyanus, orman/toprak gibi ekosistemleri, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak doğal sermayenin bütünlüğünü korumayı amaçlamaktadır. Doğal sermayenin korunması ile de kaynakların ve hammaddelerin insan gereksinimleri için kullanılmak üzere sürdürülebilirliği sağlanırken çevreye saçılan atıkların doğayı bozmaması sağlanmalıdır. Ayrıca bu kaynaklar doğa için de yeterli miktarda elde

edilebilir olmaya devam etmelidir (Özçuhadar, 2007). Bu nedenle çevresel-ekolojik boyutun sürdürülebilir olması için yenilenemeyen doğal kaynakların tüketiminin azaltılması, ekolojik dengelerin zararlı etkilere karşı korunması, ekolojik denge ve doğal sistemlerin yok olmadan korunması gerekmektedir (Sev, 2009). Çevresel-ekolojik boyutun sürdürülebilir olması için;

- Kaynak tüketimi en aza düzeye indirgenmelidir,
- Malzeme tüketimi tümüyle yenilenebilen kaynaklardan ya da geri dönüştürülmüş malzemelerden yapılmalıdır,
- Atık yığınları % 100 geri dönüştürülmelidir,
- Enerjinin korunumu gerçekleştirilmeli ve enerji kaynakları, tümüyle kirlilik oluşturmayacak şekilde ve yenilenebilir (rüzgâr, solar, termal, biokütle enerjisi) olmalıdır,
- Toksik maddeler yok edilmelidir,
- İnsan sağlığı üzerine olan zararlı etkiler azaltılmalıdır (HKU Architecture, 2002).

Farklı kaynaklardan yapılan araştırmalardan hareketle sürdürülebilirliğin bu boyutları dışında farklı boyutlarda da irdelendiği gözlemlenmiştir. Bu boyutların, içerisinde bazı alt boyutları da barındıran dört farklı boyutunun daha ele alınması gerekmektedir. Bu dört boyut, de ifade edildiği biçimiyle, aşağıdaki gibi isimlendirilebilir (URL 1):

- Küresel sürdürülebilirlik boyutu,
- Bölgesel sürdürülebilirlik boyutu,
- Ülkesel (ve ülke içinde Bölgesel) sürdürülebilirlik boyutu,
- Yerel sürdürülebilirlik boyutu (kentsel boyutta sürdürülebilirlik, mahalle boyutunda sürdürülebilirlik, bina boyutunda sürdürülebilirlik, malzeme boyutunda sürdürülebilirlik).



**Şekil 2.2.** Sürdürülebilirliğin Farklı Boyutları

**Kaynak:** (URL 1)

Küresel sürdürülebilirlik boyutu için, dünya genelindeki haklar, ülkelerin kişisel haklarından daha önemli olduğu için çevresel sorunlar, kaynakların tüketimi ve tehditler üzerinde, ülkenin otoritesinden ziyade çok daha fazla otoriteye sahip olan uluslararası düzeyde bir kuruluşa ihtiyaç duyulmaktadır.

Bölgesel sürdürülebilirlik boyutu, küresel ve ülkesel boyutlar arasında, yani makro seviyenin bir altında yer alan bir ara boyutu oluşturmaktadır. Bölgesel boyut, bölgenin özgün yapısı, özellikleri ve kaynakları konusunda daha fazla bilgi sahibi olduğu için, sürdürülebilir bir sistemi kontrol ettikten sonra yönlendirebilmek için, küresel boyuta göre daha iyi bir boyuttur.

Ülkesel sürdürülebilirlik boyutu, üst seviye bölgesel boyut ile yerel boyut arasında, ülkelerin (eğer varsa ülkelerin büyüklüklerine bağlı olarak, içlerinde yer alan diğer bölgelerin) özel sosyal, ekonomik, çevresel, kurumsal ve politik koşullarına bağlı sürdürülebilirlik konusuna ilişkin kararlar alan ve stratejiler geliştiren bir boyutu oluşturmaktadır.

Yerel sürdürülebilirlik boyutu ise, küresel, bölgesel ve ülkesel kararların uygulandığı, bu boyutların altında, şehir, mahalle, yapı ve hatta malzeme boyutunda sürdürülebilirlik kavramlarının yer aldığı daha detaylı bir boyutu oluşturmaktadır (Hoşkara, 2007).

Bütün bu açıklamalara bakıldığında, Hoşkara (2007) 'ya göre sürdürülebilirlik kavramının, “Çevresel duyarlılığı olan eşitlikçi bir düşünce” olduğu söylenmektedir. Sonuç olarak, gelişme ve çevre olarak düşünüldüğünde ülkeler arasında bir denge kurulması, sürdürülebilirliğin temel şartını oluşturmaktadır.

### 2.1.3. Sürdürülebilir gelişmenin tarihsel gelişim süreci

Sürdürülebilir gelişme kavramı, başta Birleşmiş Milletler olmak üzere, birçok uluslararası ve ulusal kuruluşların yaptığı çalışmalar sonucunda şekillenmiştir. Özellikle 1970’li yıllardan itibaren hem küresel hem de ulusal ve yerel seviyelerde birçoğu bilimsel olan araştırmalar yapılmış ve konferanslar düzenlenmiştir. Yapılan araştırmalar, konferanslar ve çalışmalar sürdürülebilir gelişme düşüncesinin bir kavram olarak toplumda yer edinmesine katkıda bulunmuştur. Sürdürülebilir gelişmenin düşünce düzeyinden kavram düzeyine geçişinde, bu çalışmalardan bazılarının etkileri şüphesiz daha fazla olmaktadır. Yapılan çalışmalar sırasıyla Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı. 2.1’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.1.** Sürdürülebilir Gelişme İçin Yapılan Uluslararası Çalışmalar

1980	Birleşmiş Milletler Çevre Programı ve Dünya Koruma Stratejisi
1987	Ortak Geleceğimiz (Brundtland) Raporu
1992	Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (Rio de Janeiro)
1992	Avrupa Birliği 5. Eylem Programı
1993	Sürdürülebilir Gelişme Komisyonu
1993	Sürdürülebilir Bir Gelecek İçin Bağımlılık Bildirisi
1995	Birleşmiş Milletler Nüfus ve Kalkınma Konferansı (Kahire)
1996	Birleşmiş Milletler İnsan Yerleşimleri Konferansı-Habitat II (İstanbul)
1997	Rio + 5 Forumu (New York)
2002	Sürdürülebilir Gelişme Konferansı (Johannesburg)
2008	UIA 2008 Torino Manifestosu
2010	UIA Cancun Bildirgesi
2012	Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı (Rio+20 Zirvesi)
2015	Paris Anlaşması

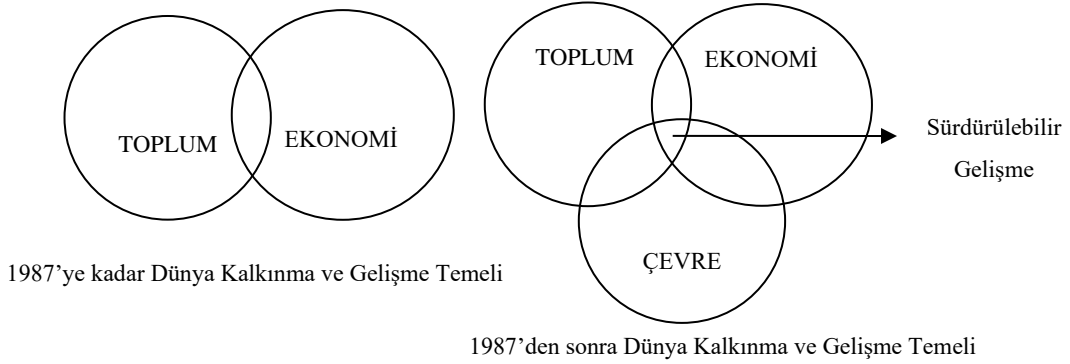
### ***Birleşmiş Milletler Çevre Programı ve Dünya Koruma Stratejisi:***

Uluslararası Doğal Kaynakları ve Doğayı Koruma Birliği, Dünya Yabani Hayat Fonu ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından hazırlanarak 1980 yılında yayımlanmıştır. “Sürdürülebilir Gelişme” kavramı ilk defa burada kullanılmıştır. Toplumun sürdürülebilirlik düzeyine ulaşması için koruma ve geliştirme fikrinin birlikte ele alınması gerekliliğine vurgu yapmaktadır. Soussan 1992 yılında Sürdürülebilir Kalkınma (Sustainable Development) adlı çalışmasında ekolojik bir yaklaşım stratejisi önererek, sürdürülebilir gelişme stratejisini üç öncü kriterde toplamıştır (Soussan, 1992):

- Ekolojik süreçlerin korunması
- Kaynakların sürdürülebilir kullanımı
- Genetik çeşitliliğin korunması (Bozlağan, 2010)

***Ortak Geleceğimiz (Brundtland) Raporu:*** Ortak Geleceğimiz diğer bir adıyla Brundtland Raporu, dönemin Birleşmiş Milletler Genel Sekreterinin isteği ve teklifi üzerine, Norveç Başbakanı Gro Harlem Brundtland başkanlığında, yirmi ayrı ülkeden gelen üyelerden oluşan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından hazırlanarak 1987 yılında Birleşmiş Milletler Genel Kurulu’na sunulmuştur (Bozlağan, 2010). “Sürdürülebilir Kalkınma” kavramı ilk defa resmi olarak, “Bugünün gereksinim ve beklentilerini, gelecek kuşakların kendi gereksinimlerini ve beklentilerini karşılama olanaklarını tehlikeye atmaksızın karşılamaktır” şeklinde tanımlanmıştır. Rapor, 20.yy başı ile sonu arasında gelişen farklılıklara değinmektedir. Raporla etkileri yüzyıllardır yerel ölçekte kısıtlı kalan insan faaliyetlerinin, günümüz koşullarında küresel seviyede tüm ekosistemleri etkilediği konusu da vurgulanmıştır (Kula, 1998). Kalkınmacılığın tanımının değiştiği bu raporla birlikte, çevre olgusu kalkınmanın ön koşullarından biri olarak görülmüştür.





**Şekil 2.3.** Dünya Kalkınmasında ve Gelişmesinde Değişen Gündem

**Kaynak:** (Ekim, 2004)

***Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (Rio de Janeiro):*** 3-14 Haziran 1992 tarihleri arasında Brezilya'nın Rio de Janeiro kentinde, 178 devletin katılımı ile düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda "İnsanoğlunun sürdürülebilir gelişme olgusunun merkezinde yer aldığı, her insanın doğa ile uyumlu, sağlıklı ve verimli bir yaşam hakkı olduğu" kabul görmüştür (Birleşmiş Milletler, 1992a). Gerçekleştirilen konferans kapsamında sürdürülebilirlik düşüncesinin oluşumu ve bu düşünce oluşumu için uluslararası düzeyde çevre, ekonomi, kentleşme ve yönetim gibi alanlarda yapılması gereken çalışmalar üzerinde durulmuştur (Yanar, 2017).

***Avrupa Birliği 5. Eylem Programı:*** 1992 yılında Avrupa Birliği tarafından "Sürdürülebilirliğe Doğru" ismiyle kabul edilen Avrupa Birliği 5. Eylem Programında özellikle yerel yönetimler üzerinde durulmuş, yerel yönetimler baş aktörler olarak görülmüş ve birçok inisiyatif uygulamasının da sadece yerel yönetimlerce uygulanabileceği kabul görmüştür. Program, vatandaşlardan Avrupa Komisyonu'na kadar olan tüm toplumsal ve yönetsel düzeyleri içeren "subsidiarite" ve "ortak sorumluluk" ilkeleri doğrultusunda oluşturulmuştur (Hams, 1994).

***Sürdürülebilir Gelişme Komisyonu:*** Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'ndan bir yıl sonra 1993 yılında, Birleşmiş Milletler bünyesindeki Ekonomik ve Sosyal Konsey içinde kurulan Sürdürülebilir Gelişme Komisyonu,

Birleşmiş Milletler Şartnamesi'nin 68. maddesi ve Gündem 21'in ilgili hükmü üzerine oturtulmuştur.

Komisyon'un kuruluş amacı, Konferans'ta kabul edilen ilke ve hükümlerin hayata geçirilmesinin etkin bir biçimde izlenmesini sağlamak, uluslararası işbirliğini güçlendirmek, çevre ve gelişme konularının bütünleştirilmesine yönelik hükümetlerarası karar verme kapasitesini rasyonalize etmek ve Gündem 21'in ulusal, bölgesel ve uluslararası düzeyde uygulanmasına yönelik gelişmeleri incelemek olarak belirlenmiştir (Birleşmiş Milletler, 1992b).

***Sürdürülebilir Bir Gelecek İçin Bağımlılık Bildirisi:*** 18-24 Haziran 1993 tarihinde Uluslararası Mimarlar Birliği (UIA) ve Amerikan Mimarlar Birliği Enstitüsü (AIA) tarafından kurulmuştur. Dünya Mimarlık Kongresi'nde yayımlanan yapı tasarımı ve mimarlık alanında sürdürülebilirlik bilincinin artırılması için yayımlanan bildiride kişisel ve mesleki kurumlar olarak alınması gereken bazı kararlar üzerinde durulmuştur (Yanar, 2017). Bunlar:

- Çevresel ve toplumsal sürdürülebilirliği mesleki uygulama ve sorumluluklarımızın odağına yerleştirmek,
- Sürdürülebilir tasarımın işlerliği için gerekli uygulama, yöntem, ürün, eğitim programları, hizmet ve standartları geliştirme ve sürekli iyileştirmek,
- Meslektaşlarımızı, yapı endüstrisini, müşterileri, öğrencileri ve toplum geneline sürdürülebilir tasarımın önemi ve önemli olanakları konusunda eğitmek,
- Sürdürülebilir tasarımın rutin bir uygulamaya dönüşmesi yolunda hükümetler ve iş çevreleri düzeyinde politikalar, yasal düzenlemeler ve uygulamaları kurumlaştırmak,
- Yapılı çevrenin bugünkü ve gelecekteki tüm öğelerini tasarım, üretim, kullanım ve yeniden kullanımlarında sürdürülebilir tasarım standartlarına ulaştırmaktır (Anonim, 1993).

***Birleşmiş Milletler Nüfus ve Kalkınma Konferansı (Kahire):*** 1995 yılında Birleşmiş Milletler tarafından Mısır'ın başkenti Kahire'de yapılan konferansda sürdürülebilir gelişme kavramı ile nüfus kavramı sıkı bir biçimde ilişkilendirilmiştir (Bozlağan, 2010). Bildirgede "Günümüzde ve gelecekte bütün insanların eşit

paylaşacakları refahı sağlayacak bir araç olan sürdürülebilir gelişme, nüfus, kaynaklar, çevre ve gelişme arasındaki karşılıklı ilişkilerin tam olarak bilinmesini, uygun şekilde düzenlenmesini ve bunlar arasında uyumlu, dinamik bir denge kurulmasını gerektiren bir kavram olarak tanımlanmıştır. Bütün insanlar için daha yüksek bir yaşam kalitesinin başarılması için devletler, gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılama olanağını tehlikeye atmadan, şimdiki kuşakların ihtiyacını karşılamak amacıyla nüfusa ilişkin politikalar dahil olmak üzere, gerekli politikaları uygulamaya koymalı, sürdürülemez üretim ve tüketim biçimlerini azaltmalı veya ortadan kaldırmalıdır” maddesi yer almaktadır (Birleşmiş Milletler, 1995).

***Birleşmiş Milletler İnsan Yerleşimleri Konferansı-Habitat II (İstanbul):***

1996 yılında Birleşmiş Milletler tarafından İstanbul’da düzenlenen İnsan Yerleşimleri Konferansı’nda kabul edilen gerek İstanbul Bildirgesi ve gerekse Habitat Gündemi’nde sürdürülebilir gelişme kavramı ile insan yerleşimleri arasındaki sıkı ilişki oldukça detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

Habitat II Konferansı’nda kabul edilen İstanbul Bildirgesi ve Habitat Gündemi’nde de, sürdürülebilir gelişme kavramı insan yerleşimleri alanına uyarlanmıştır. Habitat Gündemi’nin 4. Maddesinde “Demokratik, insan haklarına saygılı, şeffaf, katılımcı ve halka hesap veren yönetimler ile sivil toplumun etkin katılımının, sürdürülebilir gelişmenin gerçekleşmesinde temel etmenler” olduğu belirtilmiş, 10. Maddesinde ise sürdürülebilir bir çevre oluşturmak ve yerleşim birimlerinin kalitesini arttırmak için; sürdürülebilir üretim şekilleri, ulaşım, tüketim ve yerleşim imkânlarını iyileştirme, ekolojik dengeyi koruma, kirlilikten korunma ve gelecek nesillerin yaşam olanaklarını gözetme yönünde çalışmalar yapılacağı belirtilmiştir (The United Nations, 1996: md. 4 ve 10).

29. Maddenin Amaçlar ve İlkeler bölümünde ise, “Sürdürülebilir gelişme, insan yerleşimlerinin gelişimi için zorunludur ve çevre koruma, toplumsal kalkınma ve ekonomik büyümenin gerekleri ve ihtiyaçlarına gereken önemi verir. İnsan yerleşimleri sürdürülebilir gelişme ilkeleri gözönünde bulundurularak planlanmış, geliştirilmiş ve iyileştirilmiş olmalıdır” ibaresi yer almaktadır (The United Nations, 1996: md. 29).

**Rio + 5 Forumu (New York):** 13-19 Mart 1997 tarihinde New York'ta Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı'nın desteğiyle, yerel yönetimler, sivil toplum örgütleri, ulusal sürdürülebilir gelişme kurulları, özel sektör temsilcileri, bilimsel araştırma kuruluşları, finansal kuruluşlar ve eğitim grupları temsilcilerinin katılımıyla düzenlenen formda, sürdürülebilir gelişmeyi yerel, ulusal ve küresel seviyelerde hayata geçirecek politika ve yönetim sistemlerine değinilmiş, katılımcıların kendi tarihsel, kültürel, ve manevi bilgi ve deneyimlerini Forum'a aktarması amaçlanmıştır. Forum'un başlıca amaçları şu şekilde belirtilmiştir (Asia-Pacific Council, 1997; Pro-Agenda 21 Commission, 1997):

- Sürdürülebilir gelişmenin hayata geçirilmesinde önem taşıyan konuları ve başarılı uygulamaları belirlemek.
- Sürdürülebilir gelişmeyi ilerletecek formel ve enformel yönetim ve işletme sistemlerinin kurulması için ortaklıklar sağlamak, gerekli girişimlerde bulunmak ve öneriler geliştirmek.
- Sürdürülebilir gelişmeyi her düzeyde uygulamaya koymak için çok yönlü işbirliği çabalarını desteklemek.
- Sürdürülebilir gelişmenin küresel düzeyde yürütülmesi konusunda önerilerde bulunmak.
- Ekonomik küreselleşmenin olumsuz sonuçlarına karşı yerel ve ulusal sürdürülebilirliği desteklemek.
- Sivil toplumun örgütlenmesi, yönetim sistemlerinin ve ekonomik girişimlerin yeniden düzenlenmesine yönelik yapısal reformlar konusunda çeşitli girişimlerde bulunmak.

**Sürdürülebilir Gelişme Konferansı (Johannesburg):** Güney Afrika Cumhuriyeti'nin Johannesburg kentinde 2002 yılında düzenlenen Dünya Sürdürülebilir Gelişme Konferansı "Genel Değerlendirme" özellikli bir konferanstır. Devlet temsilcilerinin ev yerel yöneticileri ile birlikte sivil toplum örgütleri ve özel sektör kuruluşlarının temsilcilerinin de katıldığı konferansta, ülkelerin, ulusal sürdürülebilir gelişme stratejilerini hazırlama konusundaki son durumlarının değerlendirilmesi, Gündem 21'in uygulanmasında karşılaşılan sorunların tartışılması, edinilen deneyimlerin paylaşılması, öneriler geliştirilmesi, sivil toplum ve özel sektör

kuruluşlarının deneyimlerinden daha fazla yararlanılması gibi konularda görüşmeler yapılmıştır. Konferans'ta alınan kararlardan başlıcaları şu şekildedir:

- Ülkelerin ulusal sürdürülebilir gelişme stratejilerinin en kısa sürede oluşturulması ve bu konuda uygulamanın 2005 yılından itibaren başlatılması.
- Yoksulluğun önlenmesi için Dünya Dayanışma Fonu'nun kurulması ve açlık sınırında yaşayan nüfusun yarı yarıya azaltılması.
- Enerji sunumunda fosil kaynaklara olan bağımlılığın azaltılması, kaynak çeşitliliğinin sağlanması.
- Enerji kullanımının küresel ölçekte daha adil ve dengeli bir biçimde dağılımının sağlanması.
- Biyolojik çeşitliliğin korunmasının sağlanması ve biyolojik çeşitlilikteki azalmanın eşik düzeylere çekilmesi (Bozlağan, 2010).

**UIA 2008 Torino Manifestosu:** UIA 2008 Torino Kongresi'nden sonra yayımlanan manifesto, mimarlığın sürdürülebilir bir dünya için rolüne vurgu yapmaktadır (Berberoğlu, 2009). Manifestoda sürdürülebilir gelişmeyle ilgili alternatif politika geliştirilmesi üzerine kararlar alınmıştır. Bunlar:

- Bahçe-şehirden, yaşayan kentten ve arkeolojiden, yeni bir eko-metropolitan cepheye doğru yönelen entropik bir habitat,
- Ekonomiyi ekoloji ile birleştiren bir kalkınma modelinin yeniden keşfi,
- Kentsel çerçeveyi, uluslararası ana ulaşım koridorlarının sınırlaması olmadan eko-metropolitan bir yaklaşımla yeniden dengelemek,
- Donanım ve programa ilişkin ağları, açık, karşılıklı etkileşimli ve ekolojiodostu bir "cyberspace" içinde bütünleştirmek,
- Güneş enerjisi ve yenilenebilir enerji çağının kenti (Heliopolis): Yerküre habitatının yeniden dönüştürülmesi,
- Doğa ile işlevselci-indirgemeciliğin ötesine geçen bir "yeni işbirliği",
- Yeni bir entropik, yeniden kullanım, kirlilik ve seragazi etkisinin kontrolü medeniyeti,
- "Doğanın protezi" olarak dijital mimarlık: Estetikte, etikte ve siyasette biyolojik çeşitlilik hakkıdır (UIA, 2008).

**UIA Cancun Bildirgesi:** 2010 yılında Meksika'nın Cancun şehrinde gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı'na katılan UIA, Cancun Bildirgesi'ni imzalayarak mimarlık mesleğinin, "Tasarımla Sürdürülebilirlik" konusunda küresel çevreye katkıda bulunabileceğine vurgu yapmıştır.

Bildirgede, Sürdürülebilir gelişme kapsamında mimarların, canlıların yaşam kalitesini etkileyen çevre tahribatının durdurulması ve yeni yaşam koşullarına akılcı bir şekilde uyum sağlayarak iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılması konusunda hükümetlerle birlikte üzerlerine düşeni yapması, sürdürülebilir mimarlık sorumluluğunun yerleşmesi için sosyal ve kültürel yaratıcılığı, yeniliği, bilimsel ve teknolojik bilgiyi, mevcut kaynakların önemini vurgulamak, üniversiteler, bilim ve araştırma kurumları ve diğer eğitim kurumlarında yeni koşullara uyum sağlayabilmek açısından mimarlık eğitimine ilişkin plan ve programların gözden geçirilmesi gibi konularda görüşmeler yapılmıştır (UIA, 2010).

**Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı (Rio+20 Zirvesi):** 2012 yılında, Birleşmiş Milletler Çevre Kalkınma Konferansı'nın yirminci, Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nin onuncu yıldönümünde gerçekleştirilen Rio+20 Zirvesi, sürdürülebilir kalkınma konusunda mutabakatı yenilemek; ekonomik, sosyal ve çevresel olarak sürdürülebilir geleceği, dünyamız, şimdiki ve gelecek nesil için desteklemek amacıyla yapılmıştır (Yanar, 2017).

Konferans bitiminde Sonuç Bildirgesi olarak yayımlanan "İstedığımız Gelecek" başlıklı bildirgede kabul edilen maddelerden bazıları şunlardır;

**Madde 31:** Sürdürülebilir kalkınma, tüm insanların yararlandığı, gençlerin ve çocuklarında olduğu tüm insanları kapsamalı ve insan merkezli olmalıdır.

**Madde 40:** Sürdürülebilir kalkınma için, insanların doğayla uyumlu olacağı ve dünyanın ekosisteminin bütünlüğünü yeniden oluşturacak çabalara meydan veren bütünsel ve entegre yaklaşımlar istiyoruz.

**Madde 43:** Sürdürülebilir kalkınmanın öne çıkarılmasında, geniş çaplı kamu katılımının, bilgiye ulaşmanın, yargısal ve yönetsel süreçlerde önemli olduğunun altını çiziyoruz. Sürdürülebilir kalkınma, geniş çaplı katılımı ve bölgesel, ulusal ve

yarı-ulusal yasama ve yürütme organlarının ve tüm temel grupların katılımını gerektirir: kadınlar, çocuklar ve gençler, yerel kişiler, sivil toplum kuruluşları, yerel otoriteler, çalışanlar, ticaret odaları, iş endüstri, bilim ve teknoloji toplulukları...

**Madde 45:** Sürdürülebilir kalkınma uygulamasının hem özel sektörün hem de kamunun aktif katılımına bağlı olduğunu kabul ediyoruz.

**Madde 48:** Bilim ve teknoloji topluluklarının sürdürülebilir kalkınmaya önemli katkısının farkındayız. Akademik, bilimsel ve teknolojik topluluklarla çalışmayı ve iş birliğini geliştirmeyi, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki teknolojik uçurumu kapatmak, bilim politikasının ve uluslararası işbirliğini geliştirmek için güçlendirilmesini taahhüt ediyoruz.

**Madde 129:** Enerjiye ulaşma, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerjiler üzerine odaklanan, "Herkes için sürdürülebilir enerji" girişimine önem veriyoruz (BM, 2012).

Rio+20 Zirvesinde alınan kararlar sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak adına somut politikaları, programları, projeleri ve eylemleri içermektedir (Yanar, 2017).

**Paris Anlaşması:** Paris Anlaşması, diğer adıyla Birleşmiş Milletler İklim Sözleşmesi 21. Taraflar Konferansı (COP21) Paris'te 195 ülkenin katılımıyla 2015 yılında düzenlenmiştir. Konferansın bitiminde imzalanan anlaşmayla iklim değişikliğiyle mücadele ile ilgili dünya ülkeleri için ciddi yaptırımların uygulanması söz konusu olmuştur. Anlaşmanın ise 2020 yılında yürürlüğe girmesi kararı alınmıştır.

Anlaşmada, 21.yy'ın ikinci yarısında sera gazı kaynakları ve yutakları arasında bir denge noktasına gelmesi gerektiği, küresel ortalama sıcaklık artışlarının 2°C'nin altında tutulması, nihai hedef olarak ise 1,5°C'nin altına çekilmesi, ülkelerin 5 yılda bir iklim değişikliği eylem planlarını güncelleyerek uzun vadedeki azaltım hedeflerini Sekreteryaya sunması ve gelişmiş ülkelerin 2020 yılına kadar 100 milyar dolarlık bir finansman oluşturması ve gelişmekte olan ülkelere yardım etmesi gibi kararlar alınmıştır (Yanar, 2017).

Türkiye 2016 yılında 26. Taraflar Konferansı (COP26) için adaylık sürecine girmiştir. Bu süreçte hem Türkiye devletinin hem de toplumun iklim değişikliği

açısından tedbirler alması ve bu konuda çalışmalar yapması gerekmektedir. Devletin tüm kamu yatırım stratejilerinin iklim değişikliğine uygun ve yeniden tasarlanması için gerek bölgesel gerekse ulusal çapta kalkınma, çevre düzeni ve kent planlarını revize etmesi gerekmektedir (BM, 2016).

#### **2.1.4. Sürdürülebilir gelişmenin ilkeleri**

1991’de “Doğanın Korunması İçin Uluslararası Birlik”, “BM Çevre Programı” ve “Doğa İçin Dünya Çapında Kaynak” kuruluşları tarafından düzenlenen “Yeryüzünü Önemsemek: Sürdürülebilir Yaşam İçin Bir Strateji” raporunda sürdürülebilir gelişme kavramı, “*Bireyin yaşam standardının, bağlı bulunduğu ekosistemin taşıma kapasitesinin sınırları içerisinde kalmak şartıyla artırılması*” şeklinde tanımlanmıştır (IUCN, UNEP ve WWF, 1991; Sev, 2009). Burada, Sürdürülebilir Gelişme Stratejilerinin temeli sayılabilecek 9 ilke açıklanmıştır:

**Toplum Yaşamı İçin Özen ve Saygı Gösterilmesi İlkesi:** Yeryüzü üzerinde yaşayan bütün insan ve bütün yaşam şekillerinin, günümüzde ve gelecekte korunması, sahip olduğu tüm değerlere özen ve saygıda bulunulması sürdürülebilir bir hayatın temelini oluşturmaktadır. Yenilenebilir ve doğal kaynak kullanımının, doğal çevrenin korunmasının, günümüzdeki ve gelecekteki nesilleri ayırt etmeden, toplumun tüm kesimince göz önünde bulundurulması gerekli olan bir sorumluluk olduğunu belirten etik bir ilkedir.

**İnsan Hayatının Kalitesinin Yükseltilmesi İlkesi:** Sürdürülebilir gelişmenin bir amacı da insan yaşamının kalitesinin yükseltilmesidir. Sürdürülebilir gelişme için insan yaşamının kalitesinin artırılması, bütün bireyler için sağlıklı bir hayat sağlanması, iyi bir eğitim alınması, standart bir hayat biçiminin sağlanması amacıyla kaynaklara kolayca erişme, siyasi özgürlük, birey hak ve özgürlüklerinin güvence altına alınması vb. ana hakların korunumuna dair ilkelere.

**Yeryüzünün Çeşitliliğinin ve Canlılığının Korunumu İlkesi:** Çoğu canlı çeşidini içinde bulunduran dünyanın, çeşitliliğinin ve işlevlerinin korunumu sürdürülebilir gelişmenin ana ilkelerinden birini oluşturmaktadır. Bunun yapılabilmesi için canlı türlerinin çeşitliliğinin korunumu, dünyanın yaşam destek sistemlerinin korunumu, yenilenebilir doğal kaynakların sürekliliğinin güvence altına alınımı olmak üzere üç ana hedef belirlenmiştir.



**Yenilenemeyen Kaynak Tüketiminin Azaltılması İlkesi:** Maden, kömür, doğal gaz ve petrol vb. yenilenemeyen doğal kaynakların sürdürülebilirliği ve gelecek kuşakların yaşamını tehlike altına sokmamak için bu kaynakların tüketimini azaltmak, geri dönüştürmek, belli ürünlerde yenilenebilir ya da alternatif kaynaklardan yararlanmak gibi yöntemler gerekmektedir.

**Yeryüzünün Taşıma Kapasitesi Sınırları İçerisinde Kalınması İlkesi:** Yeryüzünde bulunan ekosistemlerin belirli bir taşıma kapasitesi olmakta birlikte bu kapasite, biyosferin ve ekosistemlerin onarılamayacak seviyede zarar görmesini önleyecek sınırları tespit etmektedir. Taşıma kapasitesi yeryüzü üzerinde bölge bölge değişmektedir. Bununla beraber üzerinde oluşacak etkiler, bölgede yaşayan her bireyin su, yiyecek gibi hammaddeyi ve enerjiyi ne miktarda tükettiğine ve tükettiklerinin sonucunda ne miktarda atık madde oluşturduğuna ve insan nüfusuna bağlı olmaktadır.

**Kişisel Uygulama ve Davranışların Değiştirilmesi İlkesi:** Bireylerin sürdürülebilir bir hayat biçimi oluşturabilmek amacıyla benimsedikleri davranış alışkanlıklarını, değerleri yeniden kontrol etmeli ve var olan davranışlarını değiştirmesi gerekmektedir. Toplumların sürdürülebilir bir hayat stiliyle uyumlu olmayan girişimleri desteklememesi gerekmektedir. Bu konuda kişilerin eğitilmesi büyük ölçüde önem taşımaktadır.

**Toplumların Kendi Çevrelerine Özen Göstermelerinin Sağlanması İlkesi:** Yerel gruplar ve toplumsal kuruluşlar, insanları sürdürülebilirlik hakkında bilgilendirebilecek ve bu konuya dikkat çekebilecek en etkili araçları oluşturmaktadır. Bu kuruluş ve kurumların çabaları ve gösterdikleri yolla bireyler sürdürülebilir toplumlar oluşturmak amacıyla organize olabilmekte ve harekete geçebilmektedirler. Ancak, bu tür topluluklarda belli bir bilgi birikimi, güç ve otorite olması gerekmektedir. Sürdürülebilirliği topluma benimsetmek ve yaymak için toplumda görev alacak bireyler, hitap ettikleri kesimlerin yoksul veya zengin, köylü veya kentli olduğunu göz ardı etmeli ve toplumda etkin bir güç olarak bulunmalıdır.

**Kalkınma İle Koruma Arasındaki Entegrasyonun Sağlanması İçin Ulusal Bir Çerçeve Oluşturulması İlkesi:** Rasyonel bir biçimde gelişmek isteyen bütün toplumların sürdürülebilir gelişme hakkında faydalanabilecekleri bir

dayanışma ve bilgi platformuna, kurumsal yapılaşmalara, yönetmelik ve kanunlara ihtiyaçları bulunmaktadır. Sürdürülebilirliğin toplum tarafından kabul edilmesi için oluşturulacak ulusal bir platform, sorunların tespit edilmesi ve meydana gelmeden önce engellenebilmesi bakımından fayda sağlayacaktır.

**Sürdürülebilirliğin Küresel Ölçekte Uygulanmasına Yönelik Dünya Anlaşması Oluşturulması İlkesi:** Eğer küresel ölçekte bir sürdürülebilirlik oluşturmak isteniyorsa bütün ulusların yer aldığı, istikrar sahibi bir ittifak oluşturulması gerekmektedir. Dünyada milletlerin kalkınma düzeylerinin eşit olmamasından dolayı gelir seviyesi düşük ve gelişmekte olan ülkelerde sürdürülebilir bir kalkınmanın olabilmesi için kaynak akışının sağlanması, borçlarının azaltılması, çevrelerinin korunması ve ticari bakımdan desteklenmeleri gerekmektedir. Bunun gerçekleşebilmesi için de uluslararası kurum ve kuruluşların tekrar güçlendirilmesi ve yapılandırılmasıyla birlikte uluslararası yapılan anlaşmaların bağlayıcılık düzeylerinin yükseltilmesi gerekmektedir.

Sürdürülebilirlik doğrultusunda sürdürülebilir gelişmenin üç bileşeni sosyo-kültürel, ekonomik ve çevresel boyutlarına yönelik olarak belirlenmiş ilkeler **Tablo 2.2'** de gösterilmiştir (Hoşkara, 2007; Du Plesis, 1998).

**Tablo 2.2.** Sürdürülebilir Gelişme İlkeleri

Sürdürülebilir Gelişmenin İlkeleri	
Sosyo-kültürel	<ul style="list-style-type: none"><li>- İnsan yaşam kalitesinde gelişime izin verilmesi</li><li>-Halklar arasında sosyal adaletin desteklenmesi</li><li>-Kültürel ve sosyal bütünlüğün hesaba katılması</li><li>-Kendine güven ve hür iradenin yükseltilmesi</li><li>-Bireyselden uluslararasına kadar bütün seviyelerde karar almada işbirliğinin ve katılımın cesaretlenmesi</li><li>-Halkın yetkilendirilmesi ve kapasite artırımı için fırsatlar sağlanması.</li></ul>
Ekonomik	<ul style="list-style-type: none"><li>-Uluslar ve nesiller arası eşitliğin teşvik edilmesi</li><li>-Eşit olmayan değiş-tokuştan kaçınılması</li><li>-Bir grubu zenginleştirmek için bir diğer grubun yoksullaştırılmaması</li><li>-Gerçek maliyet fiyatlandırılmasının sağlanması</li><li>-Etik olan tedarik ve yatırım politikalarının teşvik edilmesi</li><li>-Maliyet ve yararların eşit dağıtımının desteklenmesi</li><li>-Yerel ekonomilerin desteklenmesi</li></ul>
Çevresel	<ul style="list-style-type: none"><li>-Yeryüzünün canlılığının ve çeşitliliğin korunması</li><li>-Yaşam destek sistemlerinin korunması</li><li>-Yenilenebilir kaynakların sürdürülebilir kullanımı</li><li>-Yenilenemeyen kaynakların kullanımının en aza indirgenmesi</li><li>-Çevreye ve bütün yaşayan canlıların sağlığına verilen zararın ve kirliliğin en aza indirgenmesi</li><li>-Kültürel ve tarihi çevrenin korunması</li></ul>

**Kaynak:** (Hoşkara, 2007)

Sürdürülebilir gelişme için belirlenen ilkeler, değişik yaklaşımlar sonucunda oluşmuş ve köküne inildiğinde, çevreyi koruyarak, içerisinde sosyal ve ekonomik gelişmenin sağlanması amacını barındıran bu ilkeler doğrultusunda, sosyal, ekonomik ve çevresel yönlerden gelişmeyi ve kalkınmayı sağlamak için karar alma sürecine yardım edebilecek sürdürülebilirlik göstergeleri oluşturulmuştur. Bu göstergeler **Tablo 2.3'** de gösterilmiştir.

**Tablo 2.3.** Sürdürülebilir Gelişme İçin Öncelikli Hedefler

SOSYO-KÜLTÜREL	ÇEVRESEL
Eğitim	İçme Suyu / Yer altı Suyu
İstihdam	Tarım / Güvenli Besin İhtiyacı
Sağlık / İçme Suyu	Kent
Barınma	Kıyı Alanları
Yaşam Kalitesi	Deniz Ortamı
Kültürel Miras	Balıkçılık
Yoksulluk / Gelir Dağılımı	Biyoçeşitlilik
Suç	Sürdürülebilir Orman Yönetimi
Nüfus	Hava Kirliliği / Ozon Tabakasının Bozulması
Sosyal ve Etnik Değerler	Küresel İklim Değişikliği / Deniz Seviyesi
Kadınların Rolü	Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanılması
Kaynaklara Erişilebilirlik	Sürdürülebilir Turizm
Toplumsal Yapı	Taşıma Kapasitesi Kontrolü
Eşitlik / Sosyal Ayrım	Arazi Kullanımının Değişmesi
KURUMSAL	EKONOMİK
Bütüncül Karar Verme	Ekonomik Bağımlılık
Kapasite Yapısı	Enerji
Bilim ve Teknoloji	Tüketim ve Üretim Alışkanlıkları
Toplumsal Farkındalık / Bilgilendirme	Atık Yönetimi
Uluslararası İşbirliği	Ulaşım
Yönetimin / Sivil Toplumun Rolü	Madencilik
Kurumsal ve Yasal Çerçeve	Ekonomik Yapı ve Kalkınma
Afet Hazırlığı	Ticaret
Halkın Katılımı	Üretim

**Kaynak:** (UNEP, 2001)

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu (UNCSD) tarafından oluşturulan Sürdürülebilir Gelişme göstergelerine göre yukarıdaki tabloda belirtilen sürdürülebilir gelişme hedefleri doğrultusunda sosyo-kültürel, ekonomik, çevresel ve kurumsal alanda tüm ülkeler için önerilen ve önceliği bulunan konu başlıklarını oluşturmaktadır. Sürdürülebilir gelişmeyi ve kalkınmayı gerçekleştirebilmek amacıyla yol gösterici olabilecek sosyo-kültürel, ekonomik, kurumsal ve çevresel alanlarda düzenlenmiş bu göstergeler, **Tablo 2.4, 2.5, 2.6 ve 2.7'** da verilmektedir.

**Tablo 2.4.** Sürdürülebilir Gelişme İçin Belirlenen Sosyo-kültürel Göstergeler

SOSYO-KÜLTÜREL GÖSTERGELER		
Tema	Alt Tema	Göstergeler
Eşitlik	Yoksulluk	Yoksulluk Sınırı Altında Yaşayan Nüfus Yüzdesi Gini Gelir Eşitsizliği Endeksi
	Cinsiyet Eşitliği	İşsizlik Oranı
Sağlık	Beslenme Durumu	Çocukların Beslenme Durumu
	Ölüm Oranı	Beş Yaş Altı Ölüm Oranı
		Doğumda Yaşam Umudu
	Sağlık Önlemleri	Kirli Su Hizmeti Alan Nüfus Yüzdesi
	İçme Suyu	Temiz İçme Suyuna Erişebilen Nüfus Oranı
	Sağlık Hizmetleri	Temel Sağlık Hizmetine Erişebilen Nüfus Oranı
Bulaşıcı Hastalıklara Karşı Çocukların Aşılması		
Doğum Kontrol Yöntemlerinin Yaygınlık Oranı		
Eğitim	Eğitim Düzeyi	İlkokul Mezunu Çocuk Sayısı
		Lise Mezunu Çocuk Sayısı
Barınma	Okuryazarlık	Yetişkin Okuryazar Yüzdesi
	Yaşam Koşulları	Kişi Başına Düşen Yaşama Alanı
Güvenlik	Suç	100.000 Nüfusta Kişi Başına Kayıtlı Suç Yüzdesi
Nüfus	Nüfus Değişimi	Nüfus Artış Oranı
		Kentin Resmi ve Gayri Resmi Yerleşim Yerlerindeki Nüfus

**Kaynak:** (UN, 2001)

**Tablo 2.5.** Sürdürülebilir Gelişme İçin Belirlenen Ekonomik Göstergeler

EKONOMİK GÖSTERGELER		
Tema	Alt Tema	Göstergeler
Ekonomik Yapı	Ekonomik Performans	Kişi Başına Düşen Gayri Sayfı Milli Hasıla ( GSMH )
		GSMH' da Yatırım Oranı
	Ticaret	Ticari Mal ve Hizmetlerin Dengesi
	Finansal Statü	Borçların GSMH'ya Oranı Alınan Dış Yatırımların GSMH' daki Oranı
Tüketim ve Üretim Alışkanlıkları	Malzeme Tüketimi	Tarım Kimyasallarının Kullanımı
	Enerji Kullanımı	Malzeme Kullanım Yoğunluğu
		Kişi Başına Düşen Yıllık Enerji Tüketimi
		Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanım Oranı
	Atık Üretimi ve Yönetimi	Sanayi ve Belediyelerin Katı Atık Üretimi
Tehlikeli Atık Üretimi		
Radyoaktif Atıkların Üretimi Atıkların Geri dönüşümü ve Yeniden Kullanımı		
Ulaşım	Ulaştırma Şekline Bağlı Seyahat Mesafesi Yüzdesi	

**Kaynak:** (UN, 2001)

**Tablo 2.6.** Sürdürülebilir Gelişme İçin Belirlenen Kurumsal Göstergeler

KURUMSAL GÖSTERGELER		
Tema	Alt Tema	Göstergeler
Kurumsal Çerçeve	Stratejik Sürdürülebilir Kalkınma Uygulamaları	Ulusal Sürdürülebilir Gelişme Stratejisi
	Uluslararası İşbirliği	İmzalanan Küresel Anlaşmaların Uygulanması
Kurumsal Kapasite	Bilgiye Erişim	1000 Kişi Başına Düşen İnternet Kullanıcısı Sayısı
	İletişim Altyapısı	1000 Kişi Başına Düşen Telefon Hattı Sayısı
	Bilim ve Teknoloji	Araştırma Geliştirme(ARGE)' nin GSMS' daki Oranı
	Doğal Afetlere Hazırlık	Doğal Afetler Sebebiyle Ekonomik ve İnsan Kayıpları

**Kaynak:** (UN, 2001)

**Tablo 2.7.** Sürdürülebilir Gelişme İçin Belirlenen Çevresel Göstergeler

ÇEVRESEL GÖSTERGELER		
Tema	Alt Tema	Göstergeler
Atmosfer	İklim değişikliği	Sera Gazı Emisyonları
	Ozon tabakasının bozulması	Ozon Tabakasına Zarar Veren Maddelerin Tüketimi
Toprak	Hava kalitesi	Şehirlerde Hava Kirliliğinin Yoğunlaşması
	Tarım	Ekilebilir ve Devamlı Hasat Veren Arazi
		Gübre Kullanımı
		Tarım Kimyasallarının Kullanımı
	Ormanlar	Toplam Alandaki Orman Alanı Yüzdesi
		Ağaç Kesme Yoğunluğu
Okyanus, Denizler ve Kıyılar	Çölleşme	Çölleşmeden Etkilenen Alanlar
	Şehirleşme	Resmi ve Gayri Resmi Şehir Yerleşimlerinin Alanları
	Kıyı Bölgeleri	Kıyı Sularındaki Alglerin Yoğunluk Miktarı
Temiz Su	Balıkçılık	Kıyı Bölgelerinde Yaşayan Nüfusun Oranı
	Su Miktarı	Nüfus Artış Oranı
Biyolojik Çeşitlilik	Su Kalitesi	Yeraltı Sularının Yıllık Kullanım Oranı
	Ekosistem	Sudaki Organik Materyal Yoğunluğu
		Önemli Ekosistemleri Alanı
	Türler	Koruma Alanlarının Toplam Alandaki Yüzdesi
		Seçilmiş Türlerin Varlığı

**Kaynak:** (UN, 2001)

Yukarıda belirtilen tüm bu göstergeler ve açıklamalar doğrultusunda, sürdürülebilir gelişmeyi en basit şekilde özetlemek gerekirse, sürdürülebilir kalkınma/gelişme, sosyo-kültürel, ekonomik, çevresel/ekolojik, mekânsal ve kurumsal boyutları ile, küresel, bölgesel, ülkesel, yerel ölçekte, yeni bir yaklaşım ile, sosyal, ekonomik, teknolojik, siyasal ve uluslararası düzeyde sistemlerin oluşturulmasını sağlamak üzere, disiplinler arası çalışmalar için bir potansiyel ve kalitatif yönde bir değişim için olanaklar sunan, davranışların ve yaşam stillerinin

değişimi ile sosyo-kültürel ve teknolojik dönüşümü gerektiren gelişme süreçleri için de bir kavramsal çerçeve olmaktadır (Tüzin, 1999). Sürdürülebilirliğin ve sürdürülebilir gelişmenin temel ilkesi ise “koruyarak geliştirme” (çevreyi koruyarak, ekonomik ve sosyo-kültürel gelişme sağlama) ve bu bağlamda “her alanda verimlilik” olarak ele alınabilir. Bu da “az girdi, çok ve kaliteli ürün, az atık” anlamına gelmektedir (Hoşkara, 2007).

### **2.1.5. Yapı sektörünün sürdürülebilir gelişmeye etkileri**

İnsanoğlunun çevre üzerinde etkisi bulunan çoğu faaliyetlerinin, arka planda bir şekilde yapı sektörü ile ilişkisi bulunmaktadır. Bu faaliyetlerin etkisi, yapı sektöründeki uygulamalarda yapılan farklılıklar ve değişikliklerle azaltılabilmektedir. Yapı sektörünün en belirgin ya da başka bir deyişle en ölçülebilir etkisi çevreye yapmış olduğu etki olmakla birlikte, sosyo-ekonomik etkileri de önemli derecede olumsuzluklara sebep olabileceğinden göz ardı edilmemelidir (CIB ve UNEP-IETC, 2002).

Dünya İzleme Enstitüsü ( World Watch Institute ), Yapı ve İnşaatta Uluslararası Araştırma ve Yenilikçilik Konseyi ( International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB) ) gibi kurum ve kuruluşlar tarafından yapılan çalışmalarda ve yayımlanan raporlarda, yapı sektörünün çevreye çok sayıda olumsuz etkisinin olduğu belirtilmekle birlikte, buna rağmen sosyal ve ekonomik gelişme yönünde de çok önemli katkılar sağlayabilecek bir potansiyele sahip olduğunun da altı çizilmektedir. Bütün bu etkilere bakıldığında yapı sektörünün çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerinden bahsedilmesi gereği ortaya çıkmıştır (Şenel, 2010).

2002 yılında CIB tarafından hazırlanan raporda yapı sektörünün çevresel etkileri detaylı bir şekilde ele alınmakta, gelişmiş ülkelere kıyasla gelişmekte olan ülkelerde yapı sektörünün çevre üzerine olan etkisinin sosyal ve ekonomik etkisinden daha fazla olduğu belirtilmektedir. Bunun sebebi ise, gelişmekte olan ülkelerin içinde bulunduğu endüstrileşme ve gelişim sürecinin bu ülkelerde diğerlerine kıyasla daha az gelişmiş olmasına bağlanmaktadır. Bu sebep doğrultusunda ise yapı sektörünün bu ülkelerde çevre yaşamını daha fazla etkilediği belirtilmektedir (CIB ve UNEP-IETC, 2002).



Yapı sektörü, fiziksel çevreye doğal kaynak kullanımı ile önemli müdahalede bulunmaktadır. Hızlı bir şekilde artan küresel nüfus ve bunun beraberinde doğal kaynaklara olan artan talebi göz önünde bulunduracak olursak, yapı sektörünün çevre üzerindeki etkisinin ne denli büyük olduğu anlaşılacaktır. Bu durum özellikle, kaynağa çok fazla gereksinim duyan altyapı ve konut yapımında geçerli olmaktadır. Yapı sektöründeki küresel kaynaklara yönelik talebin yoğun olması, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesine yönelik bu sektörün önemini açıkça ortaya koymaktadır (Şenel, 2010).

Yapı sektörü çevreye birçok önemli etkide bulunmaktadır. Çevre üzerine olan bu önemli etkilerinden birisi de çevrede oluşan atıklardır. Yapım ve yıkım faaliyetleri sonucunda oluşan atıkların büyük bir bölümü yasadışı bir biçimde nehir yataklarına, barajlara dökülmekte veya gömülmekte, bu da doğal kaynakların giderek zarar görmesine sebep olmaktadır. Malzeme tüketiminin yüksek miktarda olması hem zararlı gazların salınmasına ve gereğinden fazla enerji tüketimine hem de atık oluşumunun çok büyük miktarda olmasına sebep olacaktır. Ayrıca yapım süreci içinde oluşan katı ve sıvı atıklar ile gaz emisyonlarının ve doğal kaynakların kullanılmasının çevreye olan olumsuz etkisi çok fazla sayıdadır. Bu olumsuz etkileri özetlemek gerekirse; yenilenemeyen doğal kaynakların tüketimi, biyolojik çeşitliliğin tehdit edilmesi, tarım alanlarının kaybı, ormanların azalması, hava, su ve toprak kirliliği, doğal yeşil alanların yok edilmesi ve küresel ısınma olarak özetlenebilir.

CIB (2002) raporuna göre, yapı sektörünün ekonomiye olan etkileri; yapı sektörü yapısı, davranışı ve performansı ile ekonomik sürdürülebilirliği artırabilecek bir potansiyele sahiptir. Ancak gelişmekte olan ülkelerde yapı sektörünün çoğunlukla ithal yapı malzemeleri ve yapı elemanlarına bağlı olması, küreselleşme sonucunda ulusal firmaların uluslararası firmalarla rekabet edememesi, bu sebeplerle finansal kararların ülke içinde tutulamaması gibi problemler ekonomik sürdürülebilirliğin gerçekleşmesinde engel olarak görülmektedir. Ekonomik bakımdan etkin olan bir yapım sektörü, atıkları azaltan ve kaynakların etkin şekilde kullanımını destekleyen maliyeti en az düzeye indirgeyen yöntemleri sağlayarak çevresel sürdürülebilirliği de geliştirdiği için aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği de desteklemektedir (CIB ve UNEP-IETC, 2002).

Özetle, Yapı sektörü, sunduğu hizmetler ve gerçekleştirdiği üretimle büyük öneme sahip bir ekonomik faaliyet alanı oluşturmaktadır. Yapı sektörünün kendi içinde olan üretimini ve hizmetlerini artırarak büyümesi ile ülke çapındaki ekonominin büyüme hızı da artmaktadır. Ayrıca diğer sektörlerle olan ilişkileri ve sağladığı istihdam potansiyeli nedeniyle yapı sektörü için ülkelerde Gayri Safi Milli Hasılanın (GSMH) önemli bir kısmını oluşturarak ekonomi için etkin bir güç olmaktadır.

CIB (2002) raporundaki verilere göre yapı sektörünün sosyal yapıya olan etkileri; yapı sektörü 111 milyon çalışanı ile dünyadaki en büyük sektörel işverene sahip bir sektördür. Gelişmekte olan ülkelerde ise bu oran gelişmiş ülkelere kıyasla daha fazla olmaktadır. Yapı sektörü sağladığı iş olanakları, düşük gelir seviyesine sahip kişilerin yaşam kalitelerinin iyileştirilmesi ve insani gelişme bakımından önemli bir rol oynayabilir. Yapı sektörü yapım aktivitelerinin emek-yoğun yapısına sahip olduğu için yüksek istihdam sağlamakta ve yoksulluğun önlenmesi bakımından önemli fırsatlar sunmaktadır. Aynı zamanda çalışanların sahip olduğu ya da olamadığı sigorta, iş güvencesi, adaletli bir gelir ve can güvenliği gibi konularda da önemli sosyal etkiler oluşturmaktadır. Böylece yapım süreci aracılığıyla sosyo-kültürel sürdürülebilirliğin geliştirilmesi mümkün olmaktadır (CIB ve UNEP-IETC, 2002).

Yapı sektörü ürünü olan yapılardan kaynaklanan bu tür çevresel sorunlara kalıcı çözümler üretilmesi amacı ve gerekliliğinden dolayı, sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir gelişme kavramlarının uygulanabilmesi bakımından büyük bir öneme sahip olan “**Sürdürülebilir Mimarlık/Mimari**” kavramı ortaya çıkmıştır.

**Tablo 2.8.** Yapı Sektörünün Çevresel, Ekonomik ve Sosyal Etkileri

Çevresel Etkiler	Sosyal Etkiler	Ekonomik Etkiler
<ul style="list-style-type: none"><li>•Malzeme tüketiminde toplam küresel temiz suyun 1/6'sı tüketilmekte, toplam küresel enerjinin %30-40'ı kullanılmakta,</li><li>•Toplam atık oluşumunun %30'u yapı sektöründen kaynaklanmakta,</li><li>•Toplam sera gazı emisyonlarının %20-30 arası yapı sektöründen kaynaklanmakta,</li><li>•Hammaddelerin işlenmesi ve ürünün üretilmesi sırasında büyük çevresel kirlilik de oluşmakta,</li><li>•Yeşil alanlar yok edilmekte ve tarım alanlarına da zarar verilmekte,</li><li>•Malzeme üretiminde, yüksek enerji tüketimi, ham maddelerin işlenmesi ve ürünlerin üretilmesi yüzünden oluşan çevresel kirlilik, zehirli gazlar ve sıvı atıklar deniz, göller ve ırmaklardaki yaşamı çok kötü etkilediği gibi hava kirliliğine de sebep olmaktadır,</li><li>•Atıkların yakılmasıyla havaya yayılan sera gazı emisyonları ve hava kirliliği, inşaat ve yıkım atıkları, su kanallarının kirlenmesi, dolgu arazilerinin doldurulması, hava ve toz kirliliği, fazla enerji tüketimi, toprağın değerini yitirmesine ve orman arazilerinin yok edilmesine sebep olur.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Ekonomide lokomotif güç,</li><li>•Kendi içinde büyümesi ülke ekonomisindeki büyüme hızını da etkilemekte,</li><li>•Gayri Safi Milli Hasılann (GSYH) önemli bir kısmını oluşturmaktadır,</li><li>•Ekonomik sürdürülebilirliği artırmak için bir potansiyeldir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Emek-yoğun doğasından dolayı yüksek istihdam oranı sağlar,</li><li>•Yarattığı iş olanakları fakirlerin yaşam kalitelerinin iyileştirilmesi ve insan gelişimi açısından önemli bir rol oynayabilir,</li><li>•Çalışanlara yapılan haksız muamele, •Çalışma sigortası ve iş güvencesinde eksiklik,</li><li>•Cinsler arasında ayrımcılık veya eşitlik,</li><li>•Can güvenliliği,</li><li>•Yoksulluğa etkileri,</li><li>•Sağlıklı ve kaliteli yaşam çevresi</li><li>•Sosyal adalet</li></ul>

**Kaynak:** (Hoşkara, 2007)

Yapı sektörünün çevresel, ekonomik ve sosyal etkileri **Tablo 2.8'** de özetle ifade edilmiştir. Bu tablodan açık bir şekilde görüleceği gibi yapı sektörünün çevreye çok sayıda olumsuz etki eğilimi bulunmaktadır. Ancak bununla birlikte, ekonomik ve

sosyal gelişme doğrultusunda çok önemli katkılar sağlayabilecek bir potansiyele de sahiptir.

#### **2.1.6. “Sürdürülebilir mimarlık/mimari” kavramı**

Yapı ve mimarlık sektörünün çevreye olan müdahaleleri sonucu kaynakların büyük bir kısmının tükenmesi ve yapı üretiminin daha ilk aşamalarında yapı alanlarına yapılan müdahalelerin çevrenin ekolojik dengesini bozması sonucu bu tür problemlere kalıcı çözümler üretmek amacıyla ortaya çıkan “Sürdürülebilir Mimarlık/Mimari” dar anlamda ele alındığında doğal kaynakların ve ekolojik dengenin sorumlu kullanımı tanımını içinde barındıran ekolojik mimarlık olarak, geniş anlamda ele alındığında ise insan-insan ve insan-çevre arasındaki ilişki uyumunu en üst seviyeye çıkarmayı amaçlayan; sosyal, kültürel, ekonomik, çevresel ve teknolojik boyutta sürdürülebilirlik kavramlarının birleşmesinden oluşan yeni bir kavram ve anlayış olarak açıklanabilir. Aynı zamanda “Sürdürülebilir Mimarlık/Mimari” kavramı mimarlık alanında sürdürülebilir tasarım, ekolojik mimarlık ve yeşil mimarlık gibi çeşitli tanımlarla da tarif edilmektedir. Bu bağlamda sürdürülebilir mimarlık, mimari ya da tasarıma yönelik farklı yaklaşımlar ve tanımlamalar getirilmiştir.

Sev’e (2009) göre, sürdürülebilir mimarlık, varlığının tüm döneminde ve içinde bulunduğu koşullarda gelecek kuşakları da dikkate alarak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına öncelik veren, malzemeyi, suyu, enerjiyi ve bulunduğu alanı verimli şekilde kullanan, çevreye duyarlı, insanların konfor ve sağlığını koruyan binalar ortaya koyma eylemlerinin tümü olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir ifadeyle insanların mekân ihtiyaçlarını, doğal sistemlerin geleceğini ve varlığını tehlikeye altına sokmadan yerine getirmeyi hedefleyen mimari tasarım ve uygulamalardır (Sev, 2009).

Arsan (2008) ise, sürdürülebilir mimariyi, küresel çevre sorunları ve gelişme problemlerine çözüm olarak desteklenen, bütüncül, stratejik ve planlı bir yapılaşma şekli olarak tanımlamaktadır. Ayrıca, sürdürülebilir mimari tasarımlar morfolojik özellikleriyle olduğu kadar, yörenin toplumsal, kültürel ve ekonomik altyapısına bulunduğu katkıyla da çevreye duyarlı bir mimari pratik öngörmektedir (Arsan, 2008).

Karlı'ya (2008) göre, sürdürülebilir mimari, doğal çevreyle bağlantılı olma olgusu ışığında tanımlandığında, çevresindeki iklim koşullarına, doğaya, kültüre ve topluma uyum gösteren, üretimi ve kullanım aşamalarında en az düzeyde enerji tüketen, tarihsel devamlılık sağlayan, bölgesel olarak elde edilerek kullanım sonrasında da geri dönüşebilen malzemeler kullanan ve ekosistem içinde bir döngüyü önerebilen mimarlık yaklaşımı şeklinde tanımlanmaktadır (Karlı, 2008; Şenel, 2010).

Gür (2007) ise sürdürülebilir mimariyi; içinde bulunduğu şartlarda ve varlığının tüm döneminde çevreye duyarlı, çevreye ve doğaya minimum zarar veren, enerjiyi, suyu, malzemeyi ve bulunduğu alanı etkin şekilde kullanan yapılar ortaya koyma eylemlerinin tümü olarak tanımlamaktadır (Gür, 2007).

Tüm bu tanımlamalardan hareketle var olma süreci içerisinde yerin bilgisinden hareket eden sürdürülebilir mimarlık, yaşam süreci içerisinde bir yandan çevresel teknolojinin, yani ekoteknolojinin, bilgisine ihtiyaç duyarken diğer yandan kendi teknik bilgisini üretmektedir. Bu bağlamda sürdürülebilir mimariyi açıklama ve anlamlandırma şekilleri, kompleks bir ilişkiler ağı içinde algılanabilir. Sürdürülebilir mimariyi küresel ve yerel tartışmalar bağlamında ele alacak olursak, kültürel ve estetik değerlerin yanında, hem bilimsel gelişmelerin ışığında yeni bilgi teknolojileri ve ekolojik sistem tasarımlarını hem de yerel ve iklimsel değerlerin ifadesini içermektedir. Yerel ve iklimsel değerlerin ifadesi bakımından değerlendirecek olursak, yenilenemeyen kaynakların tükenmesi durumunda, ekolojik bir yaşam alanı yaratması ve doğal çevrede bulunan elemanların birbirleri ile olan ilişkisini yöneten bir mimarın var olması durumudur.

Sürdürülebilir mimarlık; yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımı, yerel malzemenin kullanımı, geri dönüşümlü malzeme kullanımı, su ve enerji korunumu, temiz su kaynaklarının korunması, etkin yapı alanı tasarımı, atık yönetimi ve atıkların azaltılması, sağlıklı iç mekân hava kalitesinin sağlanması, sağlık ve güvenlik risklerinin en aza indirilmesi, biyolojik çeşitliliğin korunması, zararlı ve tehlikeli maddelerden sakınılması gibi konuları kapsamaktadır. Mimarlık su, toprak, hava ve güneş olan doğal etki alanlarından yalıtılmış bir çevre yaratmaktadır. Doğada orijinal yerlerinde bulunan bu tür enerjilere konsept, planlama ve tasarım da büyük ölçüde önem vermektedir (Crowther, 1992; Kımillı, 2006).

Mimarlıkta sürdürülebilirlik ise; insan sağlığını dikkate alan bina tasarım ve faaliyetlerini ve ekolojik dengeye olan duyarlılığı vurgulayan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Ekolojik dengeye olan duyarlılık ile geri dönüşümü olan yapı malzemelerinin kullanımı, yüksek enerji tüketimine sebep olan yapıların daha az enerji tüketmesi, yenilenebilir ve doğal enerji kaynaklarından mümkün olduğunca fazla yararlanmak vb. gibi çözümler üretilmesi beklenmektedir.

Özçuhadar (2007), sürdürülebilirliğin etkisini, mimari tasarımı sürdürülebilirlik ilkeleriyle gerçekleştirdiğimizde kaynak kullanımı, çevre etkileri ve atıklar gibi konularda elde edilecek sayısız artının yanı sıra sürdürülebilir binaların çevre ile kullanıcılarını yakınlaştırıp toplumda çevreyle ilgili farkındalık yarattığını; binalar ve tüketim maddelerinin doğal kaynaklar ve atık konularıyla ilişkisine dikkat çektiğini belirtmekte, ayrıca doğal çevreye saygılı ve uyum içinde yaşayabileceğimizi anımsattığını ifade etmektedir (Özçuhadar, 2007).

Dünya Mimarlık Birliği genel kurulunda 1993 yılında alınan “Sürdürülebilir bir gelecek için bağımlılık kararları” bildirisinde sürdürülebilir mimarlığın amacı; sürdürülebilir yapı tasarımı ve üretiminde kaynak ve enerjinin daha etkin kullanımının gözetilmesi, sağlıklı, işlevsel ve dayanıklı yapılar ve yapı malzemelerinin üretimi, ekolojik ve toplumsal kriterlere uygun arazi kullanımı ve estetik duyarlılık şeklinde belirtilmektedir (Eryıldız, 2003). Ayrıca sürdürülebilir mimarlık binanın tasarım aşamasından kullanım aşamasına kadar olan süreçte insanın yaşam kalitesini yükseltme, bu süreçlerde oluşturulan yapay çevrede var olan etki alanlarını dikkate alarak yaşanabilirlik kapasitesini en yüksek seviyeye çıkarma amacı taşımaktadır. İnşa ve işletme sürecinde ise binaların çevre ile olan ilişkisini düzenlemektedir.

Shaviv (2001) ise sürdürülebilir mimarlığın amacını, çevresine duyarlı, çevre üzerinde en az olumsuz etkiye sahip, az enerji tüketen, konfor koşullarını optimum seviyede sağlayan, kullanıcılarına ise sağlıklı iç ortamlar sunan yapıların tasarlanması olarak tanımlamaktadır (Shaviv, 2001).

Ayrıca James Wines, Green Architecture isimli eserinde “sürdürülebilir mimarlık/mimari” nin üç temel amaçtan oluştuğunu belirtmektedir. Bunlar şu şekildedir;

- Doğayla işbirliği yaparak hayatta kalmayı geliştirmek,
- Bu amaçların bir parçası olarak ekolojik ilkelere göre yapı tasarlamak,
- Bu kadar çevresel suçun dehşeti altında gerçekten hayatta kalmayı hak edip etmediğimizi yeniden sorgulamak, derin felsefi çelişkileri açıklamak (Wines, 2000; Ekim, 2004).

Tüm bu belirtilen amaçlara ve özelliklere ek olarak sürdürülebilir bir mimari için doğal çevreyi koruma ve enerjinin etkin kullanımı öne çıkan önemli amaçları oluşturmaktadır. Güneş enerjisi, hidroelektrik enerji, rüzgâr enerjisi, biyokütle enerjisi, jeotermal enerjisi vb. yenilenebilir, alternatif ve doğal enerji kaynaklarının kullanımının artırılması ve fosil enerji kaynaklarının kullanımına olan bağımlılığın azaltılması ise mimaride sürdürülebilirliğin sağlanmasına ve sürekliliğine yönelik önemli ilkeleri oluşturmaktadır.

#### **2.1.7. “Sürdürülebilir mimari tasarım” kavramı**

Günümüzde çevresel aydınlanmanın bir kaynağı olan antik/eski ve hala varlığını devam ettiren geleneksel kültürlere olan dönüş zorunlu bir hale gelmeye başlamıştır. Sürdürülebilirlik kavramını mimari alanda anlamaya çalışırken, geleneksel ve antik toplumların yaşam tarzlarını ve doğaya ve doğal çevreye bağlı iklimlerle kurdukları ilişkiler tasarım yaparken örnek alınacak bir niteliğe sahip olmaktadır. Vernacular/yerel yapılar, düşük düzeyde teknoloji çözümleriyle çağdaş düzeyde barınaklar meydana getirmemizde katkıda bulunabilmektedir. Bu katkıların en önemlisi ise, tüm bu kültürlerin dünyayla olan ilişkimizi tekrar düşünmemize ve araştırmamıza temel oluşturmasıdır.

Yerel/vernacular mimari hem çevre ve yerleşimin evrensel düzeyde olan ilişkilerinin, hem de insanın mekân ile zaman arasındaki deneyiminden meydana gelen „doğal/tabii“ mimari tasarım sürecinin basit düzeyde ama mantıklı bir sistematliğini oluşturmaktadır. Bu sistem bölgesel ekosistem ile tümüyle uyumlu olan yapılar kurmakta ve ekonomisi ise hammadde ve enerji üzerine oluşmaktadır. Mimari formlar iyi tespit edilmiş gereksinimlerden meydana gelmektedir. Bundan dolayı yerel çevresel düzenlemelerle kaynaşmakta ve birlikte uyum içinde bulunmaktadır. Bu bağlamda sürdürülebilir mimari tasarıma yönelik farklı tanımlamalar getirilmiştir.

Yerel mimari ile ilgili olarak 1940'lerden beri bölgesel mimarinin formlarını ve yapım tekniklerini tasarımlarında kullanan Hassan Fathy, kendi mimarisini "Yoksullar İçin Mimarlık" olarak tanımlamaktadır. Hassan Fathy, tasarım çalışmalarında bölgesel gelenekler ve ekolojik yaklaşımlar arasında bir ilişki kurmaktadır. Yapının bölgesel kültür içerisinde gelişmesi gerektiğini öne süren mimar, yapının çevreye olan zararlı etkisini azaltma ve ısı konforunu geliştirme çabası içinde tasarımlar yapmıştır. Fathy'nin yalın bir biçimde oluşan mimarlığı aslında hemen kavranamayan ve birçok öğeden oluşan kompleks bir çabanın ürününden oluşmaktadır. Fathy, insanlığın var olduğundan itibaren yaşamını sürdürdüğü her ortamda kendi barınağını meydana getirecek gereç ve malzeme bulunduğunu tespit ederek, "Bir yerde inşa etmek yerine, bir yerden inşa etmeyi" ilke edinmektedir (Jones ve David, 1998).

Yeang (2001), sürdürülebilir tasarımı, ekolojik tasarım olarak tanımlamaktadır. Ekolojik tasarım ya da eko-tasarım ise, yapılı (yapay) çevreyi doğal çevreyle bütünleştirmek üzere tasarlamaktır. Tasarım, yapılı çevrenin bölgesel ölçekte biçimlendirilmesini; tasarlanan ürünün içerik, işlev ve işleyişinin belirlenmesini ve bütün yaşam döngüsü boyunca yapılı çevrenin gözlenmesini gerektirmektedir. Yapılı çevrenin üretim ve etkileşim yoluyla doğal çevre üzerinde yarattığı etkiler; girdiler ve çıktılar, taşıma vs. faaliyetlerle ilgili sorunlar çözümlenerek doğal çevreyle uyumlu, kusursuz ve simbiyotik bir bütünleşme sağlanmaktadır (Yeang, 2006). Yine Yeang'a (2001) göre, tasarım, yapım sistemlerinin tüm yaşam döngüleri ile biyosferdeki ekolojik sistemleri entegre edebilmesinden oluşmaktadır. Yapı malzemeleri ve enerji kullanımı, çevreye minimum etki yapacak şekilde kaynaktan yapıdaki en küçük ekipmana kadar ekolojik sistemlerle uyum içerisinde çalışmasını gerektirmektedir. Başarılı bir sürdürülebilir binanın, biyosferdeki doğal sistemlerle bütünleşmesi, sistemler üzerinde minimum yıkıcı etki, maksimum olumlu etki yaratması gerekmektedir (Kayıhan, 2006).

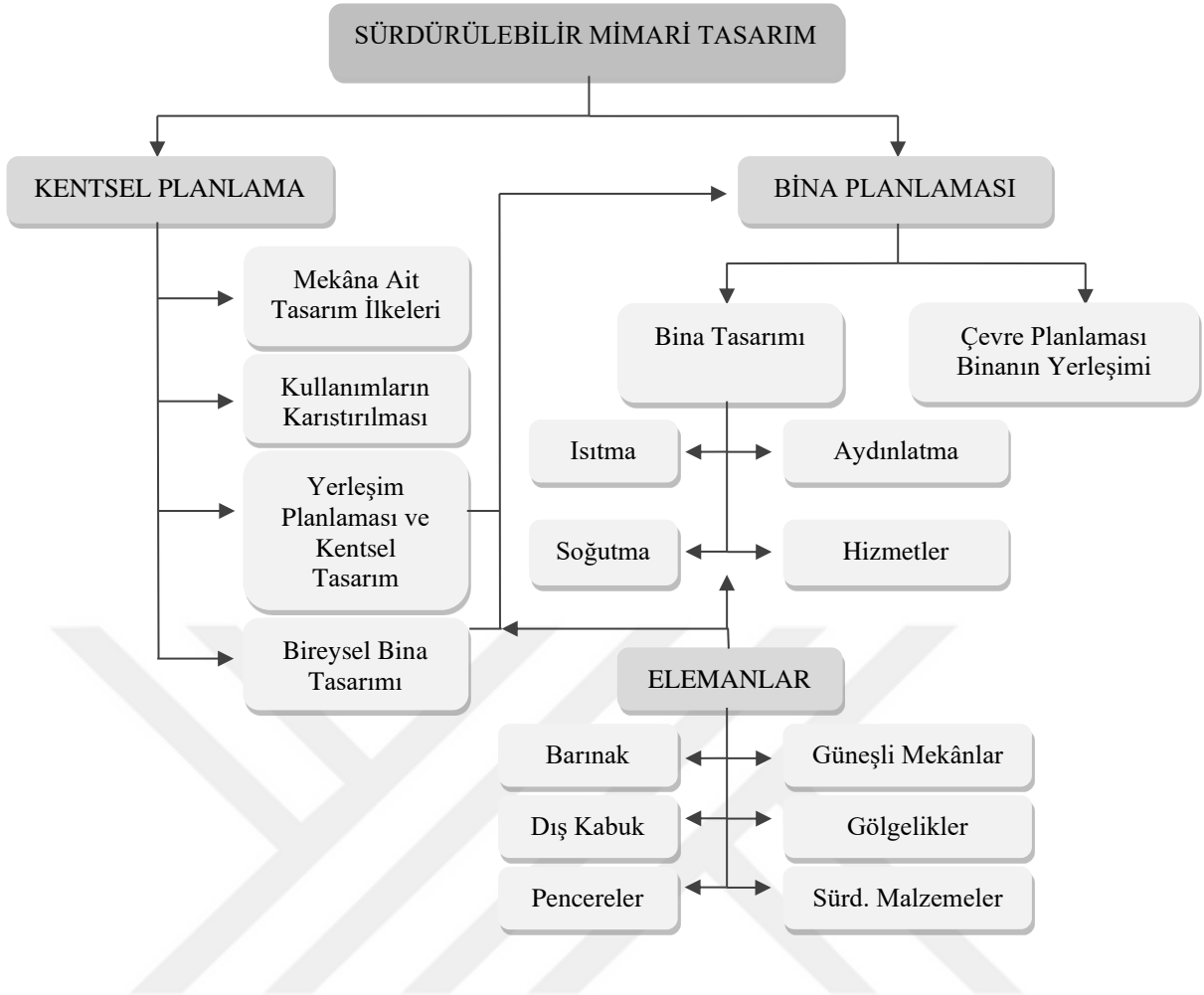
Foster'e (2001) göre ise sürdürülebilir tasarım "*en azla en çoğu gerçekleştirmek*" olarak tanımlanmakta ve şu şekilde devam etmektedir; enerjiyi korumak adına bol atık üreten mekanik sistemlere bağımlı olmak yerine, yenilenemeyen ve küresel ısınmaya katkı sağlayan kirlilik üreten enerji kaynaklarının



kullanımını azaltan pasif mimarlığın ideal kullanımı ile ilgili olmaktadır. Sürdürülebilirlik iyi mimarlık demektir, mimarlığın kalitesi demektir, kullanılan malzemelerin kalitesinden çok fikirlerin ve düşünce biçimlerinin kalitesiyle ilgili olmaktadır. Uzun ömürlü olma, sürdürülebilirlik için önemli bir kriterdir. Uzun ömürlülük ve enerjinin tutumlu kullanımı kriterleri birlikte sağlandığında sürdürülebilirliğin daha da başarılı bir şekilde gerçekleştirilebileceği açıkça görülmektedir (Foster, 2001).

Mclennan (2004) ise sürdürülebilir tasarımı, doğal çevreye olan negatif etkileri minimize ederek veya eleyerek, yapılı çevrenin kalitesini maksimize etmeyi araştıran bir tasarım felsefesi olarak tanımlamaktadır (Mclennan, 2004; Tatar, 2013).

Ayrıca Hannover Prensiplerine bakıldığında birçok araştırmacının sürdürülebilir mimari tasarıma yönelik sistematize edilmiş kriterler geliştirdiği görülmektedir. Bu kriterler tarihsel gelişim süreci içinde sürdürülebilirliğin farklı boyutlardaki bileşenlerinden çevresel boyuttaki göstergelerine atıfta bulunmaktadır. Zaman içerisinde farklı araştırmacılar tarafından yapılan farklı yorumlarla sürdürülebilirliğin diğer boyuttaki bileşenlerine de değinildiği görülmektedir. Bu bağlamda Önal sürdürülebilir mimari tasarıma yönelik sistematize edilmiş modeli önermektedir (Önal, 2001).



**Şekil 2.4.** Sürdürülebilir Mimari Tasarıma Yönelik Bir Model Önerisi

**Kaynak:** (Önal, 2001)

Şekil 2.4'ten anlaşılacağı üzere, sürdürülebilir mimari tasarım iki ana başlıkta ele alınmaktadır. Birinci ana başlık kentsel planlama, ikincisi ise bina planlaması olarak kabul edilmektedir. Kentsel planlamanın dört alt başlıklarından biri olan yerleşim planlaması ve kentsel tasarım ve bireysel bina tasarımı ana başlıklardan biri olan bina planlamasıyla birleşerek, alt başlıklara ayrılmaktadır. Sürdürülebilir mimari tasarımda elemanlar ise ana başlıklardan biri olan bina planlamasının bir alt başlığı olan bina tasarımı ve yine ana başlıklardan biri olan kentsel planlama içinde bir alt başlık olan yerleşim planlaması ve kentsel tasarım ve bireysel bina tasarımına girdi katkısında bulunarak sürdürülebilir mimari tasarıma hizmet etmektedirler.

Ana başlık ve alt başlıkların oluşturulması için yapılan çalışmaların bir ileriki kademesinde değerlendirilebilen ölçütlerin oluşturulması için yapılan araştırmalar ise, sürdürülebilir mimari tasarımın farklı seviyelerdeki durumunu ortaya çıkarmaya yönelik çalışmaları kapsamaktadır.

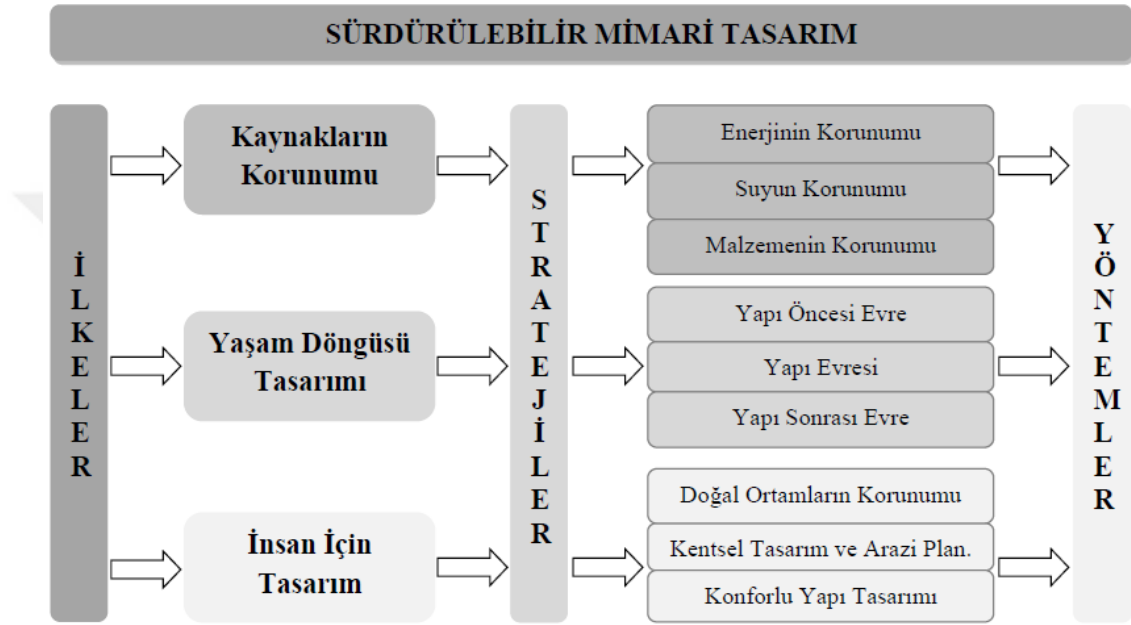
Tüm bu tanımlamalardan yola çıkarak sürdürülebilir mimari tasarımların morfolojik/dış görünüş özellikleriyle olduğu kadar, bölgenin sosyal, kültürel ve ekonomik altyapısına ait bulunduğu katkılarıyla da doğaya son derece duyarlı bir mimari öngördüğü anlaşılmaktadır.

### **2.1.8. Sürdürülebilir mimari tasarım ilkeleri**

Ülkeler ekonomik bakımdan gelişmekte ve günümüzde artan inşaat talebi nedeniyle de mimari tüketimleri artmaktadır. Bu sebeple ekonomik faaliyetler denildiğinde ilk akla gelenlerden biri de mimarlık olmaktadır. Bir ülkenin ekonomik bakımdan gelişmesi daha çok fabrika, alışveriş merkezi, ofis, konut vb. yapılara, yapı malzemesi, arsa, enerji vb. gibi diğer kaynaklara gereksinim duymasına sebep olmaktadır. Ekonomik gelirin artması evlerin daha büyük, yapı malzemelerinin daha pahalı olmasına, daha fazla ev aletlerine ve mobilyalara, mekânların termal konforunun daha iyi ve bahçelerin daha geniş alanlı olma isteğini artırmaktadır.

Bir yapı varlığını devam ettirdiği süre içerisinde, tüm dünyayı ve yakın çevresini birbiriyle ilişki içinde olan insan aktiviteleri ve değişmesine sebep olduğu doğal süreçlerle etkilemektedir. Bir yapı üretilirken üretimin daha ilk aşamalarında yapı alanına yapılan müdahaleler sonucu ekolojik karakteristikler değişmeye başlamaktadır. Bu durum geçici özellikte olsa bile, inşaat işinin kendisi ve inşaat personelinin ve makinelerinin kalabalığı bölgesel ekosistemi rahatsız etmektedir. İnşaatta kullanılan malzemelerin doğadan elde edilmesi ve üretilmesi de küresel ekosisteme geri dönülemez bir şekilde etki etmektedir. Yapı bir kez inşa edildikten sonra ne olursa olsun, küresel ekosistem üzerindeki zararlı etkileri uzun yıllar boyunca devam etmektedir. Atmosfere enerjiyi ve suyu tüketen kullanıcılar tarafından zehirli gazlar üretilmekte ve sonuçta zehirli kanalizasyon atıkları ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda inşaat sürecinde kullanılan birtakım kaynakların toplanmasının, kullanıma hazır hale getirilmesinin, bir yerden bir yere taşınmasının ve yapı sonrası evresinde kullanılmasının çevreye olan sayısız etkileri bulunmaktadır. Bu da mimarlık faaliyetlerinin küresel ekosisteme olan etkilerini artırmakta, başka bir ifadeyle mimarlığın, insanlardan, canlılardan ve inorganik birimlerden oluşan ekosisteme büyük oranda zarar vermesine sebep olmaktadır. Sürdürülebilir mimari veya tasarım eylemlerinin amacı ise bu üç grubun sürekli var olmasının sağlanması ve bu amaç doğrultusunda çözümler ortaya koymaktır. Bu

amaç doğrultusunda sürdürülebilir mimari tasarıma yönelik Kim ve Rigdon tarafından 1998 yılında bir kılavuz olması için diğer tasarımcıların faydalanabileceği kavramsal bir çerçeve oluşturulmuştur. Sürdürülebilir mimari tasarım için düzenlenen bu kavramsal çerçeve ile çevre üzerinde bir farkındalık yaratılarak yapı ekosisteminin açıklanabilmesi, çevre bilincinin geliştirilmesi ve sürdürülebilir bina/yapı tasarımına dair bir öğretim pratiği amaçlanmaktadır (Kim ve Rigdon, 1998).



**Şekil 2.5.** Sürdürülebilir Mimari Tasarım İçin Geliştirilen Kavramsal Çerçeve

**Kaynak:** (Kim ve Rigdon, 1998; Şenel ve Halıcıoğlu, 2010).

Şekil 2.5 'de görüldüğü üzere Michigan Üniversitesinden Kim ve Rigdon (1998) tarafından sürdürülebilir mimari tasarım için geliştirilen kavramsal çerçevede, sürdürülebilir mimari tasarımın üç temel ilke üzerine olduğu görülmektedir. Bunlar; Kaynakların Korunumu, Yaşam Döngüsü Tasarımı, İnsan İçin Tasarım/Hassas Tasarım olarak belirtilmektedir. Bu ilkeler mimari alandaki tüketimin çevre üzerindeki etkilerine olan ilginin zamanla artmasını ve toplumun bu konuda giderek bilinçlenmesini sağlayabilecektir. Yine bu üç temel ilkeye genel anlamda bakıldığında binalarda enerji tasarrufunun sağlanması, kullanılan kaynaklar sebebiyle ortaya çıkan atıkların kontrolüyle çevrede oluşan kirliliğinin azaltılması ve insan için daha sağlıklı, kaliteli ve konforlu yaşam ortamlarının sağlanması üzerine olduğu gözlemlenmektedir. Geniş bir uygulama alanı yaratan bu yaklaşım aynı

zamanda bir yandan kullanılan en basit ve düşük enerjiye sahip malzemelerle yapı yapmayı, diğer yandan da teknolojinin bize sunduğu tüm imkânları kullanarak daha çok enerji üretmeyi ve daha az çevre kirliliği oluşması için mimarlara öncülük etmektedir.

Hagan (1997) ise sürdürülebilir mimari yaklaşım doğrultusunda yapılan bu mevcut çalışmalar kapsamında ileriki dönemlerde mimari tasarım alanında yapılacak olan çalışmaların malzeme bakımından geliştirilmesinin daha doğru bir yaklaşım olabileceğini ve tasarımcı mimarın vizyonunun da tasarıma daha uygun malzemeler seçmesi gerektiğini belirtmektedir. Diğer konuların ise mimarın mühendislerle iş birliği yaparak geliştirebileceği daha bütünleşmiş bir sistemle ilgili olduğunu ve giderek teknik boyutta ivme kazandığını vurgulamaktadır. Yine bu çalışmalar kapsamında Hagan (2001) tasarım bakımından ise yapıların çok amaçlı tasarlanması, daha esnek ele alınması ve geçici birtakım özellikler barındırması gerektirdiğini belirtmektedir (Hagan, 2001).

Edwards 1999 'da yayımladığı “Sustainable Architecture: European Directives And Building Design” adlı makalesinde ise sürdürülebilir mimari tasarım prensiplerine yönelik sistematik bir model önermektedir (Edwards, 1999). Bu model önerisinin oluşturulmasının amacı ise, sürdürülebilirlik için farklı düzeylerdeki prensiplerin belirlenmesi olmuştur.

**Tablo 2.9.** Farklı Seviyelerde Mimari Tasarım İlkeleri

<b>ŞEHİR DÜZEYİNDE</b>	<b>MAHALLE DÜZEYİNDE</b>	<b>YEREL DÜZEYDE</b>	<b>BİNA DÜZEYİNDE</b>
Sıkıştırma	Arsa Kullanımının Çeşitli Modelleri	Doğa İle Tasarlamak	Çevreye Düşük Etkisi Olacak Şekilde Tasarlamak
Trafikten Geri İstenen Caddeler, Sokaklar	Emniyetli Ve Sevimli Cadde Ve Sokaklar	İlk Olarak Terk Edilmiş Arsa Ve Binaları Kullanmak	Dayanıklılık İçin Tasarlamak
Banliyö Bölgelerinde Yoğunluğu Arttırmak	Tarihi Binaları Korumak	Yeşil Adaları Ve Yeşil Koridorları Kuvvetlendirmek	Yenilenebilir Enerjinin Kullanımını Azamiye Çıkarmak
Altyapısı İyi Olan Bölgelerde Kullanımın Sıklaştırılması	Bisiklet Yolları		Kendi Kendilerine Korunak Sağlayan Projeler
Maksimum ve Karma Kullanım	Tramvay Koridorları		Kullanıcı Kontrolü Altında Enerji Yönetimi
Açık ve Çekici Tasarım	Yerel Enerji Kaynaklarını Kullanmak		İklim İle Tasarlamak
			Sağlık İçin Tasarlamak
			Yöresellik Ve Doğadan Öğrenmek

**Kaynak:** (Edwards, 1999)

### 2.1.8.1. Kaynakların korunumu ilkesi

Kaynakların Korunumu ilkesi, enerjinin korunumu, suyun korunumu ve malzemenin korunumuna yönelik stratejiler ve yöntemler içermektedir. Mimar yapıda kullanılan kaynakları dikkatli bir biçimde seçerek yapıların üretilmesi ve işletilmesi esnasında kullanılan yenilenemeyen kaynakların kullanım miktarını azaltabilmektedir. Böylece doğanın kendi kendini yenilemesine bir fırsat verilerek doğanın kendi dengesine tekrar kavuşması sağlanmış olacaktır. Doğaya kendini yenileyerek kullanılabilir durumdaki kaynaklarının miktarını artırma şansı verilmez ise yaşamlarını devam ettirebilmek için bu kaynaklara ihtiyaç duyan ekolojik çemberin diğer parçaları ve dahası insanlar yeryüzünden yok olma tehlikesiyle karşılaşmak zorunda kalacaktır.

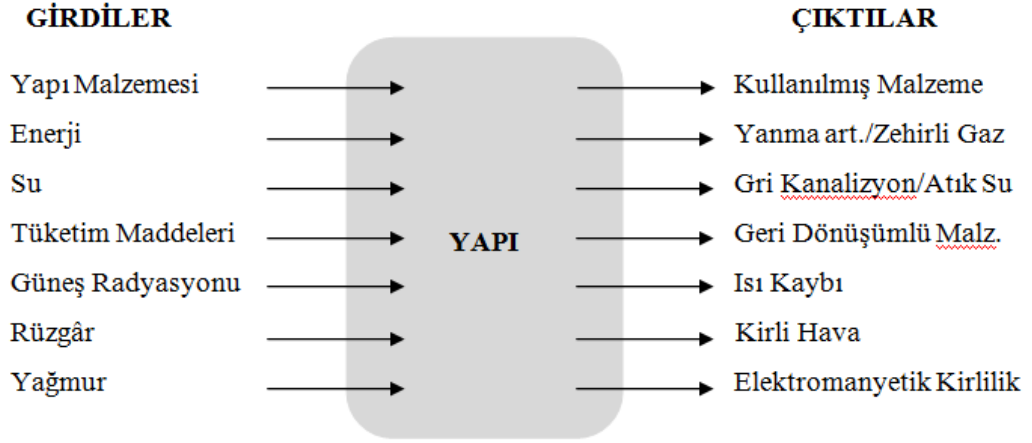
Bir yapının içinde ve dışında devamlı bir doğal ve üretilen kaynak akışı olmaktadır. Bu akış yapının yapımında kullanılacak malzemelerin üretim aşamasıyla başlamakta ve yapının ömrü sona erene kadar devam etmektedir. Bir yapının ömür süresi sona erdiğinde o yapının bileşenlerinin ise diğer yapılarda da kullanılabilmesi mümkün olmalıdır. Bu bağlamda, yapı malzemeleri, katı atıklara; enerji, atık yan ürünlere; su, atık suya; rüzgâr, kirli havaya; yağmur, yer altı sularına; tüketim maddeleri, atık veya geri kazanılabilir maddelere dönüşmektedir. Yani kaynakların korunumu ilkesi kısaca, yapıya giren doğal kaynakların tekrar ve etkin bir biçimde kullanımı ile geri dönüştürülmesi esasına dayanmaktadır.

Bir yapıya kaynaklar bağlamında iki farklı kaynak akımı etki etmektedir. Birinci kaynak akımı kaynakların yapı ekosistemine doğru akışı, ikincisi ise kaynakların yapı ekosisteminden dış ekosisteme akışı olarak gözlemlenmektedir. Yapı ekosistemine giren her kaynak zamanla dış ekosisteme karışmaktadır. Buna “Kaynak Akış Korunum Yasası” denilmektedir.

Yapı ekosistemine giren her kaynak orada şekil değişikliğine uğrayarak dışarı çıkmaktadır. Kullanım sırasındaki insan müdahaleleri ve birçok mekanik süreç giriş ve çıkış evrelerinden oluşan bu dönüşüme sebep olmaktadır. Yapı ekosistemine girdi oluşturan elemanlar çeşit oluşturmaktadır. Bunlar birçok değişik formda, hacimde olabilmekte ve farklı çevresel etkilere sahip olabilmektedirler.

Yapı ekosistemindeki bu malzeme akışı **Şekil 2.6**'da gösterilmektedir.

## YAPI EKOSİSTEMİNDEKİ MALZEME AKIŞI



**Şekil 2.6.** Yapı Ekosistemine Girdi ve Çıktı Oluşturan Kaynaklar

**Kaynak:** (Kim ve Rigdon, 1998).

Malzeme, su ve enerji bir yapıya girdi oluşturan ana kaynakları oluşturmaktadır. Malzeme, su ve enerjinin korunumu, sürdürülebilir mimari ilkelerinden biri olup mimari tasarımı yönlendirmektedir. Bu üç ana kaynağın korunumu yapıya girdi oluşturan yenilenemeyen kaynakların azaltılması ya da yapıdan çıkan atıkların kontrol altında tutulmasıyla sağlanabilmektedir (Kim ve Rigdon, 1998). Bu amaç doğrultusunda sürdürülebilir mimari tasarım ilkelerinin en önemlilerinden biri olan Kaynakların Korunumu ilkesine yönelik tespit edilen stratejiler ve yöntemler **Şekil 2.7** 'de açıklamalı olarak gösterilmektedir.

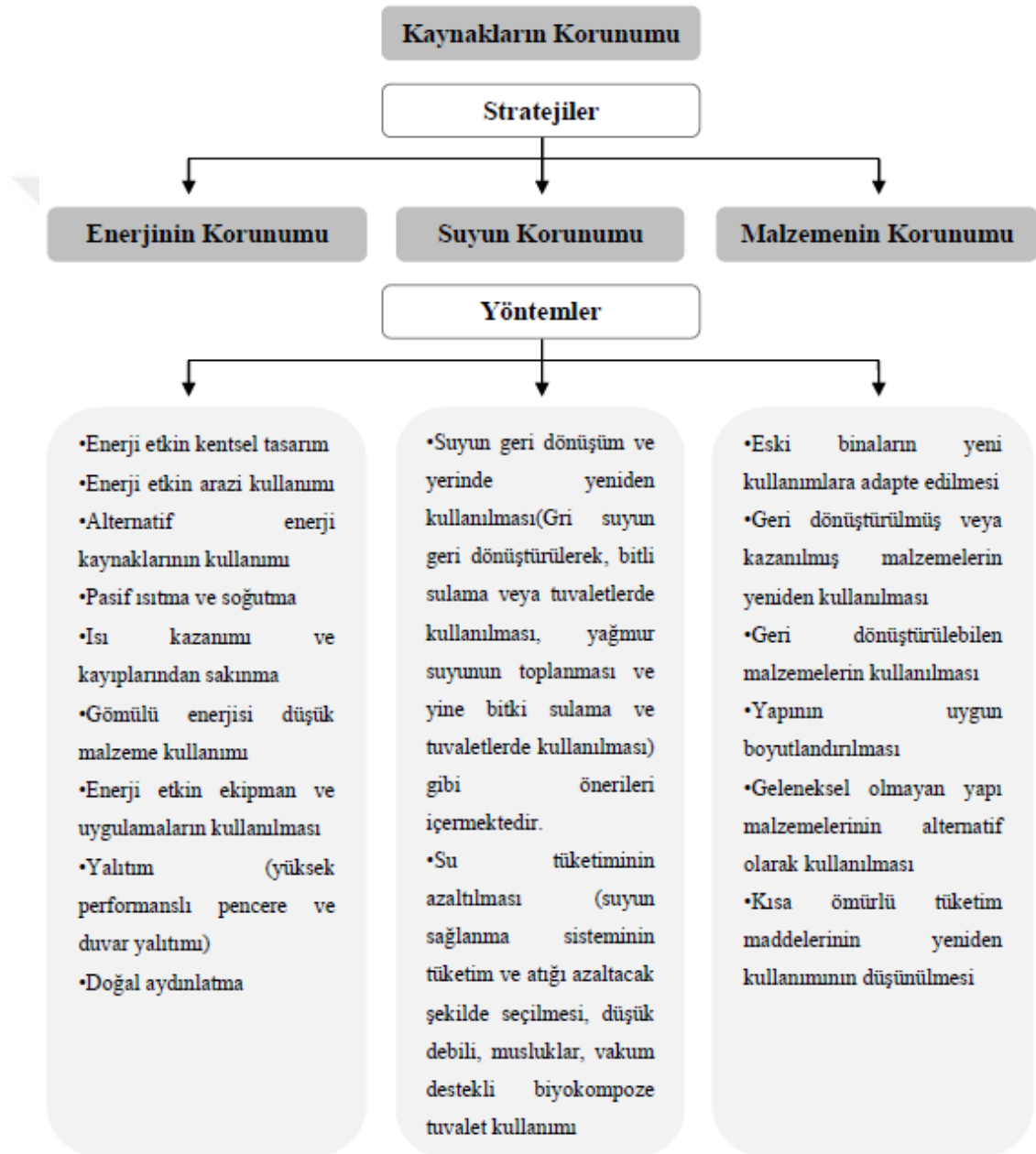
Ayrıca enerji, su ve malzeme korunumu başka yöntemler kullanılarak da gerçekleştirilebilmektedir. Bu yöntemler iki şekilde oluşmaktadır:

**Giren Kaynak Azaltma Yöntemleri:** Bu yöntemin amacı, yapıya girdi oluşturan yenilenemeyen kaynakları türlerini azaltmaktır. Bir yapının kaynak gereksinimi, o yapının yapıya giren kaynakları verimli kullanması ile ilişkili olmaktadır. Kaynaklar ne derece verimli olarak kullanılabilirse, o yapıda kullanılan kaynak oranı da o derece azalmaktadır. Buna ilaveten çıkan kaynakların geri dönüştürülebilmesi ve yeniden bir kaynak olarak kullanılması da yapıya giren kaynakların miktarının azaltılmasını sağlamaktadır.

**Atık Yönetim Yöntemleri:** Bu yöntemin amacı yapıya çıktı oluşturan atıkların çevresel kirliliğini azaltmaktır. Bir yapının her çeşit atığının değerlendirilmesine



çalışmak gerekmektedir. Geri dönüşüm ve yeniden kullanıma dair olanakların mümkün olduğunca değerlendirilmesi gerekmektedir. Biyolojik atıkların doğal gübre olarak kullanılması, gri suyun türlü arıtma işlemlerinden geçerek yeniden kullanımı, o yapıda yaşayanların her çeşit atığının geri dönüştürülebilmesi atık yönetim yöntemlerinden sadece birkaç tanesini oluşturmaktadır. Bu yöntemlerin uygulanması başka bazı sürdürülebilir tasarım yöntemleri gibi pahalı olsa da uzun zamanda yeryüzüne kazandırdıkları fazla olmaktadır.



**Şekil 2.7.** Kaynakların Korunumu İlkesi, Strateji ve Yöntemler

**Kaynak:** (Kim ve Ridgon, 1998)

**1.Enerjinin Korunumu İlkesi:** Bir yapıda enerji kaynaklarının kullanılması ve çevre üzerindeki etkileri, kaynakların elde edilmesi ve üretimi aşamasında başlamakta, yapının inşa ve kullanım aşamalarında da devam etmektedir. Yapıların kullanım aşamasında aydınlatma ve donanım, ısıtma ve havalandırma amacıyla harcanan enerji ekosisteme zarar vermektedir. Bu yüzden, bir yapının çevre üzerindeki ilk etkileri yapıdan uzak olan yerlerde, enerji kaynağının ve enerjinin elde edildiği maden ocaklarında, petrol kuyuları çevresinde ve enerji santrallerinde ortaya çıkmaktadır. Ayrıca bir yapının aydınlatma, ev aletleri çalıştırmak, donanım ve ısıtma, soğutma, havalandırma için tükettiği enerji yerine tekrar konamamaktadır (Baysan, 2003).

Yapılarda harcanan enerjinin yapacağı çevre üzerindeki etkinin tipi, yeri ve şiddeti oraya giren enerjinin türüne göre değişmektedir. Termik santraller atmosfere CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO ve NOX gibi zararlı gazlar salmaktadır. Nükleer santraller her ne kadar zararsız gibi görülse de çevreye hiçbir şekilde yok olmayan radyoaktif artıklar üretmektedir. Hidroelektrik santrallerinde ise fazla miktarda suyu tutabilmek için büyük barajlar yapılmaktadır. Diğer yandan, nehirler üzerine inşa edilen bu barajlar nehir ekosistemine zarar vermektedir. Bu santraller inşa edilirken bitkilerin ve hayvanların yaşam alanlarını yok etmekte, orada bulunan ağaçların birçoğu inşa sırasında yok edilmektedir. Bu bakımdan bakıldığında hidroelektrik santraller her ne kadar temiz enerji kaynakları olarak gözükseler de gerçekte ekosisteme yapılan fazla sayıda zararlı müdahaleleri içermektedir (Baysan, 2003).

Sürdürülebilir mimari tasarım bağlamında yapıda enerji kullanımına ilişkin üstünde önemle durulması gereken iki nokta bulunmaktadır. Bunlar, bir yapıda enerji üretilirken yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması ve yapıda enerjinin etkin bir biçimde kullanımının sağlanmasıdır. Kısacası yapıların üretim, kullanım ve işletimleri aşamasında kullanılan yenilenemeyen enerji kaynaklarının miktarını azaltmak ve enerjinin verimli kullanımının sağlanması yapıda enerji korunumu ilkesinin temelini oluşturmaktadır.

Bu sebeple bir yapının yaşam döngüsü süresince tükettiği enerji çeşitleri üretim enerjisi, ulaştırma enerjisi, yapım aktiviteleri sırasında harcanan enerji ve yapının kullanım aşamasındaki enerji olarak sınıflandırılabilir. Tüm bu enerji çeşitleri dışında yapının bakım, onarım ve yıkım aşamalarında da enerjiye

gereksinim duyulmaktadır. Enerjiyi etkin bir biçimde kullanan yapıların bütün yaşam dönemi aşamalarında enerji tüketiminin en aza indirgenmesi hedeflenmektedir.

Enerjinin korunumu ilkesinin kapsamı ve yapıda uygulanmasına dair belirlenen strateji ve yöntemler kentsel ve mimari tasarım ölçeğinden, yapı malzemesi ve aydınlatma ölçeğine kadar, yapıya ilişkin tasarım kriterleri **Şekil 2.7'** de yöntemler başlığı adı altında maddeler şeklinde verilmekte olup maddelerin kısaca açıklaması yapılacaktır.

***Enerji Etkin Kentsel Tasarım:*** Enerji etkin kentler ulaşımı toplu araç ulaşımı ve yaya ulaşımını özel araçlı ulaşımına tercih eden ve karma kullanıma olanak sağlayan bir kent modelinden oluşmaktadır. Bu kent modeli, kentsel planda yayılmanın önlenerek tarım arazilerinin korunmasını amaçlayan bir dizi önerileri kapsamaktadır. Bu kentler insanların çalıştıkları yerlere yakın çevrelerde yaşamalarını mümkün kılan çok fonksiyonlu bir kullanımı destekleyen bölgesel düzenlemelerle gelişmektedir. Sürdürülebilir kent tasarımının önemli özelliklerinden biri de kentteki var olan yapıların yeniden işlevlendirilerek kullanımı olmaktadır. Enerji etkin kentlerin tasarımında özellikle doğal şartların oluşturduğu topografik ve iklimsel verilerin dikkate alınması ve değerlendirilmesi gerekmektedir (Şekil 2.8).



**Şekil 2.8.** Dongtan (solda) & Abu Dabi Masdar (sağda) Enerji Etkin Kenti

**Enerji Etkin Arazi Kullanımı:** Enerji etkin arazi kullanımı doğal kaynak tüketiminin miktarını belirleyen en önemli faktörlerden biri olmaktadır. Güney cephelerinde geniş pencere kullanımı pasif güneş ısıtmasını sağlamakta; yazın güney cephesinde yaprak döken ağaçların kullanımı cephede gölgelendirme sağlamakta, kışın ise bu ağaçların dalları arasından geçen eğik güneş ışınları yapının ısınmasını sağlamaktadır. Yaprak dökmeyen ağaçların kuzey cephelerinde kullanımı ise soğuk kış rüzgârının yapı içerisindeki sıcaklığı düşürmesini engellemekte ve yapının ısı verimliliğini artırmaktadır.

**Enerji Etkin Mimari Tasarım:** Mevcut arazi verileri ve iklime dayanan, tasarım aşamasında alınan önlemlerle daha az enerjiye ihtiyaç duyan, ihtiyaç

duyduğu enerjiyi yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlayan, sağlanan enerjiyi en verimli şekilde kullanarak minimum salınım yapan basit mimari tasarım prensiplerini içeren tasarımlardır (şekil 2.9). Bu tasarımlar şu şekildedir:

- **Yerleşim Planlaması ve Mikroklima Denetimi:** Yerleşim planlaması ve mikroklima denetiminin enerji etkinliğini sağlamak bağlamında temel amacı, ısıtma, soğutma ve havalandırmanın pasif yöntemlerle sağlanmasına yardımcı olarak iklimlendirmede aktif enerji desteğine duyulacak ihtiyacı azaltmaktır. Yerleşim planlamasının iki temel öğesi, binanın konumlanacağı arazinin tasarımı ile birlikte binanın arazide yerleşeceği noktanın belirlenmesi ve bu sayede mevcut mikroklimanın denetlenmesidir. Yerleşim ve mikroklima denetimini sağlayarak kullanılabilir pasif tasarım dinamikleri doğal havalandırma ve güneş kontrolü/doğal aydınlatma olarak belirlenmektedir.
- **Doğal Havalandırma:** Mimari tasarımda doğal havalandırmayı etkileyecek faktörler: Rüzgâr yönüne göre pencerelerin konumu, pencerelerin büyüklüğu, pencerelerin düşeyde konumlanması, pencerelerin açılış biçimleri ve iç duvarların organizasyonu olarak sıralanabilmektedir. En basit şekli ile “ısınan hava yükselir” prensibi ile özetlenebilecek, sıcak ortam havasının soğuk ortam havasından daha hafif olması sebebiyle gerçekleşen konvektif akım yardımıyla mekânlar arasında yaz ve kış koşullarında olmak üzere hava dolanımı pasif ısıtma ve serinletme amaçlı kullanılabilir.
- **Pasif Güneş Tasarımı:** Pasif güneş teknolojisine dayanan mimari tasarımda öncelikle binanın tasarlanacağı iklim bölgesinin özelliklerinin iyi bilinmesi ve tasarımın o iklim bölgesinin özel koşullarına uygun olarak geliştirilmesi gerekmektedir. Tasarım mekânsal organizasyon kullanıcı ihtiyaçları ve tercihleri ile estetik kararların bileşiminden oluşmaktadır. Bu bileşenlerin her biri bina enerji performansı ve çevresel etkisine yönelik önemli girdiler sağlamaktadır. Bu anlamda, açık, yarı açık ve kapalı alanların kullanımı, bu mekânların yönlenceleri, mekânların sınırlarını belirleyen iç ve dış yüzeydeki ısı kayıp ve kazançları mekânsal örgütlenmenin enerji kullanımına olan etkisini belirlemektedir.



**Şekil 2.9.** Lighthouse, İngiltere Enerji Etkin Mimari Tasarım

**Alternatif Enerji Kaynaklarının Kullanımı:** Yapılarda kullanılan enerjilerin büyük bir kısmı kömür, petrol, doğalgaz vb. gibi fosil yakıt enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Ancak, bu tür yenilenemeyen kaynaklardan enerji elde edilirken bir yanma olayı gerçekleşmektedir. Bu yanma sonucunda ise havaya yayılan zehirli gazlar sera etkisi yaratmaktadır. Bu gazların çevre kirliliğine sebep olmasından ve fosil kaynaklı yenilenemeyen bu enerji kaynaklarının rezervlerinin giderek azalması, fosil kaynaklı yenilenemeyen enerji kaynaklarına alternatif oluşturan rüzgâr, güneş, su, jeotermal ve biyoyakıt vb. gibi günümüzde elde edilebilen yenilenebilir enerji kaynaklarının mimari tasarımda kullanımını artırmaya yönelik önerileri içermektedir. Örneğin, doğal havalandırma sayesinde rüzgâr enerjisinden pasif ve aktif olarak yararlanılmaktadır. Pasif olarak baca etkisi ve kot farkına dayanan basınç farkı ile

havalandırma sağlanmaktadır. Aktif olarak elektrik üretiminde, ısıl enerji elde edilmesinde ve pompaj sistemlerinde yararlanılmaktadır. Bu uygulamaların en yaygın kullanım şekli rüzgâr tribünleri kullanılarak elektrik elde edilmesidir. Yapı kabuğunda (çatı veya cephe elemanı) güneş enerjisinin kullanımı ise fotovoltaikler (güneş pilleri), güneş kolektörleri, güneş duvarları (trombeler), su duvarları gibi teknik donanım elemanlarıyla gerçekleştirilmektedir. Bir yapıda sıcak su elde edilebilmek için güneş kolektörleri, güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek için fotovoltaik (güneş pilleri) sistemler, güneşten ısı enerjisi elde edebilmek için ise su duvarları kullanılarak çevreye verilen zararlı atık miktarının azaltılması sağlanmaktadır (Şekil 2.10).



**Şekil 2.10.** Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi Binasında Rüzgâr Tribünü Kullanımı (solda) & Denizli Özel Koleji Binasında Güneş Paneli Kullanımı (sağda)

**Pasif Isıtma ve Soğutma:** Yapı kabuğuna etki eden en belirgin enerji akışı solar ışımaya yoluyla gerçekleşmektedir. Aydınlatma, ısıtma ve soğutma için gereken morötesi ışımaya solar ışımaya yolu ile taşınmaktadır. Mimarlar tarih boyunca yapı formlarını tasarlarken yazın gölge oluşturacak mekânlar elde etmeye, kışın ise mekânlarda ısı kazanmak için ışınım yollarından yararlanmaya çalışmışlardır. Ancak, gelişen modern yapı tasarımları yapı kabuğunun sunduğu olanakları göz ardı etmektedir. Pasif güneş mimarlığı yapının strüktürünü kullanarak solar ışınımını denetlemeye çalışmaktadır. Hava akımı ya da rüzgâr ise soğutma ve hijyenik etkiler olmak üzere iki önemli olanak sağlamaktadır (Tablo 2.10).

**Isı Kazanımı ve Kayıplarından Sakınma ve Yalıtım (Yüksek Performanslı Pencere ve Duvar Yalıtımı):** Yapıda kullanılan duvar yalıtımları ve yüksek performanslı doğramalar hem ısı kazancının hem de ısı kaybının aşırı düzeyde olmasını önlemektedir. Dış ortamla iç ortam arasında gerçekleşen ısı alışverişinin azaltılması yapıdaki ısıtma ve soğutma yüklerini azaltmaktadır. Isıtma ve soğutma

yükleri ne kadar küçük olursa iklimlendirme ekipmanları da o kadar küçük olmaktadır. Böylece bu ekipmanlar için yapılan yatırım da çok daha az olmaktadır. Tüm bu yararlarının yanı sıra yalıtımlı duvarların ve yüksek performanslı doğramaların iç mekânlardaki ısı konforunun sağlanmasında önemli bir payı bulunmaktadır. Yapıda ısı yalıtımı için kullanılan malzemelerin özelliklerine bağlı olmak üzere bu malzemelerin yüzey sıcaklıkları yazın düşük kışın ise yüksek olmaktadır. Ayrıca, iklimlendirme ekipmanlarının küçük olması büyük olmalarına oranla çok daha az düzeyde mekanik gürültü çıkmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla iç ortamdaki işitsel konforu da artırmaktadır (Tablo 2.10).

***Gömülü Enerjisi Düşük Malzeme Kullanımı:*** Malzeme seçiminde malzemenin hammaddesinin elde edilmesi, üretilmesi ve taşınması aşamalarında gereken toplam enerjisinin düşük olduğu, bölgesel kaynaklardan elde edilebilen, bakım ve onarımında da az enerji gerektiren malzemelerin seçilmesi ve kullanılmasına yönelik önerileri içermektedir. Örneğin, alüminyumun maden ocağından çıkartılıp işlenmesi için gereken enerji çok fazla miktarda olmaktadır. Ancak geri dönüştürülebilen bir malzeme olan alüminyumun geri dönüşümü sırasında tüketilen enerji çok daha az miktarda olmaktadır (Tablo 2.10).

***Enerji Etkin Ekipman ve Uygulamaların Kullanılması:*** Yapıların kullanım evresinde büyük miktarda enerji harcanmasına sebep olan ısıtma, soğutma, aydınlatma ve havalandırma sistemlerinin göstermiş olduğu performansı enerji tasarrufu bakımından önem kazanmaktadır. Yapılarda enerji etkin ekipmanların kullanılması uzun zamanda ekonomik olmakla beraber çevresel faydalar sağlamaktadır.

***Doğal Aydınlatma:*** Mimari yapı tasarımında doğal ışığın kullanılması ve kullanılmasının artırılması yoluyla yapının aydınlatma yüklerinin ve soğutmada kullanılan sistemlerinin enerji harcama miktarının azaltılmasını sağlayan yöntemler içermektedir. Örneğin, doğal ışığın yapıya ulaşmasını sağlayan pencereler aydınlatma ve soğutmada kullanılan enerjilerde önemli oranda tasarruf sağlamaktadır. Doğal aydınlatma sistemlerinin genel işleyiş prensibi kullanılan mekânının aydınlatma ihtiyacına cevap vermek üzere yapı kabuğu ve iç mekânlara yerleştirilen çeşitli gereçler aracılığı ile gün ışığının optik özelliklerinden mümkün olduğunca fazla yararlanmaktır. Bu optik özellikler yine sisteme yerleştirilen çeşitli



elemanlar aracılığı ile ışık ışınlarının kırılması, yansınması, kırılıp yansiyarak geçmesi ya da yutulması gibi özelliklerden oluşmaktadır. Gün ışığını yapıya ulaştıran bu sistemler prizmatik paneller, ışık rafları, ışık yönlendirici camlar, anidolik sistemler, holografik optik elemanlar ve ışın taşıyıcı sistemler olarak sıralanabilmektedir (Karlı, 2008). Tüm bu sistemlerle birlikte doğal aydınlatma aynı zamanda iç mekânlarının aydınlanma kalitesini arttırmasının yanında, mekânı kullananların da üretken olmalarına ve psikolojik açıdan durumlarının iyi olmasını sağlamaktadır (Tablo 2.10).

Sürdürülebilir mimari tasarım çerçevesinde enerjinin korunumu ilkesi doğrultusunda geliştirilen ve yukarıda açıklamaları yapılan yöntemler ve çözüm önerileri **Tablo 2.10'** de verilmektedir.

**Tablo 2.10.** Kaynakların Korunumu İlkesi, “Enerjinin Korunumu”

KAYNAKLARIN KORUNUMU İLKESİ		
Stratejiler	Yöntemler	Çözüm Önerileri
Enerjinin Korunumu	Enerji Etkin Kentsel Tasarım	<p>Özel araç kullanımının azaltılması, toplu taşımacılığın ve yaya kullanımının yaygınlaştırılması</p> <p>Karma kullanımlı gelişim modelinin benimsenmesi; konut, ticaret, çalışma alanları birbirine yakın çözümlenmeli</p> <p>Kentsel yayılma engellenerek, tarım alanlarının yok olmasının önlenmesi</p> <p>Mevcut kentlerin güncel ihtiyaçlara uygun yeniden geliştirilmesi ve eski yapıların yeniden kullanımı</p>
	Enerji Etkin Mimari Tasarım-Pasif Isıtma ve Soğutma	<p>Isı transferlerinin azaltılması ve ısı kayıplarının önlenmesi ile yapının ısıtma ve soğutma yüklerinin indirgenmesi ve enerji korunumunun sağlanması</p> <p>Yapının iklim verileri dikkate alınarak doğru yönlendirilmesi</p> <p>Yapı kabuğu yüzeyinin azaltılması</p> <p>Güneş enerjisinden yararlanılması ile ısıtmanın sağlanması</p> <p>Arazide bulunan bitkilerden ısıtma ve soğutma amaçlı yararlanılması</p>
	Alternatif Enerji Kaynaklarının Kullanımı	<p>Güneş, rüzgar, su, biyokütle, jeotermal enerjileri gibi alternatif enerji kaynaklarından yararlanma</p> <p>Isınmada güneş enerjisinden yararlanılması</p> <p>Yapı kabuğunda (çatı veya cephe elemanı) fotovoltaikler (güneş pilleri), güneş kolektörleri, güneş duvarı gibi aktif sistemlerle enerjinin etkin kullanımının sağlanması</p> <p>Havalandırmada ve soğutmada rüzgar enerjisinden yararlanılması</p>
	Gömülü Enerjisi Düşük Malzeme Kullanımı	<p>Ağır işlem ve üretim gerektiren yapı malzemelerinden kaçınılması</p> <p>Üretimde yenilenebilir, temiz enerjilerin kullanıldığı yapı malzemesi seçimi</p> <p>Geri dönüştürülebilir, yeniden kullanımı mümkün yapı malzemelerinin seçimi ve kullanımı</p> <p>Yerel yapı malzemelerin kullanılması ile taşıma enerjisinin azaltılması</p> <p>Doğal yapı malzemelerinin seçilmesi ve kullanımının yaygınlaştırılması</p>
	Doğal Aydınlatma	<p>Yapı tasarımında doğal ışığın kullanımı ile aydınlatma yüklerinin ve enerji tüketim miktarının azaltılması</p> <p>Doğal aydınlatma ile mekanların aydınlatma niteliğinin yükseltilmesi ile psikolojik konfor sağlanması ve kullanıcıların üretkenliğinin artırılması</p> <p>Doğal aydınlatma sistemlerinin (ışık rafları, prizmatik paneller, ışık yönlendirici camlar, holografik optik elemanlar, anidolik sistemler, ışın taşıyıcı sistemler vb.) kullanılması ile gün ışığının yapıya alınması</p>
	Isı Kazanımı ve Kayıplarından Sakınma ve Yalıtım (Yüksek Performanslı Pencere ve Duvar Yalıtımı)	<p>Yapılarda en büyük ısı kazancı ve kayıplarının gerçekleştiği bina kabuğunun etkin tasarımı ve detaylandırılması (çatı yüzeyinin yansıtıcı malzemelerle kaplanması ile istenmeyen ısı kazancının azaltılması, bina çevresindeki döşemelerin yansıtıcılık katsayısı düşük malzemelerle kaplanması vb.) ile ısıtma ve soğutma yükünün azaltılmasının sağlanması</p> <p>Cephede pencere yüzeylerinde yüksek performanslı, iklim, güneş yönüne ve yapının kullanım amacına bağlı olarak istenen özelliklere en uygun ısı ve ışık geçirim katsayısına sahip cam kullanımı ile ısı kazanç ve kayıplarının istenen düzeyde olması</p> <p>Yalıtımlı doğramalar, low-E kaplamalı camlar, argon veya kripton dolgulu çift camlar ve hava geçirimsiz detaylandırma ve montaj ile enerjinin etkin kullanımının sağlanması</p> <p>Çift kabuk cephe sistemleri kullanımının yaygınlaşması ile soğuk iklimlerde ısı kayıpları, sıcak iklimlerde ısı kazançlarının önlenmesi sağlanarak enerjinin etkin kullanımının gerçekleşmesi</p>

**Kaynak:** (Kim ve Ridgon, 1998)

**2.Suyun Korunumu İlkesi:** Bir yapı yemek pişirmek, içmek, temizlenmek, yıkanmak, tuvalet rezervuarlarında kullanmak amacıyla büyük düzeyde suya

gereksinim duymaktadır. Su bir yapıya, arıtma istasyonlarında çeşitli işlemlerden geçerek işlendikten sonra kent şebekesine gelmekte, buradan da dağıtılarak yapılara ulaşmaktadır. Bu işlemler aşamasında (arıtma ve dağıtım) önemli ölçüde enerji harcanmakta ve sonuçta atık oluşmaktadır. Yine yapıda kullanılmış su da yapıyı terk ederken enerji tüketen çeşitli işlemlerden geçmektedir. Yeryüzü ise kendini yenileme sürecinde tüketilen bu suyu tekrar eski şekline geri getirme amacı taşımaktadır. Bu nedenle, harcanan her damla suyun harcadığı yerde tekrar kullanılabilmesi için artırılmasının sağlanması gerekmektedir. Suyun Korunumu İlkesinde ise amaç, bu işlemler sırasında yapıdaki su girdi ve çıktı miktarlarını azaltmaktır.

***Suyun Geri Dönüşümü ve Yerinde Yeniden Kullanılması:*** Yapılarda kullanılmış su kullanım amaçlarına göre siyah (kanalizasyon) ve gri su olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Burada amaç kullanılmış bu suların geri dönüşümünün yapılarak başka amaçlarla tekrar kullanımını sağlamaktır. Yapılarda bulaşık, çamaşır, el yıkama gibi aktiviteler sonucu ortaya çıkan atık sular gri su, ıslak hacimlerde kullanım sonucu ortaya çıkan su ise siyah su (kanalizasyon) olarak adlandırılmaktadır. Gri su içme suyu kadar temiz olmasa da arıtma işleminde siyah su (kanalizasyon suyu) kadar hassas ve yoğun bir işlem gerektirmemektedir. Hatta yapı içinde bulunan bitkiler yardımıyla bile geri dönüşümü sağlanabilmektedir. Bu sebeple, gri su yapının içerisinde kolay bir şekilde geri dönüştürülerek bahçe sulamada ya da tuvalet rezervuarlarında vb. çeşitli amaçlarla kullanılabilir. Aynı şekilde yağmur suyu da gri su sınıfına girmekte ve yağmur suyunu toplayacak düzenekler geliştirilmektedir. Bu düzeneklerde yapı kabukları, özellikle çatılar yağmur suyunu toplayıp sarnıçlarda depolanmasını sağlayarak yağmur suyunun sulamada ve yine klozetlerin temizlenmesinde kullanımını sağlamaktadır (Tablo 2.11).

***Su Tüketiminin Azaltılması:*** Sürdürülebilir mimari tasarımda su tesisatı elemanlarının, tüketim ve atık miktarını azaltacak şekilde su ve enerji korunumu sağlayacak tipte seçilmesi gerekmektedir (Kim ve Rigdon, 1998). Örneğin, yapılarda küçük hacimli ve vakumlu rezervuarlar, düşük debili ve fotoselli musluklar, basınçlı su armatürleri, biyokompoze tuvaletler kullanılarak su tüketimi büyük miktarda azaltılmaktadır. Aynı zamanda bölgesel ekosisteme alışkın olan bitkilerin kullanılması da su tüketimini azaltmaktadır. Bu bitkiler, bölgenin sahip olduğu

yağmur yağış sıklıklarına alışkın oldukları için sulama gereksinimleri ortadan kalkmaktadır. Ancak şehirlerde peyzaj amaçlı kullanılan havuzlar, kamusal alanların yaşanabilirliğini arttırmasıyla birlikte su tüketiminin de artmasına neden olmaktadır (Tablo 2.11).

Sürdürülebilir mimari tasarım çerçevesinde suyun korunumu ilkesi doğrultusunda geliştirilen ve yukarıda açıklamaları yapılan yöntemler ve çözüm önerileri **Tablo 2.11**' de verilmektedir.

**Tablo 2.11.** Kaynakların Korunumu İlkesi, “Suyun Korunumu”

KAYNAKLARIN KORUNUMU İLKESİ		
Stratejiler	Yöntemler	Çözüm Önerileri
Suyun Korunumu	Suyun Geri Dönüşümü ve Yeniden Kullanımı	Yağmur suyunun bina yüzeyinden toplanarak yeniden kullanımına olanak sağlayacak tesisat, düzeneklerin (yağmur suyu depolama tankları vb.) kullanılması ve elde edilen suyun binada tuvaletlerde, bitki sulama gibi amaçlarla yeniden kullanılması Yapılarda suyun kullanımı sonucu oluşan atık gri suyun arıtılmasını sağlayacak tesisat, düzeneklerle binalarda belirli amaçlarla yeniden kullanılmasına olanak tanınarak, su tasarrufu sağlamak
	Su Tüketiminin Azaltılması	Yapılarda su tüketimini azaltan düşük debili, basınçlı armatürler, vakumlu ve biyokompoze tuvaletler kullanarak suyu etkin kullanmak Konut ve ofislerde biyokompoze tuvaletlerin kullanımıyla atık su yerinde arıtılarak, arıtılan su bahçe sulamada kullanılabilir Suyu verimli kullanan, az bakım gerektiren çevre düzenlemesinin yapılması Kuraklığa dayanıklı ve çok su istemeyen bitki kullanımı

**Kaynak:** (Kim ve Rigdon, 1998; Gültekin, 2007; Şenel, 2010)

**3. Malzemenin Korunumu İlkesi:** Bir yapıyı oluşturmada yapı malzemeleri, ürünleri ve bileşenleri en önemli kaynak grubunu oluşturmaktadır. Bu sebeple yapıda malzeme kullanımı kaynakların korunması, doğal hammaddenin korunumu ve çevresel etkiler vb. gibi birçok bakımdan büyük önem taşımaktadır. Yapı alanına daha inşaatın ilk aşamalarından itibaren çok fazla miktarda malzeme getirilmekte ve bütün işler çok hızlı gelişmektedir. Bu esnada ortaya büyük miktarda atık çıkmaktadır. Yapının inşaatı sona erdikten sonra bakım, onarım ve yenileme işlemleri için gereken malzeme akışı yavaşlamaktadır. Ancak, bu sırada insan faaliyetlerinin sürekliliği için de tüketilen malzeme akışları devam etmektedir. Tüm bu kullanılan malzeme ve ürünlerin birçoğu ya geri dönüştürülmekte ya da atık olarak dışarı atılmaktadır. Bir yapı kullanım ömrünü tamamlayıp yıkıldığında da bir yapı inşaatının dolgu alanında kaçınılmaz olarak kullanılmaktadır. Buradaki dolgu alanlarında ise doğaya en zarar verici müdahaleler yapıldığı bilinmektedir. Dolgu

alanı haline gelen bu yeryüzü parçalarında topografik özellikler, biyolojik çeşitlilik, mikro klima özellikleri ve ekosistemi oluşturan birçok özellik de beraberinde değişmektedir. Kısaca ekosistem geri dönüşü olmayan bir biçimde zarar görmüş olmaktadır. İşte bu nedenlerden dolayı bir yapının sahip olduğu her şeyle doğaya geri dönüşümü sağlandığında en az zarar verecek şekilde olması gerekmektedir. Geri dönüşüm evresinde doğaya zarar verecek bölgesel ve küresel boyutta oluşan çevresel etkileri en aza indirgemenin en kolay yolu ise yapının tasarım evresinde alınacak birtakım önlemler ile malzemelerin girdi ve çıktı miktarlarını azaltmaktır.

***Eski Binaların Yeni Kullanımlara Adapte Edilmesi:*** Malzeme korunumu ilkesinin en önemli yöntemlerinden biri de mevcut olan eski binaların verimli bir biçimde yeni kullanımlara adapte edilmesidir. Her yapının bir yaşam ömrü bulunmaktadır. Birçok yapı zamanla ilk kullanıldığı zamanki işlevini yitirerek verimliliğini kaybetmektedir. Bu nedenle yapıların yararlı veya işlevsel ömrü sona erdikten sonra yıkılması yerine onarılarak yeniden kullanımını sağlamak sıfırdan bir yapı inşa etmek için gereken malzeme ve enerjiden tasarruf sağlamaktadır (Tablo 2.12).

***Geri Dönüştürülebilir veya Geri Dönüştürülmüş Malzemelerin Kullanımı:*** Bu yöntemde, yapılar yaşam süresini tamamladıktan sonra gerçekleşen yıkım sonrasında yapı malzemeleri, ürünleri ve bileşenleri geri dönüştürülerek ya da iyileştirilerek yeni inşa edilecek ya da var olan yapılar için bir kaynak oluşturabilmektedir. Böylece malzeme korunumu, enerji tasarrufu sağlanmakta ve atık oluşumu da engellenmektedir. Ahşap, cam, çelik gibi malzemeler kolay bir biçimde geri dönüştürülmekte ve başka yapılarda kaynak olarak kullanılabilir. Yine tuğla, seramik, beton, taş gibi malzemeler ve doğramalar gibi yapı elemanları da başka yapılarda kaynak olarak yeniden kullanılabilir. Örneğin ahşap, çelik, cam gibi birçok yapı malzemesi geri dönüştürülebilir, beton, tuğla, taş, seramik vb. malzemeler yeniden kullanılabilir. Bu nedenle tasarım evresinde de malzeme seçimi yapılırken malzemelerin geri dönüştürülebilir ya da yeniden kullanılabilir malzemeler olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir (Tablo 2.12).

***Malzeme Korunumu Sağlayan Mimari Tasarım:*** Bu yöntem, yapının uygun boyutlandırılması, geleneksel olmayan yapı malzemelerinin alternatif olarak kullanılması ve kısa ömürlü tüketim maddelerinin yeniden kullanımının düşünülmesi

yöntemlerini kapsamaktadır. Bu yöntemde mimarların tasarım evresinde standartlaşmış, modüler yapı elemanlarını kullanarak tasarımlarını biçimlendirmeleri önerilmektedir. Malzemelerin uygun olan boyutlara ulaşması amacıyla biçimlendirilmesi kaynak kaybına yol açmasının yanı sıra aynı zamanda atık oluşumuna da sebep olmaktadır. Ayrıca, gereğinden daha büyük olan yapılar hem gereksiz malzeme hem de gereğinden fazla enerji harcanmasına yol açtığı için yapıların kullanıcı sayısı ve kullanım amacına uygun boyutlandırılması gerekmektedir (Tablo 2.12).

Sürdürülebilir mimari tasarım çerçevesinde malzemenin korunumu ilkesi doğrultusunda geliştirilen ve yukarıda açıklamaları yapılan yöntemler ve çözüm önerileri **Tablo 2.12'** de verilmektedir.

**Tablo 2.12.** Kaynakların Korunumu İlkesi, “Malzemenin Korunumu”

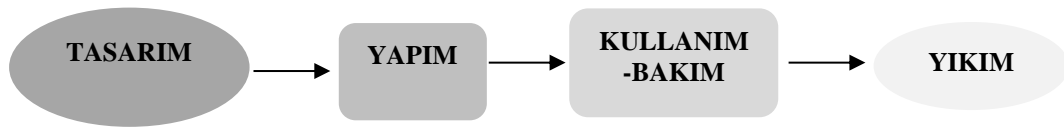
KAYNAKLARIN KORUNUMU İLKESİ		
Stratejiler	Yöntemler	Çözüm Önerileri
Malzemenin Korunumu	Yeniden İşlevlendirilmesi	İşlevsel ömrünü veya işlevini kaybetmiş ama strüktürel açıdan sağlam yapıların, malzeme ve enerji korunumu sağlamak ve atık oluşumunu önlemek amacıyla rehabilite edilerek yeniden kullanılması önerilmektedir.
	Malzeme Seçimi- Geri Dönüştürülmüş Malzeme Kullanımı	Dayanıklı, az bakım ve onarım gerektiren yapı malzemesi ve bileşenlerinin kullanımı Geri dönüştürülmüş veya iyileştirilmiş yapı malzemesi ve bileşenlerinin kullanımı Yeniden kullanılabilir veya geri dönüştürülebilir yapı malzemesi ve bileşenlerinin seçimi Yenilenebilir kaynaklardan üretilen yapı malzemesi ve bileşenlerinin kullanılması Yapı malzemelerinin ambalajlarında geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı
	Malzeme Korunumu Sağlayan Mimari Tasarım	Mimari tasarımda yapı kabuğu yüzeyinin azaltılması Mimari tasarımda basit geometrik şekillerin kullanılması Mimari tasarımda esnek plan şemalarının kullanılması İç mekanları verimli kullanabilen tasarımlar yapılması Tasarımlarda modüler, standartlaşmış yapı elemanlarının kullanılması Yapıların kullanıcı sayısına ve kullanım amacına uygun olarak tasarlanması, tasarımda gereksiz, kullanılmayan alanlardan kaçınılmalı

**Kaynak:** (Kim ve Rigdon, 1998; Gültekin, 2007; Şenel, 2010)

### 2.1.8.2.Yaşam döngüsü tasarımı ilkesi

Sürdürülebilir mimari tasarım ilkeleri çerçevesinde ikinci ilke olarak belirlenen “Yaşam Döngüsü Tasarımı” ilkesinde yapıya ilişkin olan doğal ve yapay bütün kaynakların doğadan elde edilmesinden başlanarak doğaya yeniden dönene kadar olan gerek bütün yaşam döngüleri gerekse çevresel sonuçları tanımlanmaktadır. Sürdürülebilir bir mimari tasarım ürünü meydana getirmek için yapının yaşam döngüsü sürecinde ortaya çıkardığı bütün sosyal, kültürel ve çevresel sorunların tespit edilmesi ve bununla beraber bu sorunlara kapsamlı ve sistematik bir yaklaşımla çözümler sunmak gerekmektedir. Sürdürülebilir mimari yapı uygulamalarında yapıların, yaşam döngüsü tasarımı ilkesine uygun bir şekilde inşa edilmesi ile dünyadaki ekosistem dengelerine zarar vermeksizin doğal döngünün bir parçası haline gelmesi amaçlanmaktadır (Kim ve Rigdon, 1998).

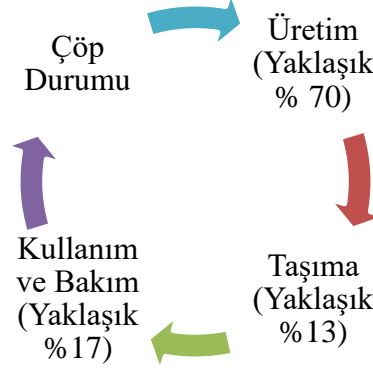
Genel anlamda bir yapının yaşam döngüsü dört evreden meydana gelen ve her kesim tarafından kabul gören bir modelle açıklanmaktadır. Bu evreler; tasarım, yapım, kullanım (işletme) – bakım ve onarım ve yıkım olmak üzere doğrusal bir süreçten oluşmaktadır (Şekil 2.11). Ancak bu doğrusal modelde çevre üzerindeki konulara değinmek açısından bazı eksiklikler bulunmaktadır. Özellikle bu model, yapı malzemelerinin doğadan elde edilmesi, işlenmesi ve sonuçta ortaya çıkan atıkların nasıl değerlendirileceği hakkında yeterli düzeyde bilgi vermemektedir (Ken Yeang, 1995).



**Şekil 2.11.** Geleneksel Yaşam Döngüsü Tasarımı Doğrusal Modeli

Bir yapının yaşam döngüsü tasarımına ait ikinci grafik ise Norman Foster’ın Almanya’nın Regensburg şehrinde tasarladığı Solar Quarter isimli kentsel tasarım projesinin tasarım evresinde yapılan araştırmalar neticesinde ortaya çıkmaktadır. Bu grafik, birçok sürdürülebilir mimari tasarım yönteminin yapılarda uygulanmasını kolaylaştırmaktadır. Aynı zamanda grafikte, üretim, taşıma, kullanım (işletim) –

bakım ve onarım ve yıkım evrelerinde harcanan enerji miktarları da analiz edilmektedir (Şekil 2.12).



**Şekil 2.12.** Normen Foster'ın Yaşam Döngüsü Grafiği

Yaşam döngüsü tasarımı “beşikten-mezara” yaklaşımını esas almaktadır. Bu yaklaşım ile kaynakların yeryüzünden elde edilmesinden yeniden yeryüzüne geri dönene kadar olan bütün süreçlerin çevre üzerindeki etkileri ve sonuçları dikkate alınmaktadır. Yaşam döngüsü tasarımı ilkesi, kaynakların ve malzemelerin kullanılmadan önceki faydalı biçimlerinden, kullanıldıktan sonraki faydalı ve yeniden kullanılabilir biçimlerine dönüşebileceği ve yararlı ömrünün hiç bitmeyen bir şekilde devam edebileceği bir sistem yaratma temeline dayanmaktadır.

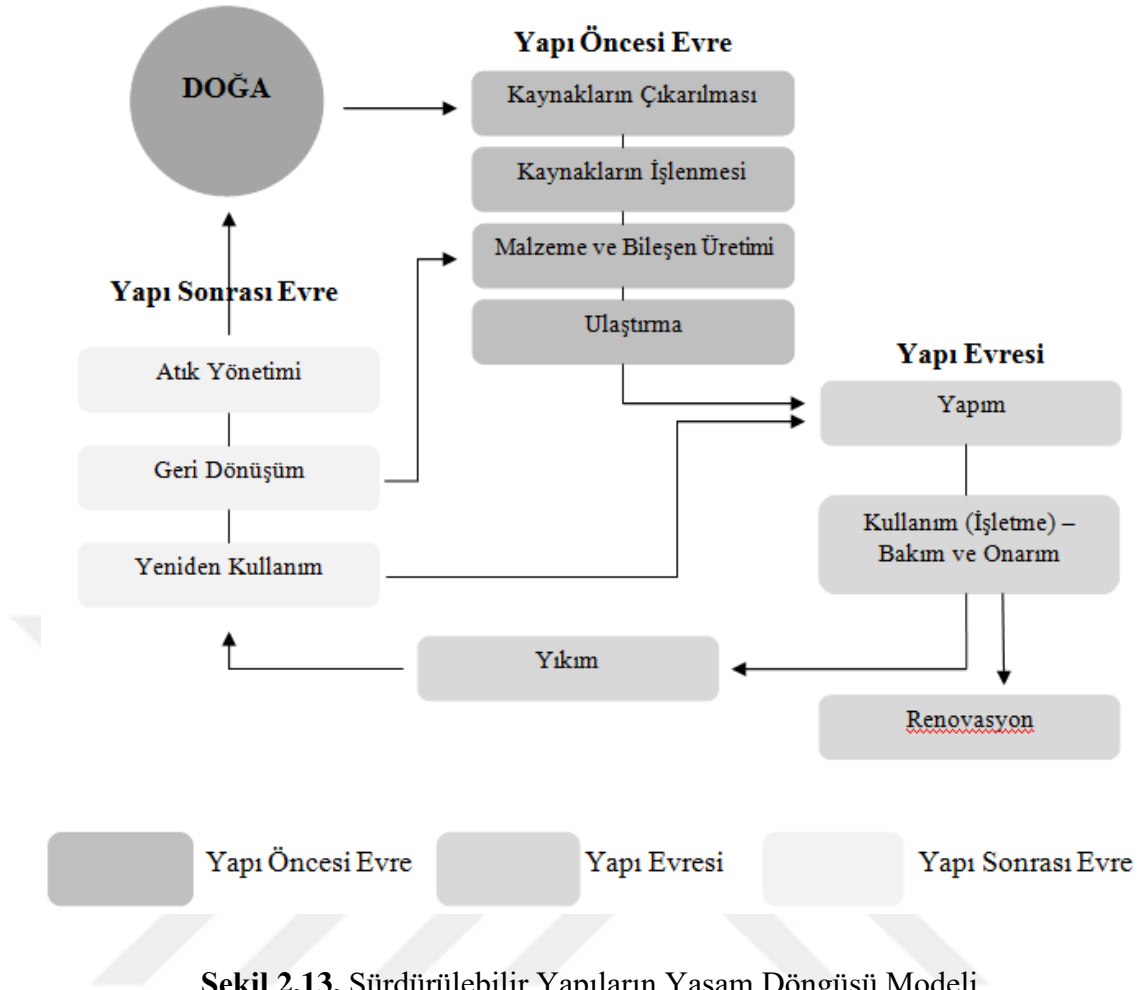
Karlı (2008)'ya göre yapının yaşam döngüsü dört ana süreçten oluşmaktadır (Şekil 2.13). Bunlar:

- Tasarım ve malzeme seçimi
- Üretim ve fabrikasyon
- Yapım, işletim, kullanım ve bakım-onarım
- Yıkım, yeniden kullanım, geri dönüşüm, atıkların yok edilmesi

Tüm bu açıklamalardan yola çıkılarak Yapı Yaşam döngüsü tasarımı üç evrede ele alınmaktadır (Şekil 2.13). Bunlar:

- Yapı Öncesi Evre
- Yapı Evresi
- Yapı Sonrası Evre



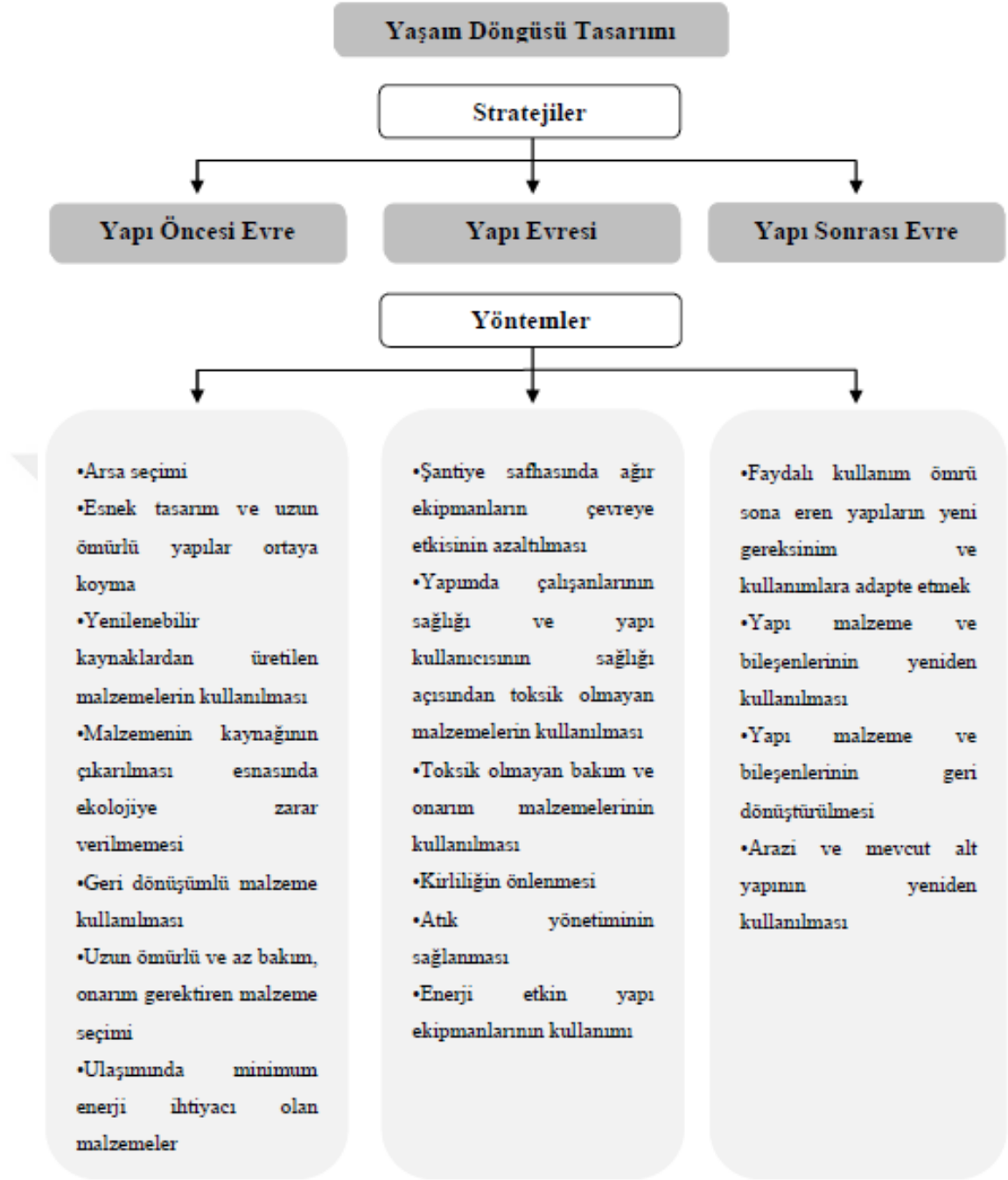


**Şekil 2.13.** Sürdürülebilir Yapıların Yaşam Döngüsü Modeli

**Kaynak:** (Kim ve Rigdon, 1998; Şenel, 2010)

Sürdürülebilir yapı tasarımında yapının yaşam döngüsü, yapı öncesi, yapı ve yapı sonrası evreler çerçevesinde yapı evrelerinin incelenmesiyle, yapının ekosistem üzerindeki etkileri çok daha iyi anlaşılabilir (Şenel, 2010). Bu evrelerin her birinde mimarlıkta sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla uygulanacak farklı farklı stratejiler, yöntemler ve çözüm önerileri bulunmaktadır. Bu yöntemlerden her biri giren kaynak miktarının azaltılması amacına ulaşmak için uygulanmaktadır. Daha az miktarda malzeme tüketimi, tüketilen malzemelerin üretim aşamalarında ortaya çıkan çevresel etkilerin çok daha az olmasını sağlamaktadır. Böylece çok daha az miktarda atık ortaya çıkmaktadır (Şekil 2.14).

## SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ TASARIMDA İLKELER



**Şekil 2.14.** Yaşam Döngüsü Tasarımı İlkesi, Strateji ve Yöntemler

**Kaynak:** (Kim ve Rigdon, 1998; Şenel, 2010)

**1.Yapı Öncesi Evre:** Yapı öncesi evre, yapının inşa edileceği arsanın seçimini, yapı tasarımını ve yapı malzemelerinin üretim süreçlerini içermektedir. Sürdürülebilir mimari tasarımın stratejilerinden biri olan yapı tasarımının, yapının arsasının ve yerinin, yönleniminin, taşıyıcı sistem tasarımının ve yapıda kullanılacak

malzemelerin çevresel ölçekte önceden öngörülmesi bu evrede gerçekleşmektedir (Çelebi, 2003) (Şekil 2.14). Yapı malzemelerinin doğadan elde edilmesi ve toplanması işlemlerinin çevre üzerinde etkileri bulunmaktadır. Örneğin; maden çıkarma işlemi, doğal çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Taşıma işlemi de yapı alanının uzaklığına ve taşınan yükün ağırlığına bağlı olarak yapıldığı için aşırı düzeyde kirlenmeye sebep olabilmektedir. Aynı şekilde yapı malzemelerinin doğadan toplandıktan sonra işlenmesi ve üretimi de fazla miktarda enerji gereksinimi doğurmaktadır ve aynı zamanda çevresel kirlenmeye sebep olmaktadır.

**Arsa Seçimi:** Bu yöntemde yapının tasarımı sırasında arsanın seçimi yapılırken fiziksel çevreyi oluşturan bitki örtüsü, mevcut yapılaşma dokusu, rüzgâr yönü, yıllık yağış miktarı, mevcut su havzaları, yer altı suyu vb. gibi verilerin ayrıntılı bir şekilde araştırılması, var olan altyapıdan faydalanılması önerilmektedir. Bununla beraber yapılaşmanın doğal yaşama olan etkilerinin göz önüne alınması da gerekmektedir. Aynı şekilde arsa seçimi yapılırken arsanın konumu, kentteki toplu taşıma hatlarına yakınlığı, vaziyet planı çizilirken yaya ve araç ulaşımı hatlarının ayrılması vb. gibi önerilerin dikkate alınması gerekmektedir (Tablo 2.13).

**Esnek Tasarım ve Uzun Ömürlü Yapılar Ortaya Koyma:** Bu yöntem ile yapıların kullanım evresi boyunca meydana gelebilecek işlevsel değişikliklere uyum gösterebilecek bir şekilde esnek tasarımının yapılması önerilmektedir. Modüler planlamaya temeline dayanan, gerektiği zaman iç mekânlarda fonksiyonel farklılıkların gerçekleştirilebileceği, soğutma, ısıtma, havalandırma gibi mekanik sistemlerinin ve dahası yapı kabuğunda bile değişikliklerin yapılabileceği bir tasarım önerilmektedir. Bu yöntemde yapıların varlığını uzun süre devam ettirebilmesi ve zaman geçtikçe değişen gereksinimlere cevap verebilmesi amaçlanmaktadır (Sev, 2009). Sürdürülebilir bina tasarımının hedefleri, yerel özellikleri ve binanın çevre üzerinde oluşturabileceği negatif etkileri göz önünde bulundurarak doğal malzemelerin kullanıldığı, çevreye uyum sağlayan ve zarar vermeyen teknolojilerle inşa edilebilen, enerji tasarrufu sağlayan uzun ömürlü binalar tasarlamaktır. Bunun için gereken ön koşul ise iklimsel verileri ve değişime uğrayan çevre koşullarını araştıran belgelerin toplanmasıyla yapı tasarımı için gereken ön verileri oluşturmaktır. Örneğin, güneşin gün içindeki hareketleri, bulutsuz ve bulutlu havaların ortalamaları, nem, yağış ve rüzgâr ortalamaları, yapı tasarımında bina

yerleşiminin ve kabuğunun, planlarda ve kesitlerde mekânsal düzenleme kararlarının oluşturulması bakımından önem arz etmektedir (Karşlı, 2008).

Günümüzde dünyada iklimsel ve yerel veriler çeşitli bilimsel yöntemlerle doğru şekilde elde edilebilmektedir. Aynı zamanda bu verilerin, yapı tasarımlarında kullanıcı konforu ve enerji korunumunun sağlanması açısından önemli katkıları bulunmaktadır. Bu bağlamda nemlilik, yağış, sıcaklık, rüzgâr ve bunlara ilişkin olarak yapının aydınlatma, havalandırma konforu ve ısı kütlesi vb. faktörler çeşitli iklim bölgelerinde yapının yönelimi, yerleşimi ve konstrüksiyonu vb. tasarım kararlarını belirleyen faktörler olmaktadır (Karşlı, 2008) (Tablo 2.13).

***Yenilenebilir Kaynaklardan Üretilen Malzemelerin Kullanılması:*** Bu yöntem mimarlıkta sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla uygulanabilecek öncelikli yöntemlerden biri olmaktadır. Yenilenemeyen kaynaklardan üretilen malzemelerin üretim aşamalarında kullanılacak kaynak doğadan toplanırken yeryüzüne zarar verdiği için bu tür kaynakların kullanımı uygun olmamaktadır. Dolayısıyla yenilenemeyen bu kaynaklar sürdürülemezdirler. Ayrıca yenilenebilir kaynaklardan üretilen malzemelerin hammaddesi kaynağından çıkarılırken ekosisteme zarar vermemektedir. Bu yüzden yenilenebilir doğal kaynaklardan üretilen malzemelerin kullanımı yenilenemez doğal kaynaklardan üretilen malzemelere olan gereksinimi azaltmaktadır (Tablo 2.13).

***Geri Dönüştürülebilir Malzeme Kullanılması:*** Geri dönüştürülebilir malzemeler ortaya çıkan atık miktarını azaltmakta ve atıkların bir yerde depolanması için kullanılmış alanların diğer işlevler için kullanımına olanak vermektedir. Bunun yanı sıra geri dönüştürülebilir malzemeler ham maddesinin kaynağından çıkarılıp, işlenip, elde edilen yeni bir ürüne gelene kadarki süreçte tüketilen enerjiyi en aza indirmektedir (Tablo 2.13).

***Uzun Ömürlü ve Az Bakım, Onarım Gerektiren Malzeme Seçimi:*** Uzun ömürlü ve az bakım, onarım gerektiren malzemelerin kullanımı yenileme amacıyla kullanılan yeni malzemelerin kullanımını engellemektedir. Diğer yandan kullanılmayacak duruma gelen kısa ömürlü malzemelerin yeryüzünde kapladığı atık depolama alanlarının da giderek azalmasına sebep olmaktadır. Ancak bu tür malzemelerin de kullanım sürelerinin bir gün dolması kaçınılmaz olmaktadır. Doğal

olarak yeryüzü bu tür malzemeleri kolay bir şekilde aşındıramamakta ve kendine katamamaktadır. Bu yüzden, böyle malzemeler seçerken uzun ömürlü ve az bakım, onarım gerektiren malzemelerin normal kullanım sürelerinin uzun olmasına ve doğaya döndüğünde ise onun bir parçası olabilmesine dikkat etmek gerekmektedir. Ayrıca ulaşımında minimum enerji ihtiyacı olan malzeme kullanımını da ulaştırma aşamasında kullanılan enerjiden tasarruf sağlamakta ve ulaştırmada kullanılan araçlardan salınan CO<sub>2</sub> gazının daha az miktarda salınması bakımından önem arz etmektedir (Tablo 2.13).

**Tablo 2.13.** Yaşam Döngüsü Tasarımı İlkesi, Yapı Öncesi Evre

YAŞAM DÖNGÜSÜ TASARIMI İLKESİ		
Stratejiler	Yöntemler	Çözüm Önerileri
Yapı Öncesi Evre	Arazi Seçimi	Arsa seçimi yapılırken fiziksel çevre verilerinin ( mevcut yapılaşma dokusu, bitki örtüsü, yıllık yağış miktarı, rüzgar yönü, yer altı suyu, mevcut su havzaları) detaylı araştırılması Yapılaşmanın doğal yaşam üzerinde oluşturacağı etkiler dikkate alınmalı Mevcut altyapıdan yararlanılmalı Bitki örtüsü ve ağaçlara en az düzeyde zarar verilmeli Arsanın toplu taşıma araçlarına yakın olması Yürüme alanlarının ayrılması Karma kullanıma olanak tanınması
	Sürdürülebilir Esnek Yapı Tasarımı	Yapılar kullanım sürecinde oluşabilecek fonksiyon değişikliklerine uyum sağlayacak şekilde esnek tasarlanması Esnek tasarımı sağlayacak modüler planlamanın yapılması ve gerektiğinde iç mekanın, servis sistemlerinin, kabuk sisteminin vb. değiştirilebilmesi Yapı yapısına sabitlenmiş hava, su ve elektrik tesisat sistemlerinin kullanımından kaçınılması İklimsel ve bölgesel verilerin tasarımda girdi olarak kullanılması ile tasarımda enerji korunumu ve kullanıcı konforunun sağlanması Aktif ve pasif konfor sağlama yöntemleri
	Malzeme Seçimi	Yapımda kullanılacak malzemelerin ve bileşenlerin yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi Malzeme üretimi için hammaddenin kaynaktan çıkarılması sırasında çevre ekolojisine zarar verilmemesi Geridönüşümlü, uzun ömürlü, az bakım onarım gerektiren malzemelerin seçimi ve kullanımı ile kaynak tüketiminin azaltılması İnsan ve çevre sağlığı açısından zehirli gaz yayamayan kimyasal malzemelerle bakım ve onarım yapılması Yerel malzemelerin kullanılarak taşımada gereken enerji kullanımının azaltılması

**Kaynak:** (Kim ve Rigdon, 1998; Gültekin, 2007; Şenel, 2010)

**2.Yapı Evresi:** Yapı evresi, yapının yapım ve kullanım (işletme) evrelerini içerir. Yaşam döngüsü tasarımı ilkesinde yapının yapımında ve kullanımında- işletiminde kaynak tüketim miktarının azaltılmasına çalışılmaktadır. Ayrıca bu evre uzun sürede yapının kullanıcı sağlığı üzerindeki etkilerini dikkate almaktadır. Diğer yandan yapıyı kullananların yaşam biçimlerini de göz önünde bulundurmaları

gerekmektedir. Yapıyı kullanan kişilerin tüketimi neticesinde meydana gelen atık ve kirlilik miktarının da en aza indirgenmesi gerekmektedir (Çelebi, 2003) (Şekil 2.14).

***Mevcut Flora ve Faunanın (Biyolojik Çeşitlilik) Korunması:*** Bu yöntem, sürdürülebilir olarak inşa edilmesi düşünülen yapının yakın çevresinde bulunan bitki örtüsü ve bölgesel yaşamla bütünlük sağlayacak ve uyum gösterecek şekilde tasarlanmasını önermektedir. Yapının inşa edilecek alanda var olan fauna ve florayla birbirine bağlanarak bütünleşecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Böylece daha yaşanabilir ve sağlıklı çevrelerin oluşturulabileceği belirtilmektedir (Tablo 2.14).

***Şantiye Safhasında Ağır Ekipmanların Çevreye Etkisinin Azaltılması:*** Bu yöntem, yapım sürecinin dikkatli bir şekilde planlanması gerektiğini önermektedir. Çünkü yapım sürecinin iyi planlanması şantiyede kullanılan ağır iş makinelerinin inşaat alanını işgal etme sürecini kısaltmakta ve sebep olacakları çevresel zararı azaltmaktadır. Örneğin, hassas proje alanlarında yük taşıyan araçların çevre üzerinde yaratacağı zararı önlemek amacıyla yapımda kullanılacak malzemelerin şantiye alanına elle taşınması gerekmektedir. Aynı şekilde, şantiye alanında yapılan kazılarda yerüstü sularının akış doğrultularına müdahale etmeyecek şekilde yapılması gerekmektedir. Bununla beraber yapım süreci sona erdiğinde meydana gelen ürünün arazi biçimlenmesi ile uygun bir şekilde tasarlanmış olması gerekmektedir.

***Yapımda Çalışanların Sağlığı ve Yapı Kullanıcısının Sağlığı Açısından Toksik Olmayan Malzemelerin Kullanılması:*** Bu yöntem, yapılarda toksik olan malzemelerin kullanımının yapımda çalışanların ve vakitlerinin dörtte üçünü yapıda geçiren kullanıcıların sağlığının korunumu açısından engellenmesi için çözümler önermektedir. Örneğin, yapıda kullanılmış olan yapıştırıcı malzemeler yapım süreci sona erdikten yıllar geçmesine rağmen sağlığı olumsuz yönde etkileyecek olan “organik volatil” adı verilen bileşikleri yaymaktadırlar. Aynı şekilde, yapının bakım ve onarım aşamasında kullanılacak temizlik malzemelerinin de içeriğinde toksik madde olmaması gerekmektedir. Çünkü toksik madde içeren bu tür temizlik malzemeleri yapıda bulunan havalandırma sistemi aracılığıyla uzun zaman yapının içerisinde dolaşmaktadır (Tablo 2.14).

***Atık Yönetiminin Sağlanması ve Kirliliğin Önlenmesi:*** Bu yöntemde, sürdürülebilir bina uygulaması bakımından dikkatli planlanan bir atık yönetimi programı ile yapım ve kullanım aşamasında oluşan atıkların öncelikle yeryüzüne zarar vermeyecek bir şekilde doğaya tekrar dönmesinin sağlanması ya da bu atıkların çevreye zarar vermeden toplanması, gruplanması veya geri dönüştürülmesi gerekmektedir. Özellikle şantiye alanında çalışanlar başta olmak üzere bütün ekibin eğitilmesi ile geri dönüşüm ve atık azaltma bilincinin çalışanlara yerleştirilerek atık yönetiminin sağlanması önerilmektedir. Burada üretim aşamasının etkinliğinin artırılması da daha az miktarda atık oluşturulması bakımından önem arz etmektedir (Tablo 2.14).

***Enerji Etkin Yapı Ekipmanı Kullanımı:*** Bu ekipmanların kullanımı, yapıda kullanılan enerji etkinli soğutma, ısıtma, aydınlatma ve havalandırma sistemlerinin işletilmesi için gereken enerji miktarını önemli düzeyde azaltmaktadır. Bu tür ekipmanların kurulum maliyetleri yüksek olmaktadır. Ancak uzun kullanım sürecinde sağlamış oldukları enerji kazanım miktarı ile ekonomik olmaktadır. Bu sebeple bu yöntemin kullanılması çevre üzerine olan olumsuz etkilerin azaltılması ve enerjiden tasarruf edilmesi bakımından oldukça önem arz etmektedir (Tablo 2.14).

**Tablo 2.14.** Yaşam Döngüsü Tasarımı İlkesi, Yapı Evresi

YAŞAM DÖNGÜSÜ TASARIMI İLKESİ		
Stratejiler	Yöntemler	Çözüm Önerileri
Yapı Evresi	Mevcut Flora ve Faunanın Korunması	Biyolojik çeşitliliğin korunumu Mevcut flora ve faunanın korunması ve tasarımda yapı ile entegre edilmesi Toprak kalitesinin korunumu Doğal zeminde yapılacak büyük kazılardan kaçınılması ve topografik yapının korunumu
	Şantiye İşlerinin Çevreye Etkisini Azaltmak	İyi bir şantiye planlaması ile ağır ekipmanların şantiyeye gelip gidişlerinin düzenlenmesi İş makinelerinin doğal ekolojiye zarar vermesinin önlenmesi Zemin suyunun şantiye dışına akmasının engelleyici önlem alınması
	Atık Yönetimi	İnşaat süreci başlamadan önce yüklenici firmaya atık yönetimi ile ilgili poliçe imzalatılması İyi bir atık yönetim programının hazırlanması ile atıkların gruplandırılması Atık yönetimi ile yeni kaynakların elde edilmesi olanağı Atıkların azaltılması
	Enerji Etkin Ekipman Kullanımı	Enerji etkin ekipman kullanımı Yapı malzemelerinin üretim yerinden şantiyeye taşınmasında tüketilen enerjinin azaltılması Yapıda enerji etkin ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma sistemlerinin kullanılarak enerji tüketiminin ve kullanım maliyetinin azaltılması
	İşçi Sağlığının Korunması	Mekânlarda hava kalitesine önem verilmesi Gerektiğinde geçici havalandırma ve ısıtma sistemlerinin kurulması İnsan sağlığına zarar veren zehirli, toksik madde içeren malzemelerin kullanımının önlenmesi

**Kaynak:** (Kim ve Rigdon, 1998)

**3.Yapı Sonrası Evre:** Yapı sonrası evre, yapının kullanım süresi sona erdikten sonra başlamaktadır. Bu evrede yapıda kullanılmış malzemeler ya doğaya atık olarak geri dönmekte ya da başka yapılar için kaynak olarak kullanılmaktadır (Şekil 2.14). Sürdürülebilir mimari tasarım ilkeleri genel olarak geri dönüşüm ve yeniden kullanım yöntemiyle kullanım sonucu ortaya çıkan yapı atıklarının azaltılması amacını esas almaktadır. Günümüzde dünyada üretimi sağlanan katı atık miktarının %60'ı yapıların yapı sonrası evresinde meydana gelen atıklardan oluşmaktadır. Ortaya çıkan bu katı atıkların nerede ve nasıl tekrar değerlendirilmesi gerektiği ile sürdürülebilir mimari ilgilenilmektedir (Çelebi, 2003).

**Yapının Yeni Kullanımlara Adapte Edilmesi:** Bir yapı için tüketilen enerji sadece yapıda kullanılan malzemeler için tüketilen enerji olmamakta, aynı zamanda yapının yapım aşamasında tüketilen enerji de dikkate alınmaktadır. Bu sebepten bir



yapının yeni kullanımlara adapte edilmesi, yapım evresi tekrarlanmadığından bu evrede tüketilmesi gereken enerjinin korunumunu sağlamaktadır. Bu yüzden tasarım evresinde esnek strüktür ve mekân çözümleri, yapının mevcut işlevi sona erdikten sonra başka işlevlere uyum göstermesine olanak sağlamaktadır (Tablo 2.15).

**Yapı Malzeme ve Bileşenlerinin Yeniden Kullanımı:** Bu yöntemde, kullanım ömrünü dolduran bir yapının mevcut haliyle yeniden kullanılması imkânsızsa ya da maliyeti yüksek oluyorsa yapının tuğla duvarları, çelik kirişleri, bölücü duvarları, pencereleri, kapıları, armatürleri vb. gibi malzeme ve bileşenleri ayırt edilerek diğer bir yapıda tekrar kullanılabilir. Bu yöntem ile kaynak tasarrufundan çok büyük bir oranda yararlanılabilmekte, yeni malzeme ve bileşenlerin üretim aşamasında ortaya çıkacak çevresel etkiler önlenebilmektedir (Tablo 2.15).

**Yapı Malzeme ve Bileşenlerinin Geri Dönüştürülmesi:** Yapıda kullanılmış olan malzeme ve bileşenlerinin geri dönüştürülmesi, malzemelerin birbirinden kopması ve bileşenlerine ayrılması olayı zor olabileceğinden mümkün olmayan bir durum olarak gözükebilmektedir. Ancak, alüminyum ve cam gibi geri dönüştürülebilen malzemeler elle yoluyla bile ayrılabilir. Çelik malzeme ise bir mıknatıs yoluyla diğer malzemelerden ayrılabilir. Beton malzeme de diğer yapıların üretiminde agrega olarak kullanılabilir. Tuğla, ahşap gibi malzemeler ise doğal malzemelerden oluştuğu için tekrar kullanılabilir (Tablo 2.15).

**Arazi ve Mevcut Alt Yapının Yeniden Kullanımı:** İnsanların tabiat ile iç içe olmak amacıyla kent merkezinden uzak olan yerleşim alanlarında yaşamak istemesi, verimli tarım alanlarının ve ormanların yerleşim alanı olarak kullanımı, yeni yapılan yerleşim alanlarına altyapı hizmetlerinin götürülmesi gereksinimini ortaya çıkartmaktadır. Ayrıca bu durum, kent alanındaki yayılmaya, kentte terk edilen ve kullanılmayan konutlar ve altyapı sistemlerinin atık durumuna gelmesine sebep olmaktadır. Bu yöntemde, doğaya ve çevreye büyük zararlar veren bu eylemlerin engellenerek, kent alanındaki yayılmanın önlenmesi ve ticaret, konut, çalışma vb. bölgelerinin beraber ele alındığı karma kullanımlı bir gelişim modeli önerilmektedir (Karşlı, 2008; Çelebi, 2003) (Tablo 2.15).

**Tablo 2.15.** Yaşam Döngüsü Tasarımı İlkesi, Yapı Sonrası Evre

YAŞAM DÖNGÜSÜ TASARIMI İLKESİ		
Stratejiler	Yöntemler	Çözüm Önerileri
Yapı Sonrası Evre	Yapının Yeni Kullanımlara Adapte Edilmesi	Mevcut yapının işlevsel ömrünü tamamladıktan sonra yeni kullanımlara adapte edilebilmesi ve bu sayede yeniden üretim için gerekli enerjiden tasarruf sağlanması
		Tasarım aşamasında yapılar için esnek mekânlar ve buna olanak sağlayacak yapılar için çözümleri geliştirilmesi
	Malzemelerin Yeniden Kullanımı	Yeniden kullanımı mümkün olmayan yapıların çelik kirişleri, tuğla duvarları, bölücü duvarları, kapıları, pencereleri, armatürleri vb. malzeme ve bileşenlerinin seçilmesi ve başka bir yapıda yeniden kullanılması
	Malzemelerin Geri Dönüştürülmesi	Çelik, alüminyum, cam vb. yapı malzeme ve bileşenlerinin sınıflandırılması ve ayrıştırılması ile geri dönüştürülmesinin sağlanması, dolayısıyla kaynak tasarrufu sağlanması
		Geri dönüştürme faaliyetlerinin yasalarla desteklenerek zorunlu hale getirilmesinin sağlanması
	Arazi ve Altyapının Yeniden Kullanılması	Mevcut arazilerin yeniden kullanılması ile kentsel yayılmanın engellenerek ormanlar ve verimli tarım alanlarının korunması
Konut, ticaret ve çalışma bölgelerinin birlikte ele alındığı karma kullanımlı gelişim modelinin uygulanması		

**Kaynak:** (Kim ve Rigdon, 1998; Şenel, 2010)

### 2.1.8.3. İnsan için tasarım ilkesi

İnsan için tasarım ilkesi, sürdürülebilir mimari tasarımın en son ama belki de en önemli ilkesi olmaktadır. Kaynakların korunumu ve yaşam döngüsü tasarımı ilkeleri koruma ve verimlilik ile ilgilenirken insan için tasarım ilkesi küresel ekosistemi meydana getiren her bir parçanın yaşam ömrünü arttırmayı amaçlamaktadır. Bu ilke, öncelikle başka insanları ön planda tutan ve insancıl yaklaşımların esas alındığı bir temele dayanmaktadır. Dünyadaki hayatın sürekliliğini sağlamaya ve yeryüzünde yaşayan tüm canlı varlıklara sahip oldukları esas değerlerini kazandırmayı amaç edinmektedir. İnsan hayatının devam etmesi için de tür piramidinde yer alan diğer zincir elemanlarının da devamlılığının sağlanması gerekmektedir.

Günümüzde modern yaşam süren toplumlarda, yaşamın %70'i kapalı mekânlarda geçmektedir. Bu yüzden, mimarlık mesleğinin ana hedefi, kullanıcıların sağlığının, psikolojik ve fiziksel konforunun, güvenliğinin ve üretkenliğinin sürekliliğini sağlamaktır (Wolley ve Kimmins, 2002). Bu hedef doğrultusunda geliştirilen yöntemler ise **Şekil 2.15**'te verilmektedir.

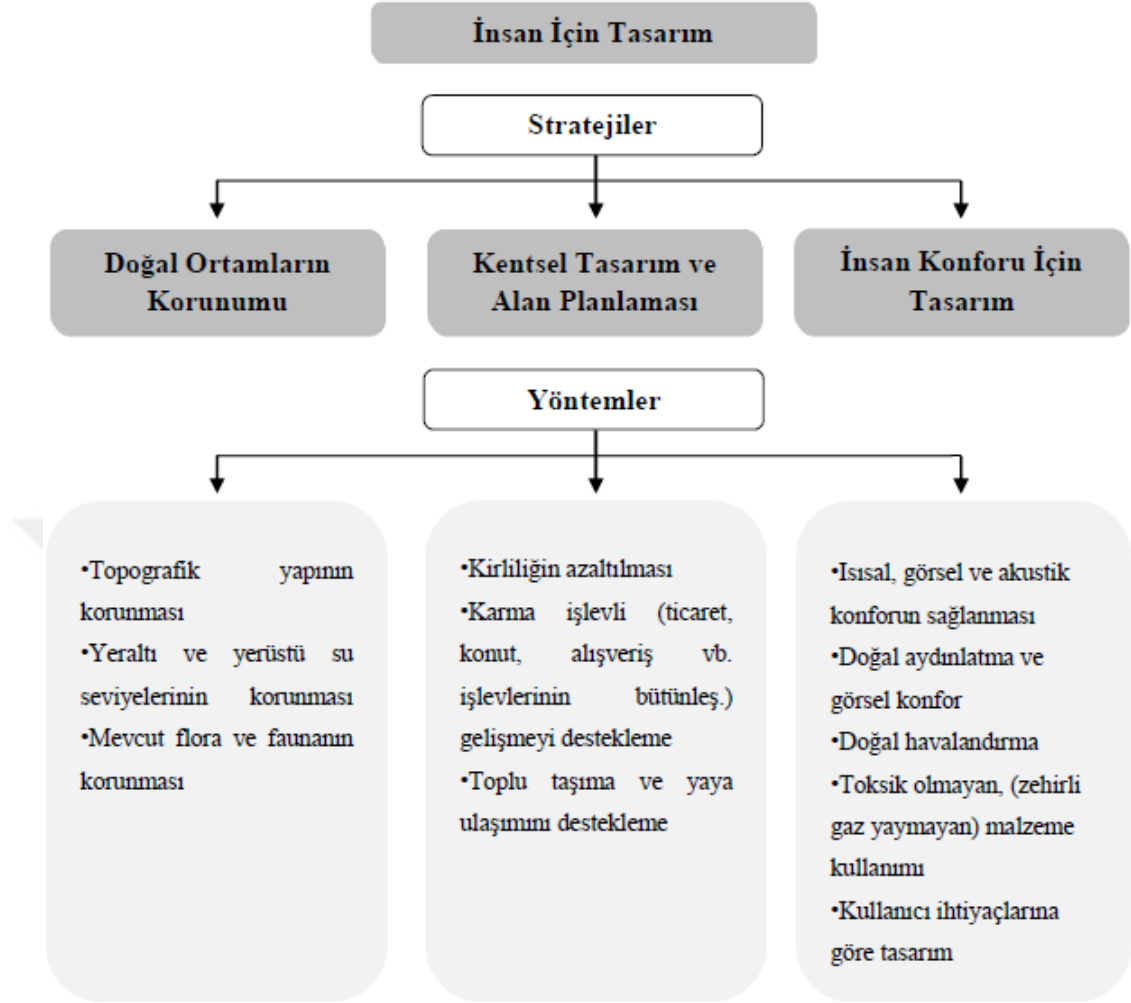
Bu amaçla tasarlanmış yapay çevrelerde diğer canlı türlerinin ve insanların iç içe yaşamak zorunluluğu bulunmaktadır. Ancak, bu yapay çevrelerin yaşam kalitesi genellikle göz ardı edilmekte ve yalnızca enerji korunumu bakımından değerlendirilmektedir. Diğer yandan bu çevresel konulara hiç değinmeyen sadece form, stil vb. konular üzerine tasarımlar yapan mimarların sayısı da oldukça fazla durumdadır.

Bir yapıda enerjiden tasarruf sağlamak amacıyla seçilmiş olan bir ürünün tasarım performansına olan etkilerinin de göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Ayrıca, bu ürünün yerine kullanılan diğer ürünlerden ne gibi farklılıklarının olduğu ve ne gibi avantajlar sağlayabileceğinin belirlenmesi gerekmektedir. Örneğin, enerjiden tasarruf sağlamak amacıyla üretilen ilk flüoresan ışık kaynakları, gerek etrafa yaymış oldukları kalitesiz ışık gerekse çıkarmış oldukları ses nedeniyle kullanılan mekânın performansını negatif yönde etkilemektedir.

İnsan için tasarım ilkesi, üç önemli yöntem içermektedir. Bunlar:

- Doğal ortamların korunumu
- Kentsel tasarım ve arazi planlaması
- Konforlu yapı tasarımı

## SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ TASARIMDA İLKELER

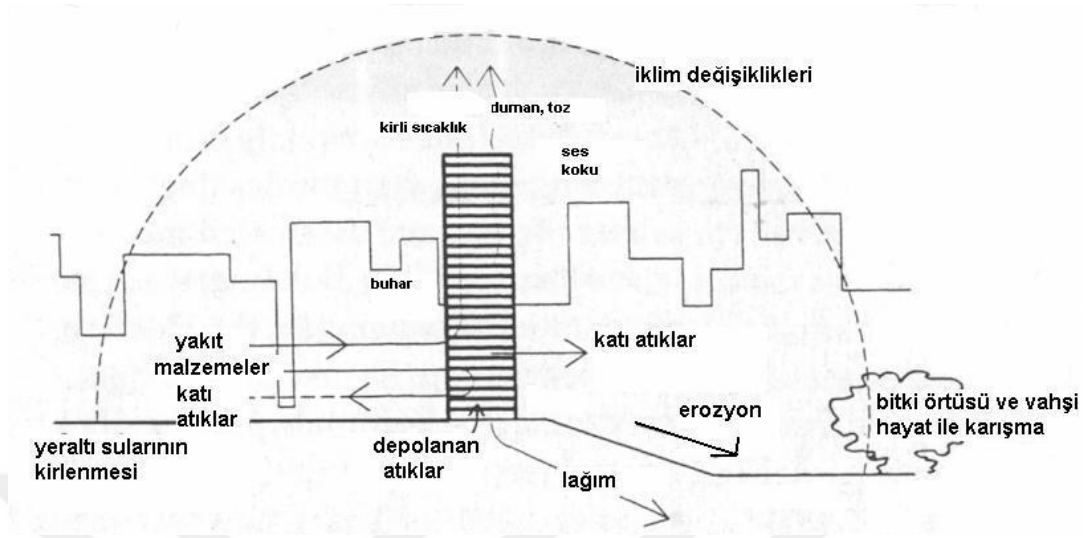


Şekil 2.15. İnsan İçin Tasarım İlkesi, Strateji ve Yöntemler

**Kaynak:** (Kim ve Rigdon, 1998)

**1.Doğal Ortamların Korunumu:** Tasarımcılar tarafından oluşturulan yapay çevreler doğal çevreler, doğal sistemler ve ekosistem üzerinde çok fazla sayıda negatif etki yaratmaktadır. Yapay çevrelerdeki bu negatif aktiviteler neticesinde doğal çevreler üzerinde bulunan çeşitlilik gün geçtikçe azalmakta ve bazı canlı türlerinin nesilleri tükenmektedir (Şekil 2.16). Bu sebeple, tasarımcıların ve mimarların bu yapay çevrelerin ve yapıların etrafında var olan doğal ekosisteme yaptığı negatif etkileri azaltması gerekmektedir. Yapıların inşa edilmeden önceki koşullar nasılsa, inşa edildikten sonraki koşulların da aynen sürdürülmesine çalışmaları gerekmektedir. Bu her ne kadar imkânsız gibi gözükse de, belki de

ekolojik tasarımlar yapan çoğu tasarımcı ve mimar buna yönelik faaliyetlerini sürdürmektedirler.



**Şekil 2.16.** Tasarımcılar Tarafından Oluşturulan Yapay Çevrelerin Ekosistem Üzerindeki Etkileri

**Kaynak:** (Özmehmet, 2005)

**Topografik Yapının Korunması:** Bu yöntem, bir yapının üzerinde bulunduğu alanın var olan topografik özelliklerine uyması gerektiğini belirtmektedir. Bir arazinin topografik olarak tekrar biçimlendirilmesi hem maliyeti artırmakta hem de mikro klima iklimsel özellikleri negatif doğrultuda etkilemektedir. Aynı şekilde, topografya üzerinde yapılacak bazı yükseltmeler, kazılar vb. işlemler de doğal kaynakların gereksiz tüketimine sebep olmaktadır. Örneğin, bu tip topografik değişiklikler rüzgârın hareketlerini ve yerüstü ve yeraltı sularının akışını değiştirmekte ve ekosistemi olumsuz yönde etkilemektedir (Tablo 2.16).

**Yeraltı ve Yerüstü Su Seviyelerinin Korunması:** Bu yöntem, yapı alanında yapılacak kazıların alan içerisindeki mevcut yerüstü ve yeraltı sularının akışını engellememesi ve akış yönünü değiştirmemesi gerektiğini belirtmektedir. Mevcut su havzası üzerine yerleştirilecek olan herhangi bir yapı su dengesini bozmaktadır. Eğer zeminde bulunan su yapılan herhangi bir kazı esnasında zedelenirse suyun yüzeyde oluşan kirlilik nedeniyle su kullanılamaz bir hale gelmektedir. Bu yüzden, bu yapılarda mevcut su seviyesinin altındaki bölümlerde su yalıtım önlemlerinin alınması gerekmekte ve sonuçta kaynak kaybı da artmaktadır (Tablo 2.16).

**Mevcut Flora ve Faunanın Korunması:** Bu yöntem, yapı alanının yakın çevresindeki bölgesel vahşi yaşamın ve tüm bitkilerin yapı alanının ayrılmaz bir ögesi olarak görülmesi ve yapı ile iç içe olacak bir tasarım kurgusu olması gerektiğini belirtmektedir. Bu öğelerin bir sorun olarak değil, aksine korunması gereken bir kaynak olarak görülmesi gerekmektedir (Tablo 2.16).

**Tablo 2.16.** İnsan İçin Tasarım İlkesi, Doğal Ortamların Korunumu

İNSAN İÇİN TASARIM İLKESİ		
Stratejiler	Yöntemler	Çözüm Önerileri
Doğal Ortamların Korunumu	Topografik Yapının Korunumu	Yapının üzerinde yer aldığı alanın mevcut topografik özelliklerine uyum sağlaması
		Topografyada yapılacak kazılar, yükseltmeler vb. işlemlerle mikro iklimin olumsuz yönde etkilenmesinden kaçınılması
		Gereksiz kaynak tüketimine neden olacak işlemlerden kaçınılması
	Yer altı ve Yüztü Su Seviyelerinin Korunumu	Yapı alanında yapılacak kazılarla hidrolik süreçlere zarar verilmesi önlenmeli
		Yapılan kazılar ve yapım faaliyetleriyle zemin suyunun kirlenmesi önlenmeli
	Mevcut Flora ve Faunanın Korunumu	Mevcut flora ve faunanın korunması
		Doğal yaşam alanlarının korunumu
		Zarar görmüş olan ekosistemin onarılması
		Mevcut yapı ve altyapıların ekolojik ölçütler çerçevesinde onarılarak yeniden kullanılması
Üretimi sırasında doğal dengeleri bozan maddelerin kullanıldığı yapı malzemelerinden kaçınılması		

**Kaynak:** (Kim ve Rigdon, 1998; Şenel, 2010)

**2. Kentsel Tasarım ve Alan Planlaması:** Kentler, komşuluk birimleri ve bütün coğrafi bölgeler su ve enerji tüketimini azaltmak amacıyla yapılmış bütünleşik bir planlamadan faydalanabilmektedir. Bunun sonucunda kirlilikten ırak bir doğal çevre ve huzur veren bir kent oluşabilmektedir.

Bu aşamada hem fiziksel çevre konforunun sağlanmasına çalışılması, hem de oluşturulan yapay çevrede yaşayan insanların paylaşımı bilen, uyum sağlayabilen, yardım sever ve çevre bilinci gelişmiş gruplardan oluşması gerekmektedir.

Bir kentin, o kenti oluşturan en küçük biriminden başlanarak tasarlanması imkânsız olduğu için bu aşamada planlamanın ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Günümüzde kent boyutunda uygulanmış tüm mevcut sürdürülebilir

tasarım örnekleri sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla yönelik kararlara bağlanmış çoğu imar yasasının kısıtlanması ile ortaya çıkmaktadır. Bu örnekler ya bir kent merkezi ya bir konut bölgesinin bir kısmı ya da bir sürdürülebilir kent ulaşım planının yine sürdürülebilir bir parçası olmaktadır.

***Kirliliğin Azaltılması:*** Bu yöntem, kentsel sürdürülebilirliğin gerçekleştirilmesi amacıyla kentlerde önemli bir sorun haline gelen atıkların azaltılmasını, su, hava, işitsel ve görsel kirliliklerin önlenmesi gibi hedefleri kapsamaktadır.

***Karma İşlevli Gelişmeyi Destekleme:*** Bu yöntem, kentsel ölçekte sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla, ticaret, barınma ve çalışma alanlarının birbirine yakın olması veya bir arada planlanması gerektiğini belirtmektedir. Böylece insanlar yaşamlarını iş yerlerine yakın olan yerleşim yerlerinde devam ettirebilecek ve yirmi dört saat kullanılan kent alanları da daha güvenli alanlar haline gelebilecektir.

***Toplu Taşıma ve Yaya Ulaşımını Destekleme:*** Bu yöntem, mimarlık alanında kentsel sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla toplu taşıma ulaşımını desteklemek, bisiklet sürücüleri için olanak yaratmak ve insanlara başka ulaşım alternatifleri sunmak için çözüm önerileri içermektedir. Günümüzde kent trafikleri fazla sayıda araç barındırdığı için çok kalabalık bir hal almaktadır. Bu durum hava ve gürültü kirliliği, trafik sıkışıklığı vb gibi sorunlara sebep olmaktadır. Ayrıca araç sayısının fazla olması nedeniyle park alanlarına olan gereksinimin artması kentsel alanların farklı amaçlar için kullanılmasına engel olmaktadır. Bu sorunların kesin olarak çözümü için ulaşım alternatiflerinin artırılması, toplu taşımanın özendirilmesi ve yaya ulaşımının desteklenmesi gerekmektedir. Böylece özel araç kullanımı, hava kirliliği ve CO<sub>2</sub> emisyonlarının azaltılması sağlanmış olacaktır.

**Tablo 2.17.** İnsan İçin Tasarım İlkesi, Kentsel Tasarım ve Alan Planlaması

İNSAN İÇİN TASARIM İLKESİ		
Stratejiler	Yöntemler	Çözüm Önerileri
Kentsel Tasarım ve Alan Planlaması	Kirliliğin Azalt.	Atıkların azaltılması
		Görsel, işitsel kirliliğin; Gürültü, hava ve su kirliliğinin önlenmesi
	Karma İşlevli Gelişmeyi Destekle.	Ticaret, konut, çalışma, alışveriş vb. işlevlerinin bütünleştirilmesini öngören gelişmenin desteklenmesi
		Sıkı komşuluk ve topluluk için modeller geliştirilmesi
	Toplu Taşıma ve Yaya Ulaşımını Destekleme	Yapıların mümkün olduğunca gruplandırılması
		Yakın hizmet alanlarına ulaşım için yaya yolları ve bisiklet yolları tasarlanması
Yaya ceplerinin oluşturulması		
İnsan etkin konforlu taşımacılık sağlanması		
Kentsel tasarımın toplu taşımacılıkla bütünleştirilmesi		

**Kaynak:** (Kim ve Rigdon, 1998; Şenel, 2010)

**3.İnsan Konforu İçin Tasarım:** Sürdürülebilir mimari tasarım, insan konforu üretkenliği artırdığı, stresin oluşmasını engellediği ve insan sağlığını olumlu yönde etkilediği için insan konforu için tasarımı göz önünde bulundurmaktadır. İnsan konforunun sağlanması ancak fiziksel çevrenin kontrol altında tutulması ile gerçekleşmektedir. Ancak, aşırı sıcak yaz günlerinde iç mekânlarda konforu sağlamak amacıyla havalandırma cihazlarının yaygın kullanımı hem aşırı elektrikli alet kullanımına hem de termik santrallerde yakıt olarak kullanılan fosil kaynakların tüketiminin artmasına sebep olmaktadır. Bu nedenden, bir taraftan insan konforunun sağlanmaya çalışılması, diğer taraftan harcanan kaynakların miktarının azaltılmaya çalışılması gerekmektedir. Ayrıca bu tür havalandırma cihazları çalıştıkları zaman zarfında ozon tabakasını olumsuz yönde etkileyen CFC gazlarını yaymaktadırlar. Bu özellikleri nedeniyle tasarımcılar tarafından kullanılmaması, aksine güneş, rüzgâr vb. gibi yenilenebilir doğal kaynaklardan yararlanılması gerekmektedir.

**Isısal, Görsel ve Akustik Konforun Sağlanması:** Bu yöntemde, insan konforunun sağlanması ve sağlıklı ve konforlu bir iç mekân yaratmak için iç mekânda bulunan biyoklimatik özellikler önem taşımaktadır. İç mekânın ısısal dengesi, çevredeki elemanların ısı iletkenlik özellikleri ve yüzey sıcaklıkları, mekânsal havanın hareketleri ve bağıl nem düzeyi vb. gibi fiziksel özellikler kullanıcıların konfor şartlarını etkilemektedir. Örneğin, insanlar çok soğuk ya da çok



sıcak mekânlarda rahatsız olmaktadır. Bir mekândaki işler için gereken uygun aydınlatma sağlanamazsa kullanıcılar için o mekân konforsuz bir hal almaktadır. Ayrıca kontrol edilemeyen arka plandaki gürültü, çalışanların gürültüsü ya da mekândaki makine gürültüsü de rahatsız edici düzeyde olabilmekte ve çalışanlarda duyma sorunlarına yol açabilmektedir. Aynı şekilde, işitsel ve görsel olarak oluşan mahremiyet de iç mekânların konforunu etkilemektedir. Bu bağlamda, mimari bir tasarımda göz önünde bulundurulması gereken unsur, yapıda insanın konfor koşullarına uygun olarak nem, ısı, su ve akustik hesapların birlikte ele alınarak analiz edilmesi olmaktadır (Karlı, 2008) (Tablo 2.18).

***Doğal Aydınlatma ve Dış Mekânla Görsel Bağlantının Sağlanması:*** Gün boyunca bulutların ve güneşin hareketiyle yeryüzündeki ışık açıları değişmektedir. Tüm insanların gündüz ve gece döngüsüne bağlı olan içsel saatleri bulunmaktadır. Bu içsel saatin doğru bir şekilde çalışması ise, mekândaki açıklıklara bağlı olarak gerçekleşmektedir. Örneğin, dış mekânla olan görsel ilişkisi yetersiz olan ve az ışık alan mekânlar psikolojik ve fiziksel sorunlara sebep olmaktadır. Bu sebeple, iç mekâna giren gün ışığının, kontrollü ve dengeli bir şekilde mekâna dağılması, kamaşma ve yansımaların önlenmesi gerekmektedir. Bunun sağlanması için de yapı cephelerinde açısız, yansıtıcı, seçici, elektrokromik, fotokromik ve renkli camların kullanımının yanı sıra ışık rafları ve güneş kontrol elemanlarının kullanımı faydalı olmaktadır (Sev, 2009) (Tablo 2.18).

***Doğal Havalandırma:*** İç mekânda oluşan ısısal farklılıklar nedeniyle meydana gelen hava hareketleri neticesinde, kullanılmış havanın dışarı verilmesi ve aynı oranda temiz havanın iç mekâna alınması biçiminde oluşan döngü doğal havalandırma olarak tanımlanmaktadır. Yapı kullanıcılarının sağlığı ve konforu için taze ve temiz havanın mekâna alınması gerekmektedir. Temiz havanın faydaları oksijen gereksiniminin çok ötesinde olmaktadır. Mekân içinde devamlı aynı havanın sirkülasyonu türlü bakterilerin üremesine ve yapıda kullanılan kimyasalların insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin artmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle, yapıda sağlıklı malzemeler seçilerek ve açılabilir pencereler kullanılarak kullanıcıların soğutma, ısıtma ve havalandırma konularında mekânı kontrol edebilmelerinin sağlanması gerekmektedir (Tablo 2.18).

***Toksik Olmayan (Zehirli Gaz Yaymayan) Malzeme Kullanımı:*** Bu yöntem, kullanıcı sağlığını olumsuz yönde etkileyen malzeme kullanımını önlemeye yönelik çözüm önerileri içermektedir. Yapıda kullanılan kimyasal madde ve malzemelerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri uzun dönemde ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, yapıda toksik olmayan ve zehirli gaz yaymayan kimyasal malzemelerin kullanılması gerekmektedir. Örneğin, tarih boyunca yapılarda kullanılan asbestin insan sağlığı üzerine yarattığı olumsuz etkiler bu tür malzemelerin kullanılmaması gerektiğini göstermektedir. Aynı şekilde, sertleşmesi amacıyla arsenik emdirilmiş ahşap malzemelerin yapılarda kullanımının da engellenmesi gerekmektedir. Yapılarda bu tür toksik olan malzemelerin kullanımının yerine doğal kumaşlar, ahşap vb. gibi mekânın iklimini dengeleyen, üretim aşamasında çevre ve insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen atık maddeler oluşturmayan, radyoaktivitesinin doğal olan ortamdaki daha az olduğu, kullanımı sırasında iç mekânda zehirli ve toksik gaz yaymayan malzemelerin kullanımının tercih edilmesi gerekmektedir (Karlı, 2008; Topar, 1996) (Tablo 2.18).

***Kullanıcı İhtiyaçlarına Göre Tasarım:*** Sürdürülebilir mimari tasarımın ana amacı uzun süre kullanılabilen, sağlam, değişen her şarta ve işleve uyum sağlayabilen, farklı fiziksel özelliklere ve farklı yaş gruplarına sahip kullanıcılara cevap verebilen yapılar tasarlamaktır. Bir yapıdan ne kadar fazla kullanıcı yararlanabilirse o yapının faydalı yaşam süresi de o kadar fazla sürmektedir (Tablo 2.18).

**Tablo 2.18.** İnsan İçin Tasarım İlkesi, İnsan Konforu İçin Tasarım

İNSAN İÇİN TASARIM İLKESİ		
Stratejiler	Yöntemler	Çözüm Önerileri
İnsan Konforu İçin Tasarım	Isısal, Görsel ve Akustik Konforun Sağlanması	Doğal aydınlatma ve dış mekânla görsel bağ kurulması  Binada enerji etkin bir aydınlatma donatımının kullanılması ve görsel konforun sağlanması
	Doğal Aydınlatma ve Dış Mekânla Görsel Bağlantı	Gün ışığının iç mekânda yeterli düzeyde aydınlık sağlanması ile kullanıcı üretkenliği ve memnuniyetinin sağlanması  Cephelerde açılabilir seçici, yansıtıcı, fotokromik ve renkli camların yanı sıra güneş kontrol elemanları ve ışık rafları kullanılması
	Doğal Havalandırma	Kullanıcıların sağlık ve konforu için mekâna temiz hava sağlanması  Yapıda açılabilir pencerelerin kullanımı kullanıcıların havalandırma, ısıtma, soğutma konularında ortamı kontrol edebilmeleri
	Toksik Olmayan Malzeme Kullanımı	İç mekânın elektroiklimsel dengesini bozan ve iç mekân hava kalitesi düşüren malzemelerin kullanımından kaçınılması  Üretiminde insan ve çevre sağlığını olumsuz etkileyen atık maddeler oluşturmayan, kullanım aşamasında iç mekânda zehirli gaz yaymayan malzemelerin kullanılması
	Kullanıcı İhtiyaçlarına Göre Tasarım	Sağlam, farklı şartlara, değişen fonksiyonlara ve farklı kullanıcılara uyum sağlayabilen yapılar ortaya koymak

**Kaynak:** (Kim ve Rigdon, 1998; Şenel, 2010)

### 2.1.9. Sürdürülebilir bina kavramı

1996 yılında Birleşmiş Milletler Eğitim Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO) ve Uluslararası Mimarlar Birliği (UIA) tarafından düzenlenen Mimarlık Eğitimi Koşuluna göre gelecekte yaşanabilir çevreler meydana getirmek için benimsenmesi gereken amaçlar belirtilmektedir. Bunlar:

- Yerleşim yerlerinde bulunan tüm insanlar için insancıl bir yaşam kalitesi
- İnsanların, sosyal, kültürel ve estetik ihtiyaçlarına saygılı bir teknik uygulama; yapılı çevrenin ekolojiye duyarlı ve sürdürülebilir gelişimi
- Herkesin kendi malı ve sorumluluğu olarak görüp değer verdiği bir mimari olarak belirlenmiştir.

Bu amaçların bir arada toplandığı sonuç ürün, günümüzdeki sürdürülebilir bina kavramını tanımlamaktadır (Özmehmet, 2007).

Yerel ve küresel çevreye etkileri gibi mikro ölçekten makro ölçeye kadar uzanan birçok kritere göre tasarlanan ve sonuçta ortaya çıkan performansına göre yapıya **sürdürülebilir bina** tanımlaması yapılmaktadır (Özmehmet, 2005). Sürdürülebilir mimari tasarım ya da yeşil binalar ile sürdürülebilir binalar her ne kadar aynı kavram gibi düşünülse de bu iki kavram arasında farklılıklar bulunmaktadır (Yılmaz, 2012).

Landman (1999)'a göre sürdürülebilir bina, “Kaynakların kullanımında etkin olan malzeme ve metotların kullanıldığı ve çevrenin sağlığı ile kullanıcı, inşaat işçisi, genel halk veya gelecek nesillerin ortak sağlığından ödün vermeyen binaların tasarımı ve inşa edilmesidir” şeklinde tanımlanmaktadır (Landman, 1999).

Raynsford (2000)'a göre ise sürdürülebilir bina, “Yaşam kalitesi ve müşteri memnuniyetini sağlayan yapım değerini ortaya çıkarmayı hedefleyen, gelecekteki kullanıcı değişikliklerinin sağlanması için esneklik ve potansiyel sunan, makul doğal ve sosyal çevreyi destekleyen ve kaynakların etkin kullanımını artıran sürdürülebilir gelişimin bir parçasıdır” şeklinde tanımlanmaktadır (Raynsford, 2000).

Yüksek performanslı bina ise “Tasarım, inşaat ve tüm kullanım ömrü boyunca kaynak tüketimini minimize eden ve kullanıcılar için sağlıklı ve sürdürülebilir ve yeşil prensipleri aracılığıyla üretici bir çevre yaratılmasını sağlayan binadır” şeklinde tanımlanmaktadır (Riley vd., 2004).

Magent (2005)'e göre ise yüksek performanslı bina, “Kullanıcılar için, sağlıklı ve üretici bir çevre yaratırken kaynak kullanımını minimize eden ve sistemlerin entegrasyonu ile birlikte ilk yatırım maliyetini düşürürken mümkün olan en az yaşam süresi maliyetine maruz kalan binadır” şeklinde tanımlanmaktadır (Magent, 2005).

Tüm bu tanımlamalardan yola çıkarak sürdürülebilir bina kapsamı **Şekil 2.17**'de verilmektedir.



**Şekil 2.17.** Sürdürülebilir Bina ve Yeşil Bina Kapsamı

**Kaynak:** (Yılmaz, 2012)

Şekil 2.17’den anlaşıldığı üzere yeşil binalar, yenilenemez enerji (yakıt) kaynaklarının tüketimi, su, arazi, malzeme tüketimi, yeşil bina gaz ve diğer atmosferik emisyonlar, arazi ekolojisinin etkisi, katı ve sıvı atık, iç hava kalitesi, aydınlatma, akustik, performans bakım ve işletimi konularını içinde bir arada barındıran bir kapsam olarak ele alınırken; sürdürülebilir binalar bu konulara ek olarak uzun ömürlülük, uygulanabilirlik, esneklik, etkinlik, deprem, sel, fırtına ve diğer güvenlik koşulları, sosyal ve ekonomik değerlendirmeler, şehir bölge planlama konularını da içinde bir arada barındıran bir kapsam olarak ele alınmaktadır.

Ayrıca, Kibert (2005) geleneksel bina tasarım ve yapımının maliyet, zaman ve kalite üzerine odaklandığını, sürdürülebilir bina tasarım ve yapımının ise bu hedeflere ek olarak, kaynak tüketimini azaltması, çevresel bozulmayı azaltmayı ve sağlıklı bir yapılaşmış çevre yaratmak üzerine odaklandığını belirtmektedir (Kibert, 2005).

### 2.1.10. Sürdürülebilir bina yapım ilkeleri

Sürdürülebilir bina yapım ilkeleri ilk defa 1994 yılında Kibert tarafından altı ilke olarak ortaya çıkmaktadır. Daha sonra Kibert, 2005 yılında yaptığı diğer bir çalışma ile bu altı ilkeye yeni bir ilke daha eklemektedir (Kibert, 1994; 2005). Bunlar:

- Kaynak tüketiminin minimize edilmesi (Koruma)
- Kaynakların yeniden kullanılmasının maksimize edilmesi (Yeniden kullanım)
- Yenilenebilir veya dönüştürülebilir kaynakların kullanımı (Yenileme /Dönüştürme)
- Doğal çevreyi koruma (Doğayı koruma)
- Sağlıklı ve zehirli olmayan bir çevre yaratma (Zehirli olmayan)
- Yapay çevreyi yaratmada kaliteyi sürdürme (Kalite)
- Yaşam döngüsü maliyetinin (Life Cycle Cost-LCC) kullanılması

Bu ilkelerin mimarlıkta sürdürülebilirliğin gerçekleştirilmesi için bina yaşam döngüsünün bütün evrelerinde uygulanması öngörülmektedir.

Foundations (2002) tarafından sürdürülebilir bina yapımına yönelik belirlenen ilkeler ise şu şekildedir (Hoşkara, 2007):

- **Yerleşim:** Yapıların içinde buldukları çevreyle uyumlu olarak yerleştirilmesi, mevcut arazilerin yeniden kullanılması, ulaşım ve altyapı hizmetleri geliştirilmiş yapı alanlarının seçilmesi
- **Malzemeler:** Yapımda yerel, geri dönüştürülmüş, düşük gömülü enerjili malzemelerin kullanılması
- **Yapım Teknikleri:** Yapının yapım, kullanım ve kullanım sonrası evrelerinde enerji ve su tasarrufu yaparak, atık oluşumunu azaltacak çevresel tekniklerin kullanımı
- **Bilgi İletişim Teknolojileri:** Toplumun bina tasarım ve yapımı konusunda bilgilendirilmeli, kullanıcıların bina planlama ve tasarımıyla ilgili olmaları
- **Yerel Kaynaklar:** Yerel kaynakların kullanımının desteklenmesi, yapı malzemelerinin ulaştırılmasındaki enerji kullanımının azaltılması

- **Toplum Katılımı:** Toplum, hepsi için güvenli ve ulaşılabilir olacak kendi bölgelerindeki binaların planlama ve tasarımları hakkında bilgilendirilmeli ve bu binaların planlama ve tasarımı ile meşgul olmalıdır.

Bu bölüme kadar genel olarak Kibert'in 1994 ve 2005 yıllarında ve Foundations'un 2002 yılında sürdürülebilir bina yapım ilkelerine yönelik yapmış olduğu çalışmalarından çevresel ölçekte bahsedilmektedir. Ancak, sürdürülebilir bina yapımının çevresel ölçeğine ek olarak sosyal, ekonomik ve kurumsal ölçeklerinden de bahsetmenin daha doğru bir yaklaşım olduğu görülmektedir (Hoşkara, 2007).

#### ***Sosyal Ölçekte Sürdürülebilir Bina Yapım İlkeleri:***

- Yapılaşmış çevrenin oluşturulmasında kalitenin artırılması (Kalite)
- Sosyal adaletin geliştirilmesi (Adalet)
- Sosyal güvencenin sağlanması (Güvenlik)
- Yerel kimlik ve kültürel değerlerin korunması (Koruma)

#### ***Ekonomik Ölçekte Sürdürülebilir Bina Yapım İlkeleri:***

- Üretimin artırılması (Büyüme)
- Ekonomik katma değer en üst seviyeye çıkarılması (Yerel kaynak kullanımının en üst seviyeye çıkarılması) (Verimlilik)
- Maliyetlerin düşürülmesi ve alım gücünün artırılması (Satın alınabilirlik)
- Karlılığın artırılması (Karlılık)

#### ***Kurumsal Ölçekte Sürdürülebilir Bina Yapım İlkeleri:***

- Sektörde yer alan aktörlerin kurumsal yapılar oluşturması ve bu kurumsal yapıların geliştirilmesi (Kurumsallaşma)
- Sektörde yer alan bütün aktörlere sürdürülebilir yapım ile ilgili eğitim verilmesi (Eğitim)
- Sektörde yer alan bütün aktörleri teknik, bilgi ve teknoloji gibi açılardan güçlendirmek için araştırma ve geliştirme çalışmalarının desteklenmesi (Arge)
- Ulusal ve uluslararası seviyede kurum ve kuruluşlar arasında işbirliğinin geliştirilmesi (İşbirliği)

- Karar alma süreçlerinde katılımıcılığın sağlanması (Katılımıcılık)
- Bütün uygulamalarda saydamlık (Şeffaflık)
- Yönetimde istikrar ve devamlılık (İstikrar)
- Hesap verebilirlik (Sorumluluk)

**Tablo 2.19.** Farklı Ölçeklerde Sürdürülebilir Bina Yapım İlkeleri

<b>SÜRDÜRÜLEBİLİR BİNA YAPIM İLKELERİ</b>	
<b>ÇEVRESEL</b>	Kaynak tüketiminin en aza indirgenmesi
	Atıkların en aza indirgenmesi ve kirliliğın önlenmesi
	Yenilenebilir veya geri dönüştürülebilir (kazanılabilir) kaynakların kullanımı
	Kaynakların geri dönüştürülmesinin en üst seviyeye çıkarılması
	Kaynakların yeniden kullanımının en üst seviyeye çıkarılması
	Geri dönüştürülmüş kaynak kullanımının en üst seviyeye çıkarılması
	Doğal çevrenin korunması ve sağlıklı ve zehirli olmayan bir çevre yaratılması (Zehirli ve kirlı atıkların arıtılması ve kontrol altında olması)
<b>SOSYAL</b>	Yapılaşmış çevrenin oluşturulmasında kalitenin artırılması
	Sosyal adaletin geliştirilmesi
	Sosyal güvencenin sağlanması
	Yerel kimlik ve kültürel değerlerin korunması
<b>EKONOMİK</b>	Üretimin artırılması
	Ekonomik katma değerin en üst seviyeye çıkarılması (Yerel kaynak kullanımının en üst seviyeye çıkarılması)
	Maliyetlerin düşürülmesi ve alım gücünün artırılması
	Karlılığın artırılması
<b>KURUMSAL</b>	Sektörde yer alan aktörlerin kurumsal yapılar oluşturması ve bu kurumsal yapıların geliştirilmesi
	Sektörde yer alan bütün aktörlere sürdürülebilir yapım ile ilgili eğitim verilmesi
	Sektörde yer alan bütün aktörleri teknik, bilgi ve teknoloji gibi açılardan güçlendirmek için araştırma ve geliştirme çalışmalarının desteklenmesi
	Ulusal ve uluslararası seviyede kurum ve kuruluşlar arasında <u>işbirliğinin</u> geliştirilmesi
	Karar alma süreçlerinde katılımıcılığın sağlanması
	Bütün uygulamalarda saydamlık
	Yönetimde istikrar ve devamlılık
Hesap verebilirlik	

**Kaynak:** (Hoşkara, 2007)

Yapılan araştırmalar ve çalışmalar sonucunda **Tablo 2.19'**da sürdürülebilirliğin çevresel, sosyal, ekonomik ve kurumsal ölçeklerdeki bina yapım ilkeleri belirtilmektedir. Bu ilkeler, her bir ülkenin kendi şartlarına uygun



sürdürülebilir bina yapım vizyonları doğrultusunda hedefler belirlenmesinde esas alınmaktadır.

Ayrıca, sürdürülebilir bina yapım sürecinde bu ilkelerin uygulanması, yapı sektörünün çevre üzerindeki olumsuz etkilerini en az düzeye indirirken sosyal ve ekonomik katkılarını da en üst düzeye çıkarmayı amaçlamaktadır. Bu amaç her ne kadar ideal bir amaç olarak gözükse de bunu gerçekleştirmek her zaman mümkün olmamaktadır. Bu sebeple, ülkesel şartlara ve yapı sektörünün kapasitesine bağlı olarak sürdürülebilir bina yapımı için önceliği bulunan hedefler ve amaçlar zamanla değişebilmektedir. Bu bağlamda, bazı ülkeler çevresel ya da sosyal konulara öncelik verirken, bazı ülkeler de ekonomik ya da kurumsal konulara öncelik vermektedir.

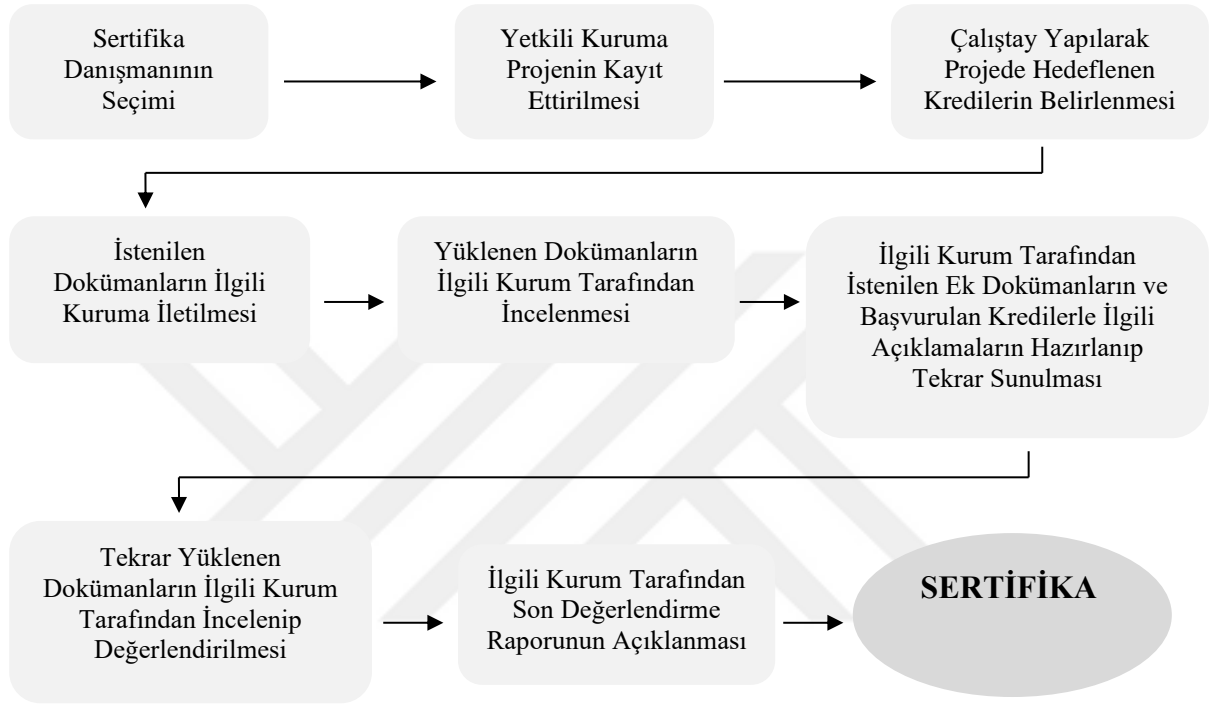
#### **2.1.11. Sürdürülebilir bina sertifika sistemleri**

Yeşil Bina Performans Değerlendirme Sistemleri olarak da adlandırılan bu sistemler, YDD doğrultusunda geliştirilmiş denetleme listesi ile değerlendirme yapan sürdürülebilir bina değerlendirme sistemlerini oluşturmaktadır. Bu sistemler, belirli bir kriter ve puanlama sistemini temel alan niteliksel araçlardan oluşmaktadır. Özellikle gelişmiş ülkelerce ortaya çıkan ve giderek yaygın bir kullanım haline gelen bu sistemler, binaların ve yapım aktivitelerinin, yaşam döngüsü yaklaşımı ile çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmada büyük rol oynamaktadır.

Arsa seçimi, su ve malzeme kullanımı, binada etkin enerji, bina iç çevre kalitesi, atık yönetimi, bina kaynaklı kirliliklerin oluşumu vb. gibi birçok farklı kriterler ve bu kriterlerin de alt kriterlerine göre var olan ya da yeni binalar değerlendirilmektedir. Bu değerlendirmeler neticesinde gereken en az puan değerini geçmesi durumunda çeşitli seviyelere göre bina sertifikalandırılmaktadır.

Günümüzde, dünya genelinde geliştirilmiş ve kullanılmakta olan, 34'ten fazla değerlendirme sistemi bulunmaktadır (Fowler ve Roach, 2006). Bunlardan Dünya Yeşil Bina Konseyi – WGBC üyesi olan ülkelere kabul edilen sürdürülebilir bina sertifika sistemleri: GREEN STAR (Avustralya), LEED (Kanada), DGNB (Almanya), IGBC Sıralama Sistemi & LEED (Hindistan), CASBEE (Japonya), Green Star NZ (Yeni Zelanda), Green Star SA (Güney Afrika), BREEAM (İngiltere), LEED (Amerika) olarak sıralanmaktadır.

Bütün bu sistemlerin hitap ettikleri sürdürülebilir bina ana kriterlerinin temelde birbirine benzemelerinin yanı sıra, içerik, öne çıkardığı alanlar, alt kriter özellikleri, uygulamaları ve önem kademeleri farklılık gösterebilmektedir (Galavinich, 2008). Ayrıca bütün bu sistemlerin, kendine ait bir işleyiş diyagramı olmakla birlikte bütün sistemler için geçerli olabilecek bir akış diyagramı oluşturulmaktadır.



**Şekil 2.18.** Sürdürülebilir Bina Sertifikasyon Akış Diyagramı

**Kaynak:** (Yılmaz, 2012)

Şekil 2.18'den de anlaşılacağı üzere, sürdürülebilir bina performans değerlendirme ve sertifikasyon süreci sertifika danışmanının seçimi ile başlamakta, yetkili kuruma projenin sisteme kaydettirilmesi ile devam etmekte, sonrasında kredilerin tespit edilmesi ve bu kredilere göre tasarımın gerçekleştirilmesi ve son olarak da değerlendirme raporunun ilgili kuruma sunulması ile sonlanmaktadır. Bütün bu işlemlerin neticesindeki ürün ise sertifika olmaktadır (Yılmaz, 2012).

Bu tez çalışması kapsamında ise BREEAM, LEED, SB Tool (GB Tool-Uluslararası), CASBEE ve GREEN Star sistemleri kısaca ele alınacaktır.

**BREEAM (BM-İngiltere) Sertifika Sistemi:** İngiltere’de 1990 yılında BRE (Yapı Araştırma Kurumu-Building Research Establishment) tarafından İngiltere şartnameleri ve yönetmelikleri doğrultusunda belirli kriterlere göre hazırlanan ilk sürdürülebilir bina sertifika değerlendirme sistemini oluşturmaktadır.

BREEAM, binaların çevre üzerindeki olumsuz etkisinin azaltılmasını, güvenilir çevresel etiket kazanmasının sağlanmasını, çevre üzerindeki olumlu etkiler ile tanınmalarının sağlanması ve sürdürülebilir düzeydeki binalara olan talebin artırılmasının ve canlandırılmasının sağlanmasını amaçlamaktadır. Aynı zamanda çevre üzerinde olumsuz etkileri bulunan binaların sektörde bilinirliğinin sağlanmasını, en iyi çevresel uygulamaların binalar üzerinde uygulanmasının sağlanmasını, var olan yönetmeliklere göre belirlenmiş standart ve kriterlerin daha üst düzeylere çıkmasını, binaların çevre üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmek amacıyla pazarın daha çağdaş çözüm önerileri sunması için teşvik edilmesini, çevreye vermiş olduğu olumsuz etkileri en aza indirgenmiş binaların faydaları ile ilgili iş veren, tasarımcı, müteahhit ve kullanıcıların farkındalığının artırılmasını, kurumsal olan çevresel hedeflerin ve bu hedefler doğrultusunda yapılan gelişmelerin çeşitli organizasyonlarca tanınmasının artırılmasını hedeflemektedir (BREEAM, 2009).

BREEAM’in ilk versiyonu ofis olarak kullanılan binaların değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Ancak, zamanla geliştirilmiş ve endüstriyel, ticari, okul, mahkeme, konut, hapisane ve farklı işlevlere sahip diğer binaların değerlendirilmesinde kullanılmıştır. 2009 yılından günümüze kadar da var olan binaların değerlendirilmesi için kullanılmaktadır. Aynı zamanda İngiltere dışındaki diğer belirli ülkelerde de kullanılması için BREEAM Körfez Ülkeleri, BREEAM Avrupa ve BREEAM Uluslararası olmak üzere burada bulunan coğrafyanın tümü için geliştirilmiş kategoriler de bulunmaktadır. BREEAM binaların performansını, her bir kategori altında bulunan; sağlık ve refah, yönetim, enerji, su, ulaşım, arazi kullanımı ve ekoloji, malzeme, atıklar ve kirlilik olmak üzere dokuz temel başlık altında değerlendirmektedir. Bu başlıklara ise 2009 versiyonunda yenilik (inovasyon) başlığı da eklenmiştir.

BREEAM, bir binanın performansını tasarım ve yapım aşaması olmak üzere iki aşamada değerlendirmektedir. Dolayısıyla BREEAM’in bina performans

değerlendirme süreci bir binanın tasarım öncesinde ya da tasarım evresinde BRE'ye uygun olan bir kategori doğrultusunda kaydının yapılması işlemi ile başlamaktadır.

BREEAM performans değerlendirmesinin puanlama sisteminde binalar, kullandıkları işlev tiplerine ve buldukları kategoride yer alan her bir başlık altındaki kriterlerin en yüksek kredisi üzerinden puanlanmaktadır. Her bir kategori üzerinden alınan puanlar toplanmakta ve toplam puan daha önceden belirlenen ağırlık katsayıları ile çarpılmaktadır. Sonuçta ise yüzde puan elde edilmektedir (Sev ve Canbay, 2009). Avrupa, Körfez, Uluslararası gibi farklı coğrafyalarda inşa edilen binalar için de bu ağırlık katsayıları ise değişmektedir. Binanın geçerli seviyede sertifika alabilmesi için, sonuç olarak çıkan yüzde puanın minimum %30 olması gerekmektedir. Performans değeri bu yüzde puanın üzerinde çıkan binalar %45 ise iyi, %55 ise çok iyi, %70 ise mükemmel ve %85 ise seçkin olmak üzere derecelendirilmektedir.

BREEAM, dünyada kriterlere dayalı geliştirilen ve uygulamaya konulan ilk performans değerlendirme sistemi olması sebebiyle kendisinden sonra oluşturulan diğer sürdürülebilir bina sertifikasyon sistemleri BREEAM temeline dayalı olarak geliştirilmiştir (Krygiel ve Nies, 2008).

**LEED (ABD) Sertifika Sistemi:** Amerika'da 1993 yılından beri Amerikan Yeşil Binalar Konseyi tarafından Amerika standartları ve yönetmelikleri doğrultusunda geliştirilmeye başlanmıştır. 1998 yılında ise ilk versiyonu tamamlanarak uygulamaya geçirilmiştir. 1998 yılından sonra zamanla geliştirilerek 2009 yılında üçüncü versiyonu ile günümüzdeki son halini almıştır. Aynı zamanda bir uluslararası sertifikalandırma sistemi olarak kabul edilen LEED, binaların ya da çevresinin suyun etkin kullanımı, enerji tasarrufu, CO2 emisyonları, kaynakların yönetimi ve iyileştirilmiş iç hava kalitesi vb. gibi binaların performansını daha üst seviyelere çıkarabilecek ölçümlere yönelik stratejilerle tasarlanmasını ve inşa edilmesini amaçlamaktadır (URL, 2). LEED aynı zamanda, binaların tasarım aşamasından kullanım ömrünün sona ermesine kadar olan yaşam döngüsü süreci içinde özellikle binaların çevre üzerindeki olumsuz etkileri üzerinde durarak sektörde yer alan bütün katılımcıların bu konuda daha bilinçli olmalarını sağlamak ve ilgili bütün kurumların, kuruluşların, iş verenlerin, tasarımcıların ve kullanıcıların aktivitelerini ve ürünlerini binaların çevre üzerindeki olumsuz etkilerini en aza

indirmek amacıyla geliştirmelerini sağlamayı hedeflemektedir (Sev ve Canbay, 2009).

İlk versiyonu yeni inşa edilen binalar için oluşturulan LEED, zamanla geliştirilerek farklı bina tipleri için de çeşitli versiyonları oluşturulmuştur. Bugün LEED sertifika sistemi kapsamında yeni inşa edilen binaların yanı sıra konutlar, okullar, ticari iç mekânlar, ticari binalar, yakın çevreler (mahalleler), sağlık merkezleri ve var olan yapılar da değerlendirme sistemine alınmaktadır. Bunlardan yalnız ABD sınırları içinde yakın çevreler (mahalleler) ve konutlar kategorileri kullanılırken diğer kategoriler ise bütün dünyada kullanılmaktadır.

LEED binaların performansını, her bir kategori altında bulunan sürdürülebilir arsalar, su etkinliği, enerji ve atmosfer, malzemeler ve kaynaklar, iç mekân hava kalitesi ve yenilik ve tasarım olmak üzere altı temel başlık altında değerlendirmektedir. Bu temel başlıklara ek olarak ABD’de yer alan uygulamalar için ödöl puanı şeklinde de ifade edilen ve en iyi düzeyde tasarım ve inşaat uygulamalarının tespit edilmesinde bölgesel olanakların önemini tespit eden bölgesel öncelikler başlıklı bir kategori de bulunmaktadır.

LEED sertifika sistemi binayı 110 puan üzerinden değerlendirmekte ve her bir kategoriden alınan puanların toplamı binanın alacağı sertifika düzeyinin tespitinde doğrudan belirleyici olmaktadır. Bir binanın LEED düzeyleri 40-49 puan aralığında ise sertifikalı, 50-59 puan aralığında ise gümüş, 60-79 puan aralığında ise altın ve 80 ve üzeri puan aralığında ise platin olmak üzere dört temel grupta toplanmaktadır. Binanın en az düzeyde LEED sertifikasına sahip olabilmesi için ön şartlı kredileri sağlamasının yanı sıra minimum 40 puan alması gerekmektedir.

***GB TOOL - SB TOOL (Uluslararası, Kanada) Sertifika Sistemi:*** Bugün SB Tool olarak bilinen GB Tool, ilk versiyonu 1998 yılında Paris’te, son versiyonu ise 2008 yılında Melburn’de uluslararası düzeyde yapılan 29 yeşil bina daveti için International Initiative for a Sustainable Built Environment (İİSBE) tarafından oluşturulmuş birçok kapsama sahip bir araç olmaktadır.

GB Tool sertifika sistemi, Yeşil Bina Davetinde değerlendirmeye alınan yapılar için standart düzeyde bir kıyas sağlamaktadır. Bu sistemde, yapının değerlendirilmesinin yanı sıra yapının belirli standartlar kapsamında inşa edilmesi

durumunda meydana gelecek yapı ile de kıyas yapılabilir. GB Tool sertifika sistemi, çeşitli etkiler için kıyas değerlerini ve ağırlıklarını belirleyebilmek amacıyla yapıyı kullanacak gruplara gereksinim duymaktadır. Sistem, Microsoft Excel veri tabanında hazırlanmış basit düzeyde bir kullanım sunmaktadır (Kibert, 2009).

Diğer sertifika sistemleri gibi yapıları çevresel performansları doğrultusunda değerlendirmeye alan GB Tool sertifika sistemi yapıyı, kaynak tüketimi, çevresel yükler, iç çevre kalitesi, servis kalitesi, ekonomi, yönetim ve ulaşım olmak üzere yedi temel kategori altında ve her bir kategoriye ait 116 parametrede değerlendirmektedir (Kyriگیel ve Nies, 2008).

SB Tool sertifika sisteminin en büyük iddiası, bu sistemin bölgesel ihtiyaçlara ve koşullara göre değiştirilebileceği yönünde olmaktadır. Sistem, üç temel bölümden meydana gelmektedir. Birinci bölümde, projenin uygulanacağı bölge koşulları için uygun olan standartların belirlenmesi ve puanlanması yapılmaktadır. İkinci bölümde, tasarım yapan ekip için oluşturulan ve projenin bütün bilgilerini açıklayan bir sistem yer almaktadır. Üçüncü ve son bölümde ise, daha önceki iki bölümden alınacak olan bilgilere dayanan bir değerlendirme formu yer almaktadır (Kyriگیel ve Nies, 2008).

**CASBEE (Japonya) Sertifika Sistemi:** Japonya'da 2001 yılında Japonya Sürdürülebilir Bina Konsorsiyumu tarafından endüstri, akademi ve hükümet yetkililerinin de katılımıyla Japonya ve Japon sosyal, kültürel ve politik koşulları doğrultusunda geliştirilmiştir. CASBEE sertifika sistemi, yapının tasarım, planlama, yapım, onarım ve yenileme vb. evrelerinde kullanılacak bir performans değerlendirme sistemini oluşturmaktadır (Kibert, 2009).

CASBEE, aşağıda belirtilen 4 koşula göre geliştirilmiştir (URL 3):

- Sistem, tasarımcılara ve kullanıcılara teşvik sağlamak amacıyla yapıların yüksek performanslı yapılar olarak değerlendirilmeleri üzerine yapılandırılmalıdır.
- Sertifika değerlendirme sistemi mümkün olduğu kadar basit düzeyde olmalıdır.
- Sistem, bütün yapılara uygulanabilecek bir şekilde mümkün olduğu kadar kapsamlı bir uygulama alanı sağlamalıdır.

- Sistem, özellikle Asya'ya ve Japonya'ya ait konuları ve sorunları göz önünde bulundurmalıdır.

CASBEE, genel performansın ana göstergesi olarak yeni bir Bina Çevresel Verimlilik ilkesine (BEE bölümü) dayandığı için kendisini diğerlerinden ayırmaktadır (Kyrigiel ve Nies, 2008). Bu bağlamda, “Sürdürülebilir Gelişimde Dünya Çalışma Konseyi (WBCSD)” eko etkinliği, olumsuz çevresel etkileri azaltırken ekonomik verimliliği de artıran unsur olarak tanımlamaktadır (Kibert, 2009). Bina çevresel verimlilik ilkesi, binanın varsayımsal bir proje sınırı dışındaki dış dünyaya etkisi olarak tanımlanan Bina Çevresel Yükleri (L) ve hipoetik bir proje sınırı içindeki bina kullanıcıları için iyileştirmeler olarak tanımlanan Bina Çevresel Kalite ve Performansı (Q) olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Bu sistemde kullanıcılar, özel ve kamusal mülkler arasındaki bölünmeyi projenin sınırları olarak düşünmeye teşvik edilmektedir (Kyrigiel ve Nies, 2008). Sistem yapıyı aşağıdaki denklem ile değerlendirmektedir:

$$BEE = \frac{\text{Bina Çevresel Kalitesi ve Performansı (Q)}}{\text{Bina Çevresel Yüğü (L)}}$$

Genel olarak, Q ve L olmak üzere üç ana kategoride 100 alt öge puanlandırılmaktadır. Q'nun kriterleri, “İç çevre, Servis kalitesi ve Sahadaki dış çevre” olarak geliştirilmiştir. L'nin kriterleri ise “Enerji, Kaynaklar ve malzemeler ve Saha dışı çevre” olarak geliştirilmiştir. Her alan 1 ile 5 arasında puan almakta, 3 ortalama ve 1 ise en kötü puan olmaktadır. Yapının final puanları bir grafiğe yerleştirilmekte ve sonuç olarak C sınıfı zayıf, B- ve B + sınıfı orta, A ve S sınıfı ise mükemmel olarak derecelendirilmektedir (Kyrigiel ve Nies, 2008).

**GREEN STAR (Avustralya) Sertifika Sistemi:** Avustralya'da 2003 yılında Avustralya Yeşil Bina Konseyi tarafından geliştirilmiştir. Esas amaçları, Avustralya'nın gayrimenkul sektörünün yeşil bina programlarını, buna yönelik gelişen teknolojiyi, tasarım uygulamalarını ve operasyonu destekleyen sürdürülebilirlik ve tasarım, yapım ve kullanım arasındaki bütünlemeyi oluşturan entegrasyon kavramlarına doğru gelişmesini yürütmektir. Bu amaçlar doğrultusunda geliştirilen Green Star sertifika sistemi, gayrimenkul sektörüne yapıların çevresel

etkilerinin en aza indirgenmesi, kullanıcıların üretkenliklerinin ve sağlık şartlarının iyileştirilmesi ve maliyet kazançlarının gerçekte ne kadar olduğunun öğrenilmesi konularında yardımcı olmaktadır (URL 4).

Diğer sertifika sistemlerine benzer bir şekilde Green Star sertifika sisteminde de değerlendirmeler çeşitli bina tiplerini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir. Bu bina tipleri Ticari ofisler (tasarım, inşaat ve dekorasyon), Ticari binalar, Okullar, Üniversiteler, Çok üniteli konutlar ve Endüstriyel tesisler olarak ele alınmaktadır.

Green Star sertifika sistemi, var olan BREEAM ve LEED sertifikasyon sistemleri üzerine geliştirilmiş ve Avustralya pazarına uygun olarak bireysel çevresel ölçüm kriterleri doğrultusunda oluşturulmuştur (Kibert, 2009). Günümüze kadar 150 civarında projenin sertifikalandırıldığı Green Star sertifika sisteminin performans kategorilerinde, enerji, malzeme ve kaynak korunumu ile iç mekân hava kalitesinin sağlanmasına ilişkin ölçütler ön plana çıkmaktadır (Sev ve Canbay, 2009).

Performans değerlendirmesine alınan binanın her performans kategorisine göre toplamış olduğu puanlar, yerel ve iklimsel farklılıklar dikkate alınarak tespit edilmiş ağırlık katsayılarıyla çarpılmaktadır. Binalar değerlendirme neticesinde aldıkları toplam puana göre bir yıldızdan başlamak üzere, alt yıldız kadar kademelendirilmekte ve binanın “Yeşil Bina” sertifikası alabilmesi için puanların % 31’ini alarak, dört yıldız seviyesine ulaşması gerekmektedir (Sev ve Canbay, 2009).

## **2.2. Yapı Enformasyon Modelleme (Building Information Modeling)**

### **2.2.1. “BIM” kavramı**

İnşaat sektöründe bulunan farklı disiplinler sonucu ortak çalışma alanında oluşan iletişim bozuklukları zamanla ufak hataların tehlikeli bir boyuta dönüşmesine ve manevi, maddi kayıpların oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle devamlı gelişim, yönetim işleyişi ve sistem kontrolü üzerinde yapılan değişiklikler kaçınılmaz bir hal almaktadır. İşte tüm bu yaşanan sorunlara bir çözüm olarak yapı enformasyon modelleme geliştirilmiştir.

Bundan 16-17 yıl önce proje çizimleri rapidolar ve “T” cetvelleri ile yapılmakta ve BIM gibi yazılımlar mimarların ve mühendislerin gözünde bir ışık olarak görülmektedir. Günümüzde ise tasarımlar ve proje çizimleri artık bilgisayar



destekli yazılımlar sayesinde yapılmakta ve BIM en yaygın ve hızlı bir şekilde gelişen bir mimarlık, mühendislik, planlama, yapı yönetimi ve koordinasyon aracı haline gelmiştir (Azhar vd., 2012).

Bugün yapı enformasyon modelleme, yapı endüstrisindeki firmalar tarafından yaygın olarak kullanılan bir kavram haline gelmektedir. BIM bu özelliğiyle yeni bir proje yönetim sürecine ve küresel mühendisliğe sahip olmaktadır. Bu nedenle, BIM kavramını sınırlamak ve tek bir tanımla ifade etmek mümkün olmamaktadır. Ancak bununla beraber, BIM ile ilgili birçok kavramsal tanımlama da yapılmıştır.

BIM, yapının yaşam dönemi sürecince proje ve tasarım verilerini yönetmek amacıyla bir metodoloji oluşturan ve kendi içerisinde etkileşen kurallar, süreçler ve teknoloji bütünüdür (BIM Handbook, 2011).

BIM, üç boyutlu nesne tabanlı bir veri sistemine sahip; oluşturarak, depolayarak, değiştirerek ve yöneterek bina enformasyonunu tasarımcıya aktarabilen bir süreçtir (Vanlande vd., 2008; Mihindu ve Arayıcı, 2008).

BIM, yapı sektöründeki bölünmüşlüğü azaltılması, etkililiğinin artırılması ve birlikte çalışılabilirlik için tüketilen maliyetlerin azaltılması için bir katalizör olarak görülmüştür (Wilson. W.S. Lu, 2011).

BIM, geleneksel iki boyutlu proje teslim yöntemiyle kıyaslandığında hızlı ve etkin bir şekilde aktarılabilen, tamamı veya istenilen bir kısmı kolayca çıkarılabilen sonsuz sayısal bir bilgi dağarcığıdır (Porwal ve Hewage, 2013).

BIM, yapı yaşam süreci boyunca veri üreten ve geliştiren bir süreçtir. Genellikle, bu süreç üç boyutlu, gerçek zamanlı, dinamik bir yapı modelleme yazılımı olup, geometriyi, mekânsal ilişkileri, geometrik bilgileri, miktarları ve yapı tasarım sürecini kolaylaştıracak birçok özelliği içinde barındırmaktadır (Yali Ren vd., 2012).

BIM, projelerin tasarım, yapım ve kullanılmaları için yaratma ve sayısal bir model kullanma sürecidir (Barlish.K ve Sullivan.K, 2012).

Amerika Genel Hizmetler Müdürlüğü ise BIM'i, sanal binaların tasarlanması için sayısal bir platform olarak tanımlamaktadır (GSA, 2007).

Glick ve Guggemons (2009)'a göre ise BIM, proje yaşam sürecindeki zaman kayıplarını azaltmak ve etkinliği arttırmak amacıyla insanları, iş yapılarını, sistemleri ve pratiklerini ortak bir şekilde çalışılabilen sürece bağlayan bir teslim sistemi yaklaşımı olan entegre proje yönetimini destekleyen bir sistemdir (Glick ve Guggemons, 2009).

USA National BIM Standarts ise BIM'i, binanın fiziksel ve işlevsel özyapısal özelliklerinin sayısal temsili ve projenin yaşam döngüsü süresince (tasarımdan kullanıma kadar) enformasyonu güvenli bir şekilde aktaran süreç olarak tanımlamaktadır.

BIM, yapı sektörünün (mühendis, mimar vb.) uzun süredir aradığı, üretkenliği ve kaliteyi artıracak, proje maliyetlerini ve teslim süresini azaltacak teknikleri gerçekleştirecek bir potansiyeli içinde barındıran bir sistemdir (Azhar vd., 2008).

BIM, daha iyi görselleştirme ve proje bütünleşmesi yanında iş birliği gereksinimi, daha kaliteli çıktıların oluşturulması, proje risklerinin azaltılması, eşgüdüm eksikliği nedeniyle oluşabilecek süre kaybı ve maliyetin en aza indirilmesi ve çevreye daha az zararlı binaların üretilmesi amacıyla geliştirilmiştir (Yaman. H ve İlhan. B, 2010).

BIM, yapı projelerinin tasarımı, planlanması, yapımını ve yönetimini daha iyi anlamak için yardımcı olmayı sağlayan model tabanlı 'yetenekli' bir süreçtir (Autodesk, 2011).

Kymmell ise BIM'i, binayı inşa etmeden önce tamamıyla görmek ve mimari, statiksel, elektrik ve mekanik aksamların bütüncül bir model içerisinde tek tek analiz edilebildiği bir teknoloji olarak ifade etmektedir (Kymmell, 2008).

BIM, ayrıca çalışılabilir ve yeniden kullanılabilir tüm yapı bilgisinin üretilen, depolanan, yönetilen, istişare edilen ve paylaşılan bir veri haline getirilebildiği bir süreç olarak da tanımlanmaktadır (Vanlande vd., 2008).

BIM, konsept proje öncesi binayı meydana getiren bütün elemanların özelliklerinin sayısal olarak oluşturulabildiği akıllı bir üç boyutlu sanal yapı modelinin düşük risk ve yüksek değerle inşa edilmesini optimize etmek üzere kullanılmaktadır (Zuppa vd., 2009).

Jernigan ise BIM'i dar anlamıyla yapının sayısal sunumu ve merkez enformasyonu, geniş anlamıyla ise birbiriyle ilişkilendirilmiş enformasyonel, fonksiyonel, teknik ve yönetsel modellere ayrılabilen bir kavram olarak tanımlamaktadır.

BIM, çeşitli kullanıcıların karar almakta ve bina projelerinin yürütülmesi sürecinin geliştirilmesinde kullanılabilen gereksinimlerin süzülebildiği ve analiz için oluşturulabildiği çizim ve veri gereksinimlerinin, veri yönünden zengin, obje tabanlı, akıllı, sayısal bir sunumdur (AGC, 2005).

Bir kısaltma olan BIM, isim olarak 'Yapı Enformasyon Modeli' (Building Information Model), fiil olarak ise 'Yapı Enformasyon Modellemesi' (Building Information Modelling) şeklinde kullanılan bir kavram olmaktadır. İsim anlamı olan BIM, inşaat projelerinin sayısal sunumuyla birlikte fiziksel ve işlevsel özelliklerini de yansıtmaktadır. Fiil anlamı olan BIM ise çeşitli proje paydaşları tarafından değişik zamanlarda çeşitli hedefler için inşaat projesinin bütün sürecinin etkinlik ve kalitesini geliştirmek amacıyla yaratılan modellerin kullanılması olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca BIM, tasarlamak, üretmek, yönetmek ve farklı düzeylerdeki proje paydaşları arasındaki ilişkiyi sağlamak amacıyla da kullanılmaktadır (IBC, 2011).

Şunu da belirtmek gerekmektedir ki, BIM'in amacı hem üç boyutlu akıllı modeller yapmak hem de iş akışı ve proje teslimlerinde önemli farklılıklar yaratmaktır (Hardin 2009; Azhar, 2011).

Tüm bu tanımlamalardan yola çıkarak "BIM, bir binayı sayısal olarak birlikte iki kez inşa etmeyi sağlayan, bütün öğelerin akıllı nesnelere oluşturduğu, yapı sektörü için planlama, tasarım, yapım, imalat ve kullanım yöntemlerini tamamen değiştirebilecek bir teknoloji ve süreç devrimi" şeklinde tanımlanabilmektedir. BIM'e ilişkin bu tanımlamalar ise yapım projelerinde bulunan paydaşların projedeki görev ve konumlarına göre de değişebilmektedir (Akkoyunlu, 2015).

### **2.2.2. BIM'in tarihsel gelişim süreci**

Bilgisayar kullanımı, üretim mühendisliği ve tasarımda 1946 yılında Electronical Numerical Integrator and Computer (ENIAC) isimli ilk bilgisayarın icat edilmesine kadar dayanmaktadır. 1950'lerin sonundan itibaren de dünya çapında "Bilgisayar Destekli Tasarım" kavramı kullanılmaya başlanmıştır.

Akademik seviyede ise ilk CAD sistemi 1963'te MIT (Masachusetts Institute of Technology) üniversitesi tarafından hazırlanan bir doktora tezi sayesinde ortaya konulmuştur (Aydoğan, 2006). Ivan Sutherland tarafından ortaya çıkarılan bu "Sketchpad Çizim Levhası" isimli program hem günümüzdeki bilgisayar destekli tasarım sistemlerinin hem de bilgisayarlı uçuş ve grafik simülasyonunun temelini oluşturmuştur (Aydoğan, 2006; Ferrante vd., 1991).

1970'lerde iki boyutlu elle çizim tekniğinden yola çıkılarak katman tabanlı bilgisayar destekli çizim programları geliştirilmiştir. Bu programlar, ilk başlarda her ne kadar dirençle karşılanırsa da sonrasında sağladığı hız, pratiklik ve netlik gibi yararları sebebiyle mimarlar ve mühendisler tarafından çoğunlukla kabul görmüştür (Suermann 2009; Eastman vd. 2011; Azhar vd, 2012; Teicholz, 2013).

Archicad ve Autocad gibi yazılım sistemleri, çizgi, nokta ve 3D geometrilere dayanmaktadır. Bilgisayar destekli bu çizim programları yakın bir geçmişe kadar 2D elle çizim tekniğine göre daha hızlı, pratik ve ekonomik bir teknik olarak görülmesi sebebiyle "Bilgisayar Destekli Tasarım" kavramını tam anlamıyla ifade edememiştir. Bina tasarımı yalnızca bina geometrisini değil, aynı zamanda kullanıcı gereksinimlerinden çevresel şartlara, estetik endişelerden maliyet hesaplarına kadar uzanan oldukça geniş bir bilgi ağını içermektedir. Bilgi ağındaki bu bilgiler ise bina tasarımına katkı sağlayan mimar ve mühendisler gibi profesyonel tasarımcılar arasında dağınık olarak yer almaktadır. Tasarım aşamasında ise birbiri ile son derece ilişkili olan bu bilgilerin yine koordineli bir biçimde paylaşılması ile kendi içinde tutarlı ve sürekli işleyen tasarımlar oluşturması beklenmektedir.

BIM'in yapı sektöründe bir gereksinim sonucu nasıl geliştirildiğini anlamak amacıyla Amerika işçilik istatistikleri ofisi tarafından düzenlenen rapora bakmanın bu aşamada daha yararlı olduğu görülmektedir. 1964'ten 2003'e kadar geçen süreçte tarım dışı diğer tüm sektörler ve yapı sektöründeki verimlilik oranları karşılaştırıldığında yapı sektöründeki bir iş sahibinin binanın büyüklük ve tipine bağlı olarak 1964'te yapmış olduğu gidere göre %5 oranında daha fazla gider yapmak zorunda kaldığı görülmüştür. Yapı sektöründeki verimliliğin diğer sektörlerle oranla bu derece düşük olmasının temel sebebi ise, geleneksel iki boyutlu tasarım teknolojisinin ve inşaat firmalarının boyutları, geleneksel proje teslim yaklaşımının yapısının dağınık olması olarak tespit edilmiştir (Teicholz, 2004).

NIST (American National Institute of Standards and Technology)'nin yaptığı bir çalışmaya göre ise yapı sektöründeki birlikte çalışabilirlik sürecinin yetersiz olmasının ek maliyetlere sebep olduğu tespit edilmiştir (GRC, 2004). Amerikan Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü tarafından yapılan bu çalışmada, varsayılan hipoteze göre birlikte çalışma düzeninin yetersiz olmasının temel sebebi ise bilgi akışının yetersiz ve veri girişinin kesin olmaması olarak tespit edilmiştir.

Tüm bu çalışmalar ve tespitler sonucunda yapı sektöründeki bu problemleri ortadan kaldırmak ve proje maliyetlerinde oluşan ek giderleri azaltmak, daha hızlı ve kesin sonuçlar almak amacıyla BIM gibi bilgisayar destekli bir yazılım sisteminin geliştirilmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

Bu ihtiyaçla birlikte, ilk BIM versiyonlarından bazıları geliştirilmiştir. Bunlar; İngiliz Ulusal Sağlık Örgütü tarafından finans desteği alan, Cambridge uygulamalı araştırmaların geliştirdiği OXSYS CAD'i, CEDAR ve HARNESS hastane tasarım sistemleri olmuştur. Amerika'daki ilk önemli çalışmalardan birkaçı ise; Techcrete, ARCH-MODEL, BDS, GLIDE ve GLIDE-II olmuştur (Çuhadar, 2017).

Bilgisayar destekli CAD teknolojisinin yaygınlaşması ve yapı sektöründe kabul edilmesi ise 1980'lerin ortalarına dayanmaktadır (Mitchell, 1990). Bu dönemde çeşitli yazılımlar da geliştirilmeye başlanmıştır. Günümüzde yapı sektöründe en yaygın bir şekilde kullanılan yazılım Autocad, bu dönemde sektör tarafından büyük oranda kabul görmüştür. O dönemde geliştirilen yazılımlar, tasarımcıların teknik resim ve çizim gibi iki boyutlu gereksinimlerini karşılamıştır. Böylece özellikle mimarlık ve mühendislik alanlarında CAD kullanımı başlamıştır. Önceleri iki boyutlu çizim yapmak için kullanılan bu yazılımlar daha sonra üç boyutlu modelleme yapmak için geliştirilmiştir. Yapılan tasarımların üçüncü boyutta yükselmeleri ise yazılımların mimarlık alanında büyük oranda kullanılmasını sağlamıştır. Yapılan tasarımların kütsel olarak bütünüyle görmenin yanı sıra dokulu ve renkli bir şekilde görme olanağı sağlamaları da kullanımlarının hızlı bir şekilde yaygınlaşmasına sebep olmuştur (Çuhadar, 2017).

1990'lı yılların başında ise simülasyonları ve grafiksel analizleri bütünleştirerek çeşitli şartlar altında yapının topografyaya uyumunu, yapı formunu,

malzeme özelliklerini ve sistemlerini de kapsayacak bir şekilde yapının nasıl davranacağı ile ilgili bilgi elde edebilmek amacıyla yazılımlar geliştirilmiştir (Barnes and Davies, 2014). Bu tür yazılımların geliştirilmesiyle birlikte BIM'in gelişmesini önleyen teknolojik engeller de ortadan kalkmaya başlamıştır.

Yine aynı dönemde, birbirleriyle ilişkilendirilebilen ve bir hiyerarşi içerisinde tanımlanabilen nesne doğrultusunda yazılım sistemlerinin geliştirilmesi bu alanda büyük bir yenilik yaratmıştır (Ross, 1999). Nesne tabanlı bu yazılım sistemlerinin getirdiği bir diğer yenilik ise tasarımın, birbirinden ayrı olarak çizilen plan, kesit, görünüş ve üç boyutlu çizimler ile değil, direkt olarak üç boyutlu bir modelleme yapılarak üretilmesi düşüncesi olmuştur. Aslında bu düşünce profesyonel tasarımcıların sadece bir tane üç boyutlu bir model üzerinden çalışma yapmaları, uzun yıllar boyunca bilgisayar destekli tasarım alanında bir gereksinim olarak tartışılmıştır. Bu sebeple de nesne tabanlı yazılım sistemlerinin bulunması o dönemde büyük bir heyecan yaratmıştır (Taşlı, 2001).

Sonuç olarak 1990'ların başında yeni yeni yaygınlaşmaya başlayan BIM, 2000'lerin başından itibaren ise mühendislik, mimarlık ve yapı sektöründe devrimsel ve yenilikçi bir bilgisayar destekli yazılım sistemi olarak karşılanmıştır (Volk vd., 2013).

BIM programı ilk kez 2002 yılında Jerry Laiserin tarafından yapı sektörüne tanıtılmıştır (Miettinen ve Paavola, 2014). Daha önceki bilgisayar destekli yazılımların zamanla geliştirilmesi, BIM'in de giderek gelişmesine katkı sağlamış ve sonuçta son yıllarda daha fazla enerji, maliyet ve farklı boyutlar içeren yazılım sistemleri de geliştirilmiştir (Barnes ve Davies, 2014).

Son olarak, BIM'de üç boyutlu model ile beraber binanın bütün özelliklerinin de değerlendirilebiliyor olması, inşaat aşamasında oluşabilecek aksamalar ve değişikliklerin ön proje evresinde belirlenebiliyor olması, proje bir süreç halinde ilerlediği için maliyete olan etkinin giderek azalması, hatta yapımın başlamasıyla '0' düzeyine kadar gelmesi, iş akışında hızlı, tam ve kesin sonuçlar alınması vb. gibi avantajlar olması sebebiyle BIM, yapı sektöründe kabul edilebilir bir duruma gelmiştir.

### 2.2.3. BIM'in seviyeleri

2008'de Mark Bew ve Mervyn Richards tarafından düzenlenen BIM Olgunluk Diyagramı'nda, yapı enformasyon modellemenin seviyeleri 0, 1, 2, 3 olmak üzere 4 seviyeye ayrılarak anlatılmıştır. BIM olgunluk seviyeleri, yapı sektörünü çizim masalarından dijital çağa kadar taşıyacak bir yolculuk serüveninde kullanımı giderek zorunlu bir hal alan BIM araçlarına adapte olmak amacıyla gereken kriterlerin tanımı şeklinde açıklanabilmektedir. Yapı sektörünün tam anlamıyla koordineli çalışma anlayışını içselleştirebilmesi için süreç içinde ihtiyaç duyulan önemli her bir adım BIM olgunluk seviyeleri ile tanımlanmaktadır (Akgün, 2016; URL 5).

**Seviye 0:** Bu seviyede, yapım bilgilerini içeren 2D CAD çizim belgeleri, kağıt esaslı bilgi metinleri ve verilerin elektronik ortamdaki alışverişini içermektedir. Bu çizim belgeleri, yapım sürecinde tasarımın büyük bir bölümünün yapıldığı alanı kapsamaktadır. Burada CAD ile ilişkin genel süreçlerin ve standartların olmaması durumu, BIM olgunluk diyagramından görülebilecek en önemli noktayı belirtmektedir (URL, 6) (Şekil 2.19).

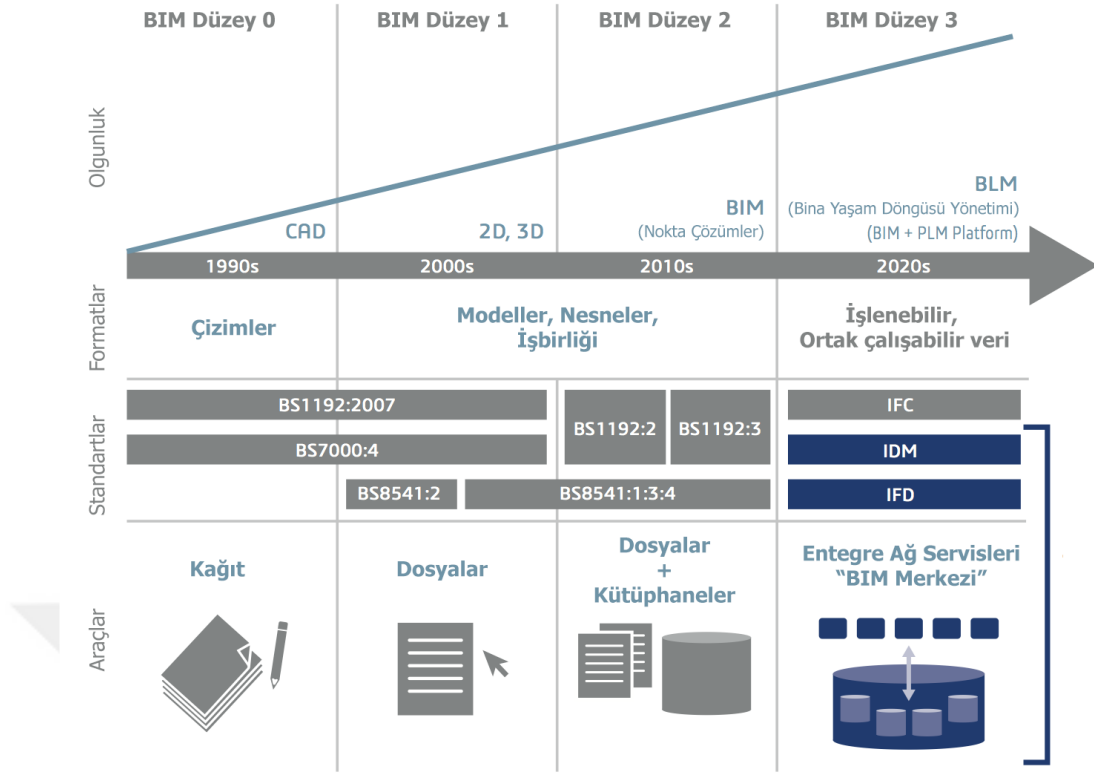
**Seviye 1:** Bu seviyede, 2D ve 3D proje belgeleri bulunmaktadır. Ayrıca bu seviye, yönetilebilir 2D CAD teknolojisiyle başlangıç seviyesinde 3D koordinasyonun kurgulandığı ama BIM'i de ikinci seviyeye taşıyacak dosya formatlarının ve standardizasyonun tasarlandığı karma bir süreci içermektedir (BIM, 2011; Akgün, 2016). Bu seviyede 3D tasarım programı mimarlar tarafından projenin ilk evresinden itibaren kullanılmakta ve mimarlar tasarım aşamasında ve tasarımdan sonraki aşamada projenin görselleştirilmesi işleminde ise Autodesk Archicad, Revit vb. gibi 3D programlardan yararlanmaktadır. Bu aşamada BIM ise proje paydaşlarından biri tarafından kullanılmakta ve ortak bir çalışma yapılmamaktadır (Şekil 2.19).

**Seviye 2:** Bu seviyede, projede yer alan bütün ekip üyeleri bütünleşik bir şekilde 3D modelin üretim evresinde bulunmakta ve bu da bu seviyede birlikte bir çalışma yapıldığını göstermektedir. Projedeki farklı disiplin ve süreçlerde yer alan tasarımcıların tek bir model çevresinde bulunmaların bile proje süreci boyunca birbirleri ile ilişkili ve bağlantılı olarak çalışması gerekmektedir (Şekil 2.19).

**Seviye 3:** Bu seviye, en gelişmiş yapı enformasyon modelleme seviyesini ve aynı proje üzerinde yer alan bütün proje ekibindeki katılımcıların birbirleriyle koordineli olarak çalışması gereken bir seviyeyi oluşturmaktadır. BIM seviyeleri arasındaki en belirgin aşamayı seviye 2 ile seviye 3 arasında yer alan aşama oluşturmaktadır. Seviye 3'ü maddeler şeklinde sıralarsak yapı enformasyon modelleme (BIM) ile aşağıda belirtilen işlemler yapılabilmektedir. Bunlar;

- Kavramsal tasarım öncesinde ve bu esnada yapılan gereksinim planlamaları,
- Kavramsal tasarımda özgün formlar çalışma olanağı,
- Doğru ve ayrıntılı tasarım yapma ve projelendirme,
- Sürdürülebilir mimari tasarım yapma olanağı,
- Yapı performansından strüktür analizlerine, ısıtma ve soğutma hesaplamalarından akustik analizlere kadar birçok konuda analiz yapma olanağı,
- Yapı sistemleri ve elemanları için ön imalat (pre-fabrication) desteği,
- Güncel, eksiksiz ve koordineli 2D dokümantasyon,
- 3D iç ve dış görselleştirme ve animasyon,
- 3D koordinasyon,
- 4D alan ve iş planlamaları,
- 5D bina maliyeti tahminleri,
- Alan lojistiği simülasyonu ve planlamaları,
- Binanın kullanımını (işletilmesi) ve yönetiminde kullanım,
- Bakım, onarım ve yenileme işlemlerinde kullanım,
- Veritabanının kurumsal kaynak planlaması, işletme (kullanım) - bakım işleri ve yazılımları tedarik zinciri yönetimi için kullanılabilmesi,
- Yıkım planlaması (BIM Handbook, 2011) (Şekil 2.19).



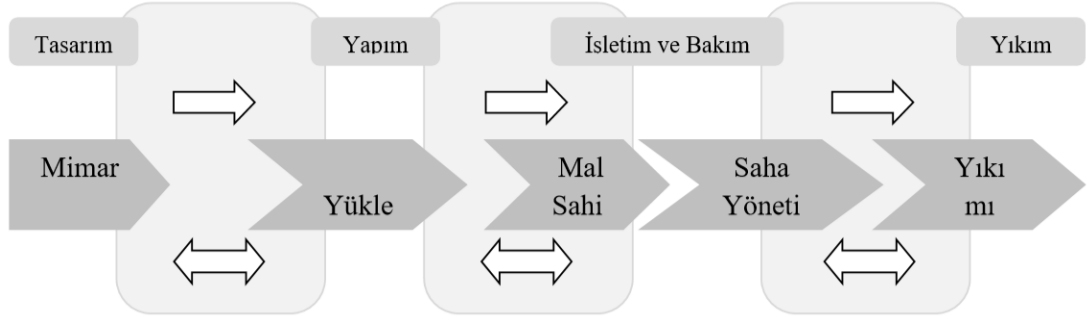


**Şekil 2.19.** BIM Olgunluk Seviyeleri Diyagramı

**Kaynak:** (URL 5)

#### 2.2.4. BIM'in yapı sektöründe ve yapım projelerindeki kullanım alanları

Bu bölümde iki ana başlık olmak üzere BIM'in yapı sektöründe ve yapım projelerinde ne amaçla kullanıldığı ele alınacaktır. Yapım projelerinde bilgi dağılımı, proje planlanması aşamasında mal sahibi, yüklenici, mühendisler, tasarımcı ve makine ve malzemeleri tedarik eden kişiler arasında yapılmaktadır (Xin Qiu, 2011). Bu bağlamda, bilgi akışı tasarımı yapan mimardan başlamak üzere geri beslemeler ile mal sahibi, yüklenici, saha yöneticisi ve yapımın kullanım ömrü sona erdikten sonra yıkım işlemi gerçekleştiren kişiye geçmektedir (Şekil 2.20).



**Şekil 2.20.** Bina Yaşam Sürecinde Bilgi Akışı

**Kaynak:** (Azhar vd., 2008; Saraç, 2013)

BIM Şekil 2.20’de belirtilen proje katılımcıları arasında planlama, tasarım, yapım ve kullanım (işletme) kapsamında kullanılmaktadır.

**BIM’in Yapı Sektöründe Kullanım Alanları:** BIM Handbook kitabına göre yapı sektöründe, mal sahibi, mimar ve mühendis, yükleniciler gibi farklı proje paydaşları için çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Bu bölümde, projenin oluşması için önemli bir rol üstlenen mimarlar ve mühendisler için BIM’in hangi amaçlar doğrultusunda kullanıldığı ele alınacaktır.

Genel anlamda bir mimari proje; Etüt Çalışması, Öntasarım, Avan Proje (Şematik Tasarım), Kesin Proje (Tasarımın Geliştirilmesi), Uygulama Projesi (Yapım Detaylarının Oluşturulması) ve uygulama projesindeki detayların gözden geçirilmesi olmak üzere belirli bir sıralama ile oluşturulmaktadır.

BIM’in tasarım aşamasında kullanımı ise, Konsept Tasarım Sürecinde, Tasarım ve Analizler Sürecinde ve Yapım–Detay Bilgi Düzeyinde olmak üzere gerçekleşmektedir.

Konsept Tasarım Sürecinde;

Bu aşamada Archicad, Revit, Rhinoceros, 3D Sketchup vb. gibi BIM tabanlı yazılım programları kullanılarak tasarımın ana kütlesi, formu, strüktürü, çevre şartlarına yaklaşımı, genel konumuna ilişkin bilgileri, bölgesel koşullara ve yerleşim sahasına verilen cevaplar oluşturulmaktadır. Bu aşama, tasarımın en yaratıcı olduğu aşamayı oluşturmakta ve daha sonra yapılan detaylandırma çalışmalarına bir kılavuz

niteliği taşımaktadır. Bu sebeple, konsept tasarım s¼recinde alınan kararlar b¼y¼k ¼nem taşımaktadır.

Tasarım ve Analizler S¼recinde,

Bu aşamada, kalite, maliyet ve program bakımından kritik olan analizler, bir bakıma fiziksel parametrelerin performans değerlendirilmesi yapılmaktadır. BIM tabanlı yazılımlar kullanılarak yapı inşa edilmeden ¼nce yapının performans değerlendirmeleri yapılmaktadır. ¼rneđin, str¼kt¼rel b¼t¼nl¼k, ısı konforu, havalandırma, aydınlatma, yaya sirk¼lasyonu, ses konforu, su temini, enerji dağılımları ve t¼ketimi, atıkların yok edilmesi vb. gibi performans değerleri ¼l¼mlenmektedir.

Yapım–Detay Bilgi D¼zeyinde,

Bu aşamada ise BIM tabanlı yazılımlar ‘‘Tasarım ve Yapım Aşamalarının’’ birbirleriyle tam bir b¼t¼nleřme sağlaması amacıyla kullanılmaktadır. ¼zellikle standart olmayan, yani, bir bakıma yapısal ¼zellik taşımayan ¼r¼nlerin ¼retim evresinde kullanılabilecek bir şekilde modellemeleri yapılmaktadır (Saraç, 2013).

***BIM’in Yapım Projelerindeki Kullanım Alanları:*** BIM yapım projelerinde aşağıda belirtilen amaçlar doğrultusunda kullanılmaktadır.

***G¼rselleřtirme:*** 3D g¼r¼nt¼ alınabilme ¼zelliđi ile kolay bir şekilde istenilen g¼r¼nt¼ alınabilmek i¼in kullanılabilmektedir.

***Otomatik ¼retim:*** BIM belgelerinden elde edilen veriler, dijital kontroll¼ ¼retim malzemesine girdi oluşturabilmektedir.

***¼retim ¼izimleri:*** Bina sistemleri i¼in proje ¼izimlerinin kolayca oluşturulabilmesi amacıyla kullanılabilmektedir. ¼rneđin, 3D model tasarlandıktan sonra elektrik tesisatı ¼izimleri oldukça kolay bir şekilde yapılabilir.

***Y¼netmeliđe İlişkin Değerlendirmeler:*** İtfaiye ve deprem vb. yer alan yetkililer tasarlanan model ¼zerinden kendileri ile ilgili b¼l¼mleri tekrar g¼zden ge¼irmek amacıyla kullanılabilmektedir.

***Saha Y¼netimi:*** Bakım, onarım ve mek¼n planlama işlemlerini yapmak amacıyla kullanılabilmektedir.

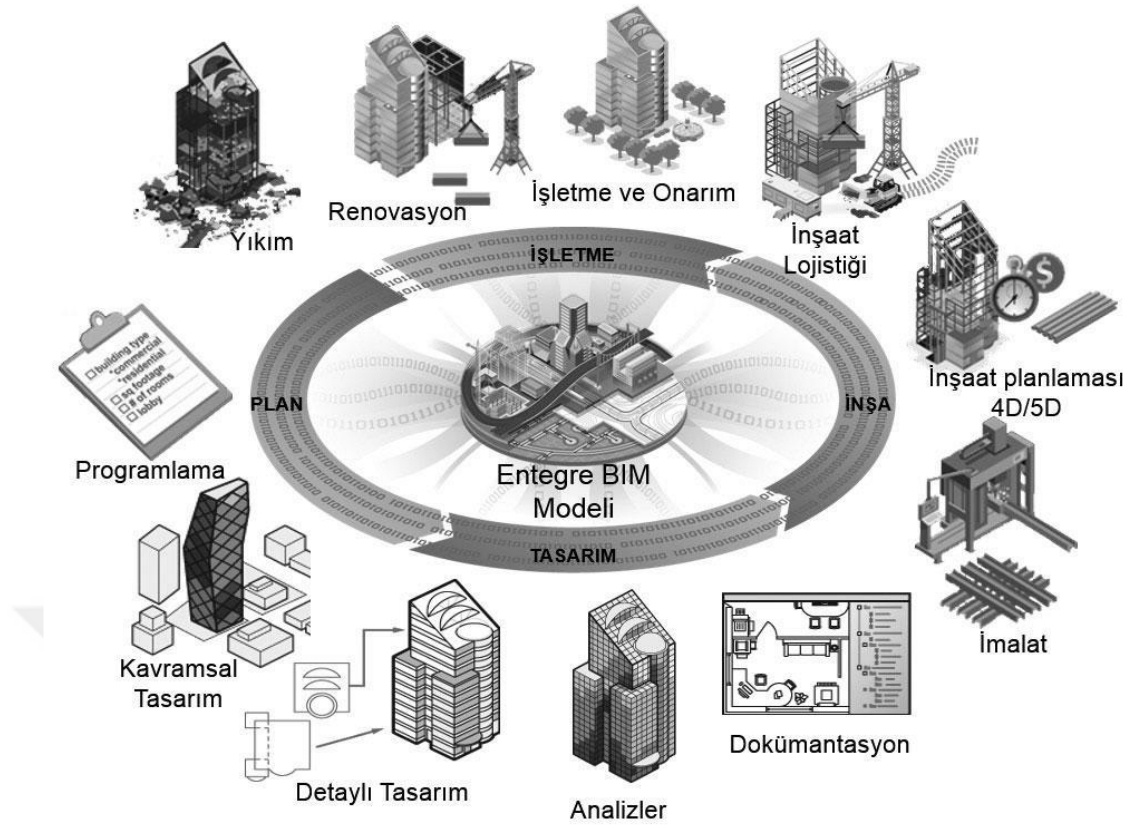
Potansiyel Analiz: Olası hataları, tahliye kaçakları ve sızdırma gibi hataları belirleyebilmek amacıyla kullanılabilir.

Maliyet Hesabı: BIM'in içinde tahmini maliyet analizi yapmak için kullanılan bir yazılım bulunmaktadır. Kullanılan malzemenin türüne ve miktarına göre tasarlanan model üzerinde tahmini maliyeti hesaplamak ve gereken güncellemeler yapılarak değişen maliyetleri tespit edebilmek amacıyla kullanılabilir.

Anlaşmazlık, Müdahale, Çatışma Belirlemesi: BIM'de tasarlanan proje 3D olduğu için çatışma belirlemesi (clash detection) işlemi de otomatik olarak yapılmaktadır. Böylece mimari, mekanik, elektrik projelerinde oluşan çakışmalar otomatik bir şekilde kontrol edilmekte ve çakışmaya karşı da önlem alınmış olmaktadır.

Yapımı Sıralama: Üretim, malzeme siparişleri vb. gibi yapıyı oluşturan bütün bileşenlerin teslim programının yapılması gibi koordineli çalışma gerektiren işlemlerin yapılabilmesi amacıyla kullanılabilir.

Revizyon Olanğı: Yapım projelerindeki eksik, hatalı olan veya sonradan değiştirilmek istenen bölümlerin tekrar tasarlanması amacıyla kullanılabilir (Azhar vd., 2011).



**Şekil 2.21.** Entegre BIM Modeli ve BIM Süreçleri

**Kaynak:** (URL 7)

### 2.2.5. BIM tabanlı yazılımlar ve getirdiği yenilikler

BIM kavramını açıklarken BIM'in yalnızca bir yazılım programı olarak algılanmaması gerektiği ve bir süreç olduğu da söylenmişti. Diğer yandan, BIM tabanlı bir yazılım programı olmadan BIM tanımının temelini anlaşılmayacağını ve BIM'in nasıl bir yazılım olduğunun düşünülmemeyeceğinin de üstünde durulması gerekmektedir. BIM çeşitli proje paydaşları tarafından çeşitli detay düzeylerinde farklı yazılım programları kullanılmasıyla oluşturulmaktadır. BIM tabanlı bu programlar belli başlı birtakım firmalar tarafından üretilmektedir.

Autodesk Revit, IDEA Architectural, Graphisoft Archicad, VectorWorks Architect, Bentley Microstation, DDS-CAD, Tekla Structures, Nemetschek Allplan gibi yazılımların bazıları proje yönetimini ve tasarımı birlikte sunan paket programları, bazıları ise yalnızca proje yönetiminde ve tasarımdan bazı çıkarımlar elde etmede bize yardımcı olan programları oluşturmaktadır. Ayrıca bu yazılımlar, yapı sektöründe çeşitli konularda ve seviyelerde mal sahipleri, tasarımcılar,

mimarlar, mühendisler, proje yöneticileri ve koordinatörlerinin daha doğru çözümler bulmasına ve kararlar vermesine yardımcı olmaktadır (Tablo 2.20).

Yukarıda belirtilen BIM yazılımlarını tanıtmadan önce BIM tabanlı yazılımlar kullanılarak geliştirilen modelleri de belirtmek gerekmektedir. Bunlar;

- Yapım (Şantiye) (Genel durum- Yerleşim, Binalar, Peyzaj)
- Mimari Model (Döşeme, Duvarlar, Çatı, Özel eşyalar, Sirkülasyon vb. gibi)
- Strüktürel Model (Strüktür Sistemleri)
- Elektrik, Mekanik ve Tesisat Modelleri
- Yangından Koruma Modeli
- Özel Modeller (Ekipmanla, Özel bitiş detaylarıyla, Yapı iskelesiyle, Geçici inşaat-kalıp işleriyle ilgili)

Proje sürecinde bu BIM yazılımları ve modelleri arasından hangisinin ne amaçla kullanılacağı birtakım kriterlere göre belirlenmektedir. Bu kriterleri; sadelik, işlevsellik, karşılıklı işbirliği/çalışabilirlik, çevresel faktörler, eğitim desteği sunması ve uzun ömürlü olması gibi kriterlerden oluşmaktadır (Barnies ve Davies, 2014). Ayrıca nesne kütüphanelerine sahip olması, farklı bir yazılıma ihtiyaç duyulmadan yapım dokümanlarının elde edilebilmesi, çoklu katılımcıların tek bir proje üzerinde çalışmasını sağlaması, çeşitli proje yönetimi uygulamaları ve analizlerle bütünleşme sağlaması ve bütün disiplinlere uygun olması da bu kriterler içerisinde yer almaktadır (BIM Handbook, 2011).

**Tablo 2.20.** BIM Tabanlı Yazılım Programları ve Kullanım Alanları

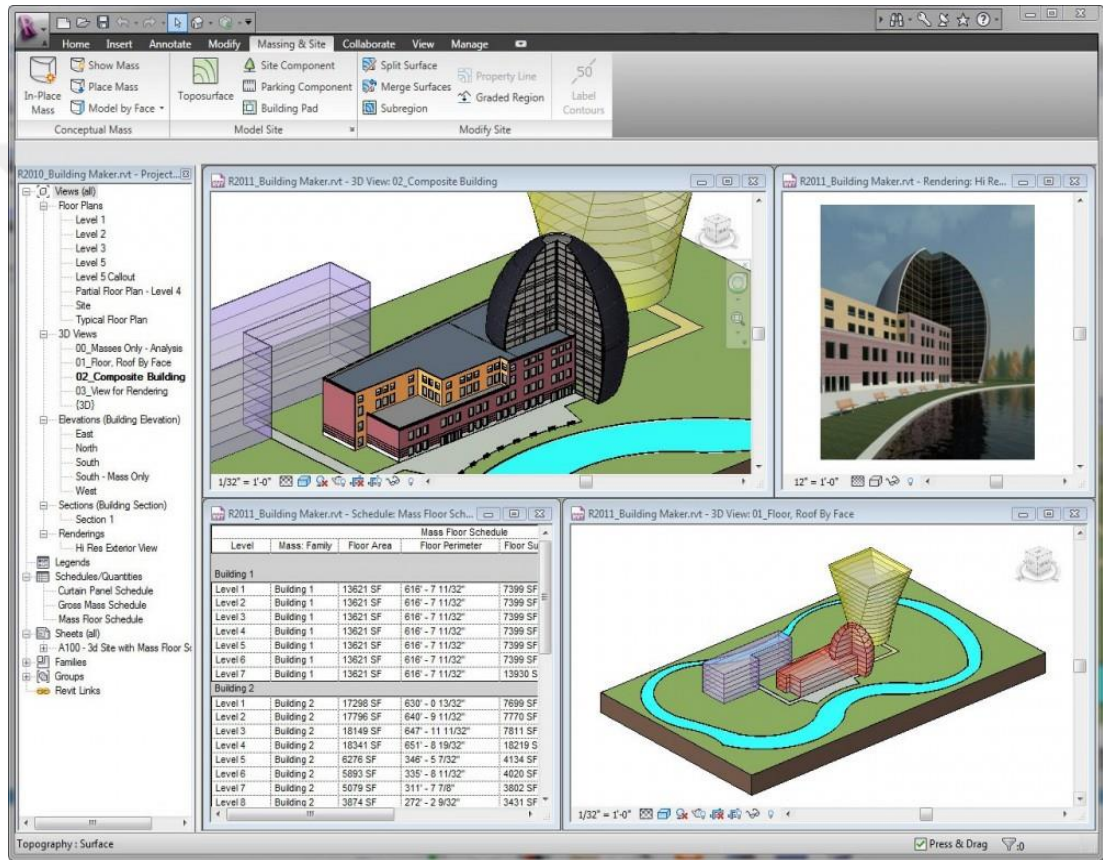
BIM TABANLI YAZILIM PROGRAMLARI	
Programlar	Kullanım Alanları
Autodesk Revit (Revit Structure, Revit MEP, Acotect, EnergyPlus, Mental Ray, Archibus)	Mimari Tasarım, Strüktürel Tasarım, Mekanik ve Elektrik Çizimler, Enerji, Görselleştirme, Tesis Yönetimi
IDEA Architectural	3D ve 2D Mimari Tasarım, Render ve Animasyon, 4D Planlama ve 5D Maliyet
Graphisoft Archicad	Mimari Tasarım
VectorWorks Architect	Mimari Tasarım, Ürün Tasarımı, İç Tasarım, Aydınlatma Tasarımı, Makine Tasarımı
Bentley Microstation	Mimari, Mühendislik, Altyapı ve Yapım İşleri
DDS-CAD	Elektrik, Sıhhi Tesisat, Isıtma, Havalandırma, Klima ve Fotovoltaik Sistemler
Tekla Structures	Strüktürel Tasarım ve Analizler
Nemetschek Allplan	Tasarım, İnşaat, Tesis Yönetimi
Digital Project	Detaylı Mimari Tasarım, Uçak-Uzay Sektöründe, Otomotiv Sektöründe
Dprofiler	Maliyet Tahmini, Sequencing, Saha Analizi, Enerji Simülasyonu
Auto-CAD-Based Application	Mimari Tasarım, Mekanik& Elektrik, Mühendisler İçin Kullanılabilecek Farklı Sürümleri mevcuttur.

Bu tez çalışması kapsamında BIM tabanlı “Autodesk Revit Architecture programı” “A” konutu örneğinin çiziminde kullanılacağından bu yazılım kısaca ele alınacaktır.

**Autodesk Revit Architecture:** ABD’de 1982 yılında kurulan Autodesk (Charles River Software Cambridge) firması tarafından 2000 yılında yapı sektöründeki kullanıcılar için geliştirilen BIM tabanlı yazılım programıdır. “Revit” adı takma bir ad olarak kullanılmaktadır. İngilizce’de Revision and Speed (revizyon ve hız) manasına gelen iki kelimenin birleştirilmesi ile türetilmiştir. Revit’in patentini, 2006 yılında ise Autodesk firması almıştır. Günümüzde ise dünyadaki tüm yapı sektörü firmaları tarafından en yaygın kullanılan BIM tabanlı yazılım programı haline gelmiştir.

Revit, kavramsal tasarım desteği ve serbest yapı formlarından bina modelleme tekniği ile hızlı ve kolay bir şekilde geometri oluşturulmasını

desteklemektedir. Karmaşık yapı formlarının yaratılması ve bu formların bina modeline çevrilmesi için içerisinde yerleşik araçlar bulundurmaktadır. Parametre atayabilme ve sınırlama işlevleri sayesinde yüksek düzeyde kontrol olanağı sağlayabilmektedir. İster tasarım evresinde isterse son ürünün analizinin yapılması için türlü araçlar bulundurmaktadır. Kullanıcılara oldukça kolaylık sağlayan bir ara yüze sahip olması, strüktür, mimari, mekanik ve elektrik projelerinin yanı sıra proje yönetimini de ilgilendiren aktivite sıralama, metraj ve görselleştirme vb. gibi bütüncül bir BIM olanağı sunması bu yazılımın özellikleri arasında yer almaktadır.



**Şekil 2.22.** Autodesk Revit Architecture Kullanıcı Ara Yüzü

**Kaynak:** (URL 8)

Autodesk Maya, AutoCAD, Sketchup, McNeel Rhinocero, AutoDesSys form Z gibi diğer NURBS ya da ACIS tabanlı çeşitli yazılım programlarından nesnelerin Autodesk Revit'e entegre edilmesi ve bu ortamda değiştirilmesi de mümkün olmaktadır. Yine Autodesk firmasının geliştirdiği Navisworks platformuyla sorunsuz bir şekilde çalışması ve Navisworks yazılımında 4D scheduling ve çakışma kontrolü gibi işlemlerin de gerçekleştirilebilmesi Revit'in özellikleri arasında bulunmaktadır



(URL 9). Aynı şekilde, yapı sektöründe en yaygın kullanılan AutoCAD yazılımı ile de uyumlu bir şekilde çalışmaktadır. Projenin ve proje paftalarının bu iki farklı yazılım arasında gerçekleşen alışverişini desteklemektedir. Autodesk Revit Architecture'de, hem tüm iki ya da üç boyutlu görünüşler, hem de tüm metraj listeleri aynı yapı veri tabanının birbirinden farklı olan yansımalarını oluşturmaktadır. Kullanıcı alışkın olduğu bu görünüşler üzerinde çalışmaya devam ederken Autodesk Revit, yapı için gereken bütün veriyi bünyesinde depolamakta, BIM içinde saklamakta ve projenin diğer bütün gösterimlerine yansıtmaktadır. Projenin herhangi bir kısmında yapılan bir farklılık anında bütün listelere ve paftalara yansıtılmaktadır. Böylece kullanıcılar projenin çeşitli kısımlarında başkalarının yapmış olduğu değişiklikleri bozmadan çalışabilmektedir.

Ayrıca, analitik verilerin parametrik tabanlı olan geometrik tasarımlarda kullanılması ile çevresel sınırlamalar, gün ışığı analizleri, gün ışığının binadaki açıları ve solar radyasyon miktarları daha kaliteli olarak belirlenebilmekte ve alternatif projeler ile Revit programıyla birlikte çalışan "Ecotect" sayesinde değerlendirilebilmektedir (Aksamija vd.,2011).

Tüm bunlara ek olarak Autodesk Revit içerisindeki modeller, DWG formatına aktarılabilen ve görselleştirme çalışmaları da Autodesk VIZ içinde yapılabilmektedir. Autodesk Revit Architecture'un BIM içerisinde yer alan verileri ise planlama, maliyet gibi işler için Open Database Connectivity (ODBC) veritabanlarına aktarılabilir.

***BIM Tabanlı Yazılımların Getirdiği Yenilikler:*** Yapı Enformasyon Modelleme mühendislik, mimarlık ve yapı sektöründe son 15 yıldır özellikle Avrupa ülkeleri tarafından yoğun olarak kullanılan bir yapım yönetim argümanı ve teknoloji haline gelmiştir. Bu yazılımlar;

- Nesne tabanlı modelleme yapabilme,
- IFC tabanlı belge transferi yapabilme,
- Çakışma kontrolü yapabilme,
- Birlikte çalışabilirlik,
- 4D iş programı oluşturabilme,
- 5D maliyet tahmini yapabilme,

- 6D sürdürülebilirlik ile ilgili analizler yapabilmek,
- Tümüleşik proje yönetimi,
- Tasarım bilgisinin yeniden kullanımı gibi yenilikler getirmektedirler (Tablo 2.21).

**Tablo 2.21. BIM Tabanlı Yazılımların Getirdiği Yenilikler**

<b>BIM TABANLI YAZILIMLARIN GETİRDİĞİ YENİLİKLER</b>	
<b>Nesne Tabanlı Modelleme Yapabilme</b>	Nesne tabanlı modellemeye göre, nesnelere geometrik olmayan ya da geometrik olan işlevsel, topolojik ya da anlamsal bilgiye sahip olabilmektedirler (Wong and Yang, 2010). Artık nesne tabanlı – nesne tabanlı modelleme ile elemanların 2D planları ve kesitleri ile 3D görünüşlerinin birbirleriyle tam ve etkileşimli bir şekilde çalışmaları mümkün olmaktadır (Eastman vd., 2011). BIM programlarında ise nesnelere oluşturulmuş ve nesnelere sayısız miktarda şekil değiştirme ya da özellik yükleme özgürlüğü verilmiştir.
<b>IFC Tabanlı Belge Transferi Yapabilme</b>	BIM tabanlı herhangi bir yazılım programında yapılan tasarımın tüm bilgi ve belgeleri IFC veri tabanı ile BIM'e kolaylıkla aktarılabilir.
<b>Çakışma Kontrolü Yapabilme</b>	İnşaat sektöründeki zaman kullanımı sorunları ve 2D çizimlerin yarattığı düşük verimlilikli süreçler, proje sürecindeki karar alma mekanizmalarının ortaya çıkabilecek tasarım koordinasyonu problemlerini oluşturmaktadır. Bu sorunları ortadan kaldırmak için özellikle mimari, statik, elektrik ve mekanik projelerinin yapım evresinden önce entegre edilmesi, elemanların çakışma kontrollerinin önceden belirlenebilmesi, maliyet, zaman ve işçilik tasarrufu sağlanabilmesi BIM ile yapılabilmektedir.
<b>Birlikte Çalışabilirlik</b>	Birlikte çalışabilirlik, işletme otomasyonlarını ve iş akışlarını düzenleyen uygulamalar arasında gerçekleşen veri değişimi için tasarlanan bir özellik olmaktadır (Eastman vd., 2011). Bu özellik ile proje paydaşları tek bir tasarım modeli üzerinde çalışarak projedeki değişiklikleri modele anında yansıtılabilmekte; diğer bütün paydaşlar da bu değişiklikler üzerinde kendilerine düşen düzeltmeleri yapabilmekte ve modeli geliştirebilmektedirler.
<b>4D İş Programı Oluşturabilme</b>	4D ile BIM'de aşamalandırma, yalın programlama, simülasyonlar, son planlama, ekipman dağıtımı, zamanında tedarik ve görselleştirilmiş ödeme onay geçerliliği gibi planlamalar yapılabilmektedir.
<b>5D Maliyet Tahmini Yapabilme</b>	5D ile BIM'de gerçek zamanlı kavramsal modelleme, üreticisinden model doğrulama, alternatif tasarımlar, görselleştirme, ön üretim çözümleri ve metraj çıkarma gibi tahmini detaylı maliyet hesaplamaları yapılabilmektedir.

**Tablo 2.21. (Devamı)**

<b>6D Sürdürülebilirlik İle İlgili Analizler Yapabilme</b>	6D ile BIM’de konsept enerji analizi, detaylı enerji analizi, sürdürülebilir eleman takibi ve LEED gibi sürdürülebilir bina sertifikasyon sistemlerinin bina üzerindeki analizleri yapılabilmektedir.
<b>Tümleşik Proje Yönetimi</b>	Tümleşik proje yönetimi ile işverenler, mühendisler, mimarlar, yapı profesyonelleri ve bunların hukukçuları atık miktarını azaltmak, verimliliği artırmak ve daha iyi yapılar inşa etmek için birlikte hazırlanmış sözleşmeler ile birtakım olarak çalışabilmektedirler (Thomsen ve diğerleri, 2009).
<b>Tasarım Bilgisinin Yeniden Kullanımı</b>	BIM ile üretilen bilgi üretildiği anda saklanabilmekte ve yapılan tüm çalışmalar daha sonra yapılacak benzer çalışmalarda tekrar kullanılabilir. (Anon, 2009; Özcan, 2010).

### **2.2.6. BIM’in getirdiği avantajlar ve dezavantajlar**

Yapım sektöründe binaların karmaşıklığı, belirsizlik durumu, planlanması, performans analizi vb. konularında büyük gelişmeler göstermesini sağlayan BIM’in ana avantajı, tümleşik veri tabanında yapının çeşitli bölümlerinin geometrilerinin daha net bir şekilde oluşturulmasıdır (CRC Construction Innovation, 2007). Ayrıca bu ana avantajın yanı sıra BIM’in tasarım evresinde, tasarım, programlama ve bütçe bilgilerine; yapım evresinde, kalite, programlama ve maliyet bilgilerine; yönetim evresinde ise kullanılabilirlik, performans ve finansal bilgilerine olmak üzere birçok avantajı bulunmaktadır (Özcan, 2010).

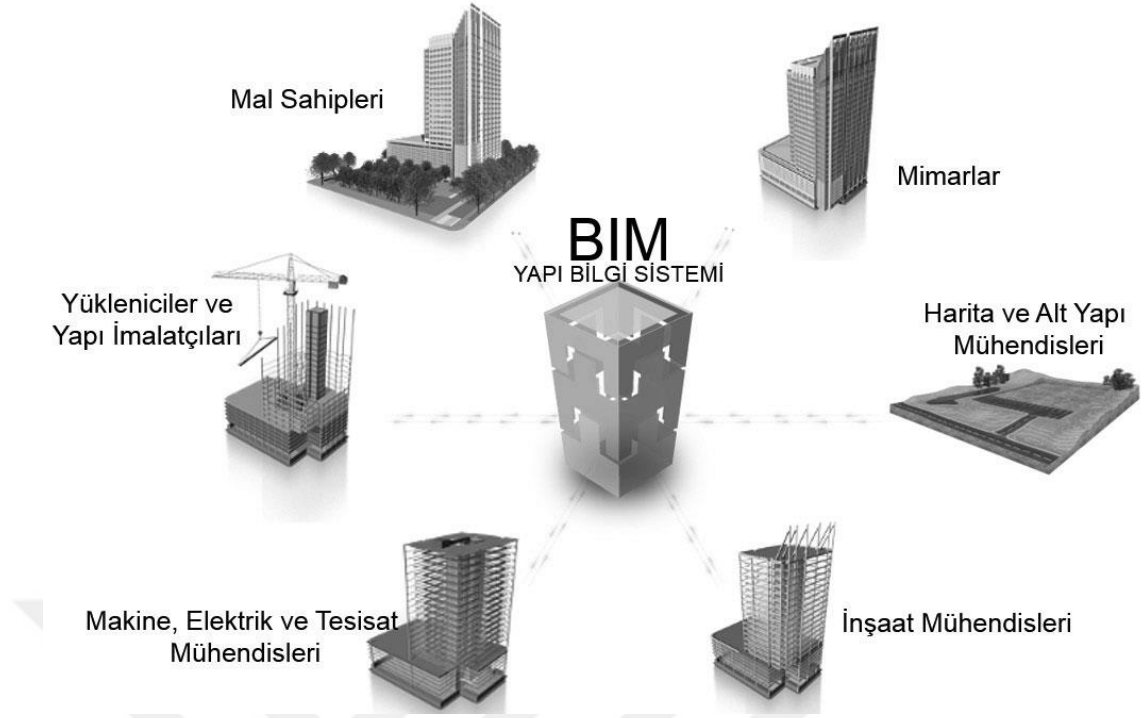
Bu evrelerdeki tüm bilgiler tasarım, karar alma, üretim, kullanım, işletim evreleri ve daha sonraki süreçte oluşabilecek sorunların çözümünde birer veri olarak kullanılmakta ve böylece hız, maliyet ve işgücünden büyük oranda tasarruf sağlanmaktadır. Bina ile ilgili tüm verilerin ve bilgilerin sistem içerisinde bulunan sayısal ortamda depolanarak saklanması, anında güncellenebilmesi ve bu verilere kolayca ulaşılabilmesi ile mühendisler, mimarlar, işçiler ve mal sahiplerine proje süreci ile ilgili net bilgiler verilerek hızlı ve doğru bir karar almada maliyeti düşük ama kalitesi daha fazla olan işlerin yapılmasına imkân sağlanmaktadır (Anon, 2009; Özcan, 2010).

Binanın güvenilir olan sayısal sistemine dayanarak tasarım aşamasında çeşitli kararların alınmasında, yapım programının planlanmasında, kalitesi yüksek olan yapım dokümanlarının oluşturulmasında, performans ve maliyet öngörülerinin yapılmasında avantajlar sağlamaktadır.

Elle yapılan geleneksel metotlarda her bir pafta için tek tek çizim yapılırken BIM'in birbiriyle koordineli çalışmayı sağlayan arayüzü sayesinde projenin herhangi bir kısmında yapılan değişiklik anında diğer kısımlara da yansımakta ve planların, görünüş ve kesitlerin eş zamanlı bir şekilde ilerlemesinde avantaj sağlamaktadır.

Günümüzde artık tasarım, tek tek çizgilerle daireler, dikdörtgenler, kareler oluşturularak yapı geometrileri oluşturulduktan sonra onların üzerine farklı farklı semboller konularak neyi ifade ettiklerini göstermekten daha ileri bir düzeyde yapılmaktadır. BIM'de ise yapının tüm bölümleri geometrik bir şekilde tümleşik bir sistem içinde modellenilmektedir. Yapının temel öğeleri olan duvar, zemin, tavan ve çatı ile ön tasarım evresinde binanın taslağı oluşturulduktan sonra binanın geri kalan bölümlerinin tasarımına geçilmektedir. Bu öğelerden bir tanesini bile oluşturabilmek için onlarca çizgiyi ayrı ayrı çizip sonra hepsini birleştirerek oluşturmak gerekmektedir. BIM'de ise bütün bileşenler bir bütün olarak alınmakta, görsel olarak kullanılacak renk, malzeme, boyut, kalınlık vb. özellikler tek bakışta görülebilmekte ve tek parça şeklinde alınabilmektedir. Ayrıca BIM sayesinde grafik görünüşleriyle birlikte tüm bu bileşenlerin oluşumları ve özellikleri, performans durumları ve kullanım kısıtlamaları ile ilgili bilgiye de ulaşılabilen; daha temel atılmadan binanın yapımı ile ilgili test aşamaları yapılabilmektedir (Weygant, 2011; Çuhadar, 2017). Aynı şekilde, yazınsal dokümantasyona ait gereken malzeme, maliyet ve metraj tablolarının elde edilmesi amacıyla gereken tüm veriler çizimden otomatik bir şekilde alınarak oluşturulabilmektedir. Böylece proje çiziminde harcanan zaman minimum düzeye indirgenerek proje sürecinde verimlilik sağlanmaktadır.

BIM, sağladığı yüksek tutarlılık ve koordinasyon sayesinde projeye dair problemler ve risklerin en aza indirgenmesini; mimarlar, inşaat ve mekanik sistem mühendisleri, yapı uzmanları, mal sahipleri ve imalatçıların kendi aralarında sağlıklı bir şekilde bilgi alışverişi yapabilmelerini ve projeye katkıda bulunabilmelerini sağlamaktadır. Ayrıca, yapı enformasyon sistemleri ile müşteriye proje süreci, maliyeti ve kalitesi hakkında daha kesin öngörüler sunulabilmekte; bilgi paylaşımı en üst seviyede tutularak müşteri memnuniyetine de katkı sağlanmaktadır (Şekil 2.23).



**Şekil 2.23.** Yapı Enformasyon Sistemi

**Kaynak:** (URL 10)

BIM'in getirdiği avantajlara yönelik tüm bu bilgiler özetlenerek **Tablo 2.22'**de gösterilmektedir.

**Tablo 2.22. BIM'in Getirdiği Avantajlar**

<b>BIM'İN GETİRDİĞİ AVANTAJLAR</b>	
<b>BIM' in Tasarım Evresindeki Avantajları</b>	Tasarımın erken evrede çok daha ayrıntılı görsellerle desteklenebilmesi
	Tasarımın tüm evrelerinin kesin ve tutarlı iki boyutlu çizimlerinin standartlaşabilmesi
	Tasarımın herhangi bir bölümünde yapılan değişikliğin anında bütün paftalara ve projenin geneline yansıtılabilmesi
	Projenin en erken evresinden itibaren çoklu tasarım disiplinlerinin birlikte çalışabilirliğinin sağlanabilmesi
	Tasarım süresince istenilen her safhada yapılan maliyet tahminlerinin bir çıktı olarak alınabilmesi
	Projenin daha başlangıç aşamasında tasarımın içeriğinin tutarlı bir şekilde doğrulanmasının yapılabilmesi
	Sürdürülebilir ve enerji etkin bina tasarımının geliştirilebilmesi
<b>BIM' in Yapım ve Üretim Evresindeki Avantajları</b>	Tasarlanan bina modelinin yapımda kullanılacak malzemelerin imalatında kullanılabilmesi
	Tasarımdaki eksikliklerin ve hataların yapım aşaması öncesinde farkına varılabilmesi
	Proje üzerindeki değişikliklerinin hızlı ve seri bir şekilde yapılarak projeye adapte edilebilmesi
	Tasarım ve yapım planlamalarının senkronizasyonlarının yapılabilmesi
	Tasarım ve yapım evrelerinin tedariklerinin senkronizasyonunun yapılabilmesi
<b>BIM' in Yönetim Evresindeki Avantajları</b>	Yapımı tamamlanan tesis/binanın işletmeye alma ve devir/teslim işlerinin kolaylıkla yapılabilmesi
	İşletme yönetiminin ve operasyonlarının entegre bir şekilde yapılabilmesi
	Binanın yönetim ve işletiminin çok daha iyi bir şekilde yapılabilmesi

**Kaynak:** (BIM Handbook, 2011)

BIM'in tüm bu avantajlarının yanı sıra getirdiği birçok dezavantajları da bulunmaktadır. Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle birlikte yapı enformasyon sistemi, duyulan gereksinime cevap vermeye başlamasına karşın yapım sektöründe kullanımının yaygınlaşması beklenildiğinden çok daha yavaş bir şekilde gerçekleşmektedir. Bu şekilde sisteme daha yavaş geçişinin sebebi ise parasal ve teknik bir konu olmasının ötesinde proje paydaşlarının bilgisayar destekli modellemeye yönelik yeterli düzeyde bilgiye sahip olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu tarz bireyler ise genellikle kariyerinin başında bu tür bir yapı ile karşılaşmamış ve yaşça büyük olan bireylerden oluşmaktadır.

Oysaki BIM ortaya çıkan sorunları 2D geleneksel çizim tekniklerine ve programlarına oranla daha hızlı bir şekilde çözebilmektedir. Ancak, kullanımının öğrenilebilmesinde pratik yapılmasının gerekliliği sebebiyle bireyler bunu fazladan

bir çaba olarak görebilmektedirler. Ayrıca BIM kullanımında birçok risk ve bariyer de bulunmaktadır.

BIM'in getirdiği dezavantajlara yönelik tüm bu bilgiler ise özetlenerek **Tablo 2.23**'te gösterilmektedir.

**Tablo 2.23.** BIM'in Getirdiği Dezavantajlar

<b>BIM'İN GETİRDİĞİ DEZAVANTAJLAR</b>	
<b>Kullanım Sürecindeki Dezavantajları</b>	<p>Pazar koşullarının hazır olmadığı ve yeniliğin hala araştırma aşamasında olmasının düşünülmesi</p> <p>Projenin zaten finanse edildiği, tasarım tamamlandığı ve BIM uygulamasının önemini kalmadığının düşünülmesi</p> <p>Eğitim maliyeti ve öğrenme eğrisinin çok yüksek olduğunun düşünülmesi</p> <p>Tüm proje paydaşlarının BIM kullanma konusunda istekli olmaması</p> <p>Yasal bariyerlerin çok fazla ve üstesinden gelmenin de çok maliyetli olduğunun düşünülmesi</p> <p>Şirketlerin BIM'i nasıl adapte edeceklerini bilmemesi</p> <p>BIM işletmesinin bilinmemesi</p>
<b>Teknolojik Dezavantajları</b>	<p>BIM standartlarının henüz tam anlamıyla tanımlanmaması ve genel adaptasyonun olmaması</p> <p>Tasarımcıların uygun standartları kullanmada hala zorluk yaşaması</p> <p>Yapı sektöründeki örgütlenmenin dağınık olması</p> <p>Yapı sektöründeki küçük şirketlerin teknolojik değişikliklerin maliyetlerini karşılayamaması ve proje paydaşlarıyla birlikte çalışabilirlik bakımından uyum sağlayamaması</p> <p>Yeni tasarım yöntemlerinin gereksiniminin olması</p> <p>BIM uygulamalarının tasarım süreçlerini tekrar düzenleme, bu hususta personeli eğitime, ücret politikalarını ve mesleki sorumlulukları tekrar yapılandırma gereksinimlerini doğurması</p> <p>Yapı tasarımı bilgisinin hesaplanabilirliğinin ve var olan sistemlerin sınırlı olduğunun düşünülmesi</p>

**Kaynak:** (Saraç, 2013; Çuhadar, 2017)

Sonuç olarak, BIM süreci içinde yapının sayısal bir modeli oluşturulmakta, enerji analizleri, simülasyonlar yapılmakta, olası çakışmalar belirlenebilmekte ve tüm beriler raporlanabilmektedir. Bunlarla birlikte, yapı enformasyon sistemleri proje, tasarım, planlama, kaynak yönetimi, pazarlama, bilgi paylaşımı ve işletme gibi hususlarda uyum içerisinde çalışma gereksinimine cevap verebilmektedir.

Yapı enformasyon sisteminin yapı endüstrisinde kullanımının yaygınlaşması hem daha güvenilir bir ticaretin hem de daha şeffaf bir üretimin oluşmasına katkı

sağlamaktadır. BIM'in sektörde etkin olarak uygulanması ise; hem daha yaşanabilir, kaliteli, sürdürülebilir ve ekonomik binalar üretilebilmesine hem de önemli bir toplumsal yarar sağlamaktadır.

Ancak BIM'in getirdiği avantajlar çok fazla sayı ve çeşitte olsa da Türkiye'de henüz gelişimini tamamlayamamıştır. Günümüzde her ne kadar BIM kullanımının yapı sektöründe arttığı gözlemlenmiş olsa da pratik açıdan bakıldığında beklenen kullanımın tam anlamıyla sağlanamamış olduğu görülmektedir.

### **2.2.7. BIM'in sürdürülebilir binalar açısından değerlendirilmesi**

BIM günümüzde, başta ABD olmak üzere tüm Avrupa ülkelerinde sürdürülebilir binaların tasarımı ve yapımı için etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak Türkiye'de BIM'in sürdürülebilir binalar açısından kullanımı oldukça sınırlı olmakla beraber bu bilincin tasarımcılar tarafından daha yeni yeni kabul edildiği ve kullanıldığı görülmektedir.

Yapılarda sürdürülebilir mimari tasarım kararlarının etkin olarak alınabilmesi için konsept tasarım ya da yapım öncesi evrede bu kararların belirlenmesi gerekmektedir. Ancak geleneksel yöntemlerle yapılan 2D CAD çalışmaları yapım öncesi evrede sürdürülebilir mimari tasarım kararlarının alınmasında etkili olmamakta; genel olarak tasarım ve yapım teknikleri kararları alındıktan sonra enerji ve performans analizleri yapılmaktadır. Bunun için gereken bilgi ve veriler ise peyderpey olarak mühendis, mimar, analist vb. gibi farklı proje paydaşları tarafından toplanmaktadır. Yapı performansının konsept tasarım aşamasında gerçekçi bir şekilde değerlendirilebilmesi için binanın yerleşimi, yönelimi, formu, malzemesi, boşlukları, teknik birleşim detayları gibi birçok kapsamlı bilgisine ulaşılması gerekmektedir. BIM ise tasarım ve yapım evrelerinde gereken bu tüm yapı verilerini veri yönünden zengin, kapsamlı ve akıllı tek bir modelde birleştirerek sürdürülebilir mimari tasarımların yapım sektöründe etkin bir şekilde kullanılmasına olanak sağlamaktadır.

Ecotect, Energy Plus ve IES Virtual Environment gibi enerji simülasyon programlarına iklimlendirme, ısı yalıtımı, parlama, güneş ışını kazanımı, gölge, gün ışığı penetrasyonu, doğal havalandırma, hava akımı, mekanik havalandırma, ısı kütlesi ve yapı dinamiği simülasyonlarının ayrıntıları için de kapsamlı yapı tasarım



bilgisinin sisteme girilmesi gerekmektedir (Cho vd, 2010). Bütün bu bilgilere ilave olarak bölgesel makroklima ve mikroklima değerleri de ısısal hesaplarda önemli olan faktörler arasında bulunmaktadır. BIM ile farklı mimari tasarım çözümleri denenerek sürdürülebilir ve maksimum enerji etkinliği olan yapıların inşa edilmesi hedeflenmektedir.

Krygiel ve Nies ise 2008 yılında yayınladığı “Green BIM” isimli makalesinde BIM’in sürdürülebilir mimari tasarıma yönelik faydalarını 6 madde halinde sıralamıştır. Bunlar;

- Binanın topografyaya ve iklimsel verilere göre konumlandırılışı (Enerji tüketiminin en aza indirgenmesini sağlayacak şekilde en iyi yapı konumlandırılışının seçilmesi)
- Binanın formu ve cephe düzeninin yapılması (Bina formunun iklimsel verilere göre tasarlanması ve analiz edilerek en uygun cephe düzeni ve kaplamasının seçilmesi)
- İklimsel verilere göre doğal aydınlatma analizlerinin yapılması
- Su döngüsü analizlerinin yapılması (Binanın su ihtiyacının en aza indirgenmesi)
- Enerji Modellemesinin yapılması (Enerjiye duyulan gereksinimi azaltmak ve yenilenebilir doğal enerji kaynaklarından en üst düzeyde yarar sağlamak - rüzgâr, güneş enerjisi vb. gibi)
- Yenilenebilir yapı malzemelerinin seçilmesi (Geri dönüştürülebilir ve başka yapılara yeniden kaynak olabilen malzemelerin kullanımının değerlendirilmesi)

Tüm bu bilgilere ek olarak, BIM ile LEED ve BREEAM vb. gibi sürdürülebilir bina sertifikasyon sistemleri, performans değerlendirmeleri için gerekli olan veri ve bilgilere kolaylıkla ulaşabilmekte ve BIM’in tüm performans değerlendirme araçlarından da yararlanabilmektedirler. Bu sayede değerlendirme maliyeti ve süreci azalmakta, tasarımın erken döneminde müdahale yapılabildiği için önceden alınan uygulama kararları kolaylıkla değişebilmekte ve bu kararlar zaman

kaybına veya maliyet aşımına neden olmamaktadır. Çünkü yapım evresinden sonra yeniden değiştirilen sürdürülebilir mimari tasarım kararları yüksek maliyetli olmaktadır.

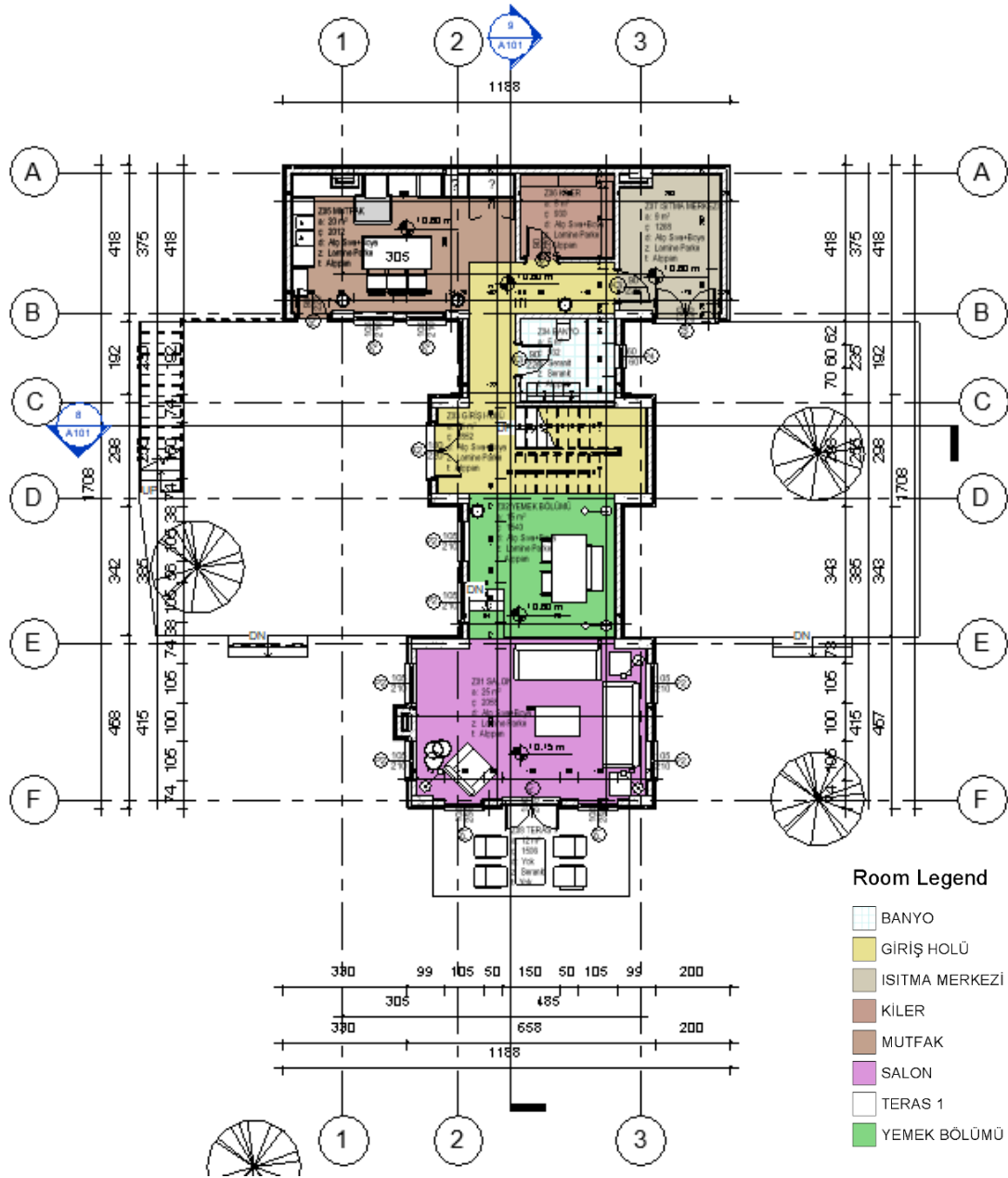
Ayrıca, bazı büyük çaplı projelerde BREEAM ya da LEED gibi sürdürülebilir bina sertifikalarına aday olarak başvurmak için BIM kullanımı bir koşul olarak belirtilmektedir.



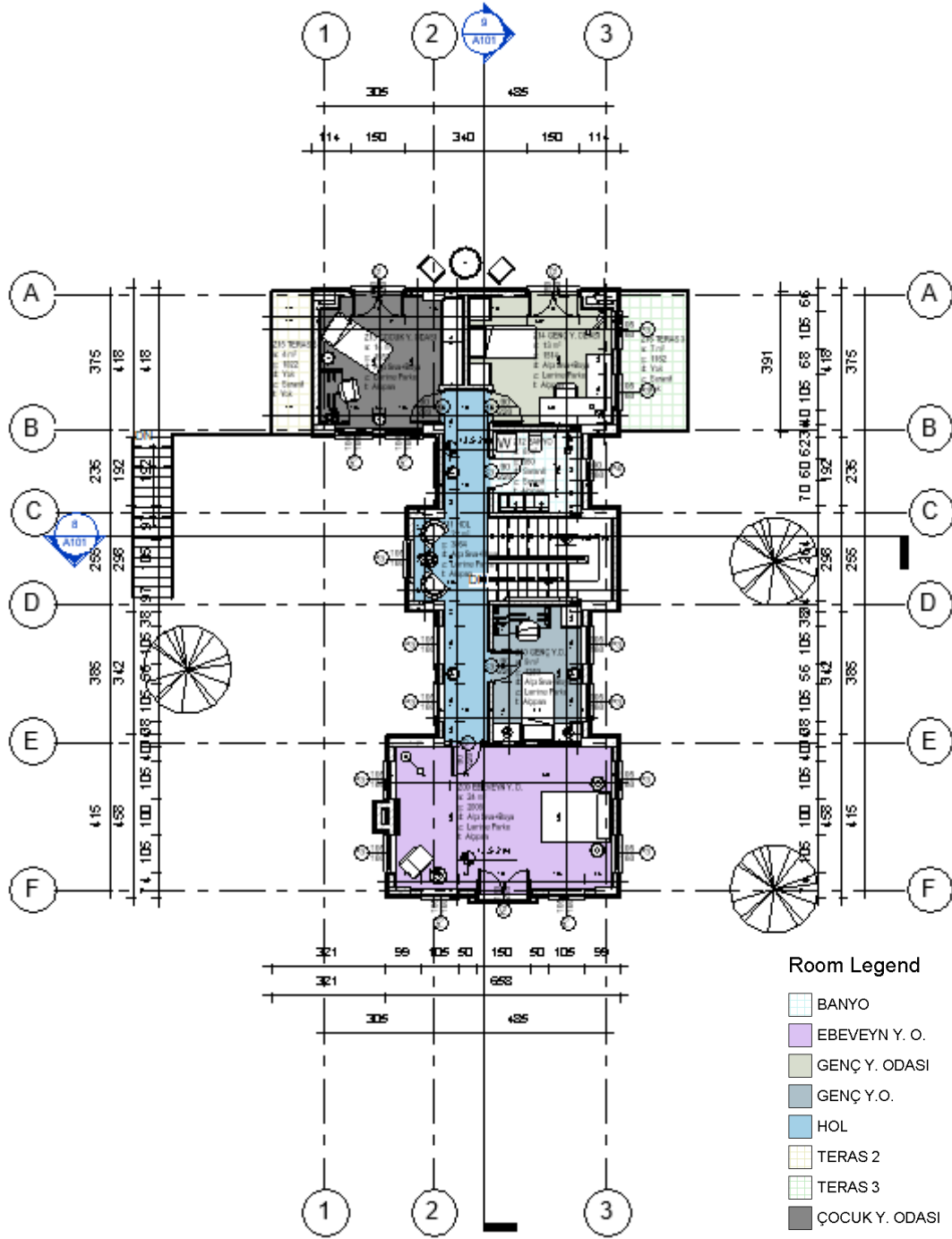
### **3. AUTODESK REVIT ARCHITECTURE İLE “A” KONUTU PROJESİNİN BİM’DE İNCELENMESİ**

#### **3.1. “A” Konutu Projesinin Revit Architecture Programına Aktarılması ve İncelenmesi**

“A” konutu ile ilgili bilgiler ve veriler mal sahibi ve proje sürecinde bulunan diğer proje paydaşları ile görüşülerek kısa bir zamanda toplandıktan sonra proje Revit Architecture programına aktarılmaya başlanmıştır. “A” konutu Çanakkale ilinde 4 adet oda, bir yaşam alanı ve bir mutfak biriminden oluşan tek bir ailenin haftanın her günü (24/7) kullandığı müstakil bir konuttur.



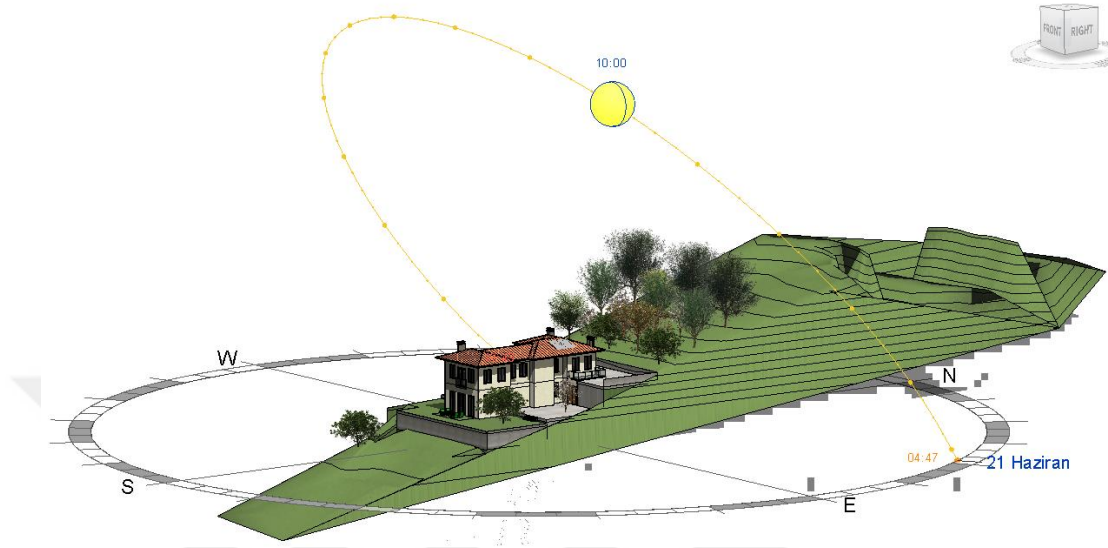
Şekil 3.1. "A" Konutu Zemin Kat Planı



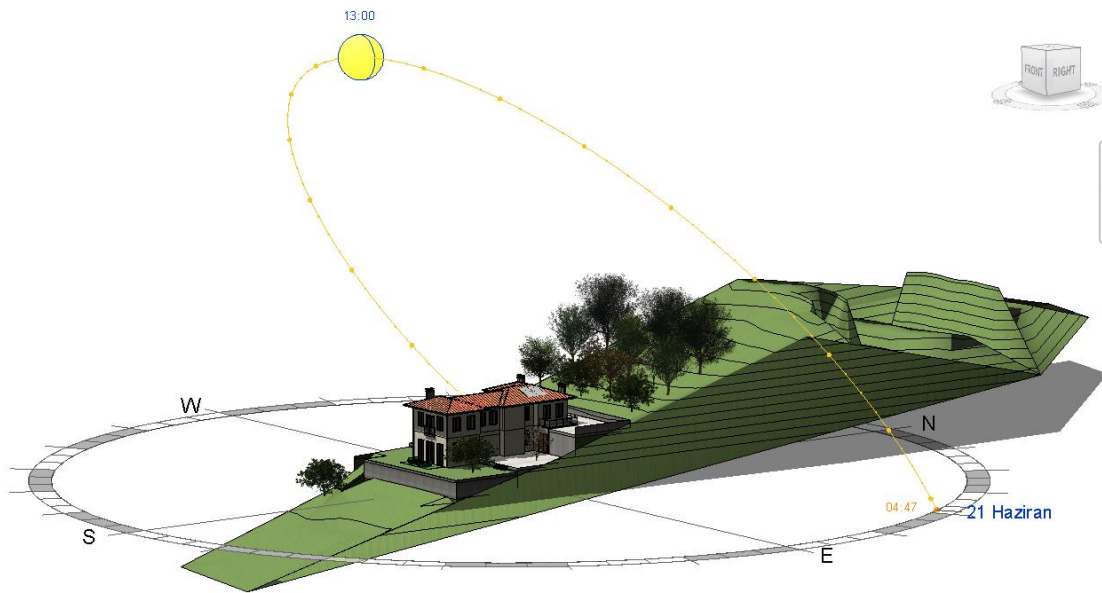
**Şekil 3.2.** “A” Konutu 1. Kat Planı

“A” konutunun üzerinde konumlandığı Çanakkale’de bulunan arsa merkezden 13 km uzakta müstakil bir noktada yer almaktadır. Konutun yaşam alanı arsanın kuzeydeki manzara yönüne göre konumlandırılmıştır. Konut zemin ve 1. Kat olmak üzere iki kattan oluşmaktadır. Zemin katta salon, salona açılan ve manzara yönüne hâkim bir teras, salona bağımlı bir yemek bölümü, bahçeye açılan bir mutfak, kiler, ısıtma merkezi ve bir ıslak hacim bulunmaktadır. 1. katta ise bir ebeveyn, 2 adet genç ve bir çocuk yatak odası ve bir ıslak hacim bulunmaktadır (Şekil 3.1, 3.2).

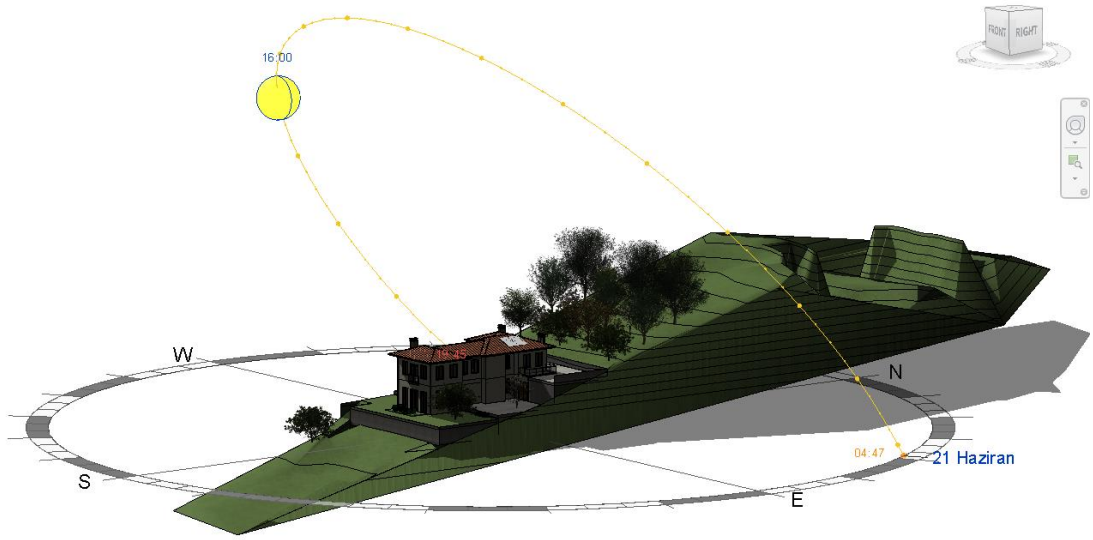
Kat planları Revit Architecture programına aktarıldıktan sonra güneş ve gölge çalışmaları yapılarak yapının günlük gölge ve aydınlık alanları incelenmiştir. Bu çalışmalar ile ilgili gösterimler Şekil 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8’de verilmektedir.



Şekil 3.3. “A” Konutu 21 Haziran Saat 10:00 Gölge ve Güneş Çalışması Görünümü



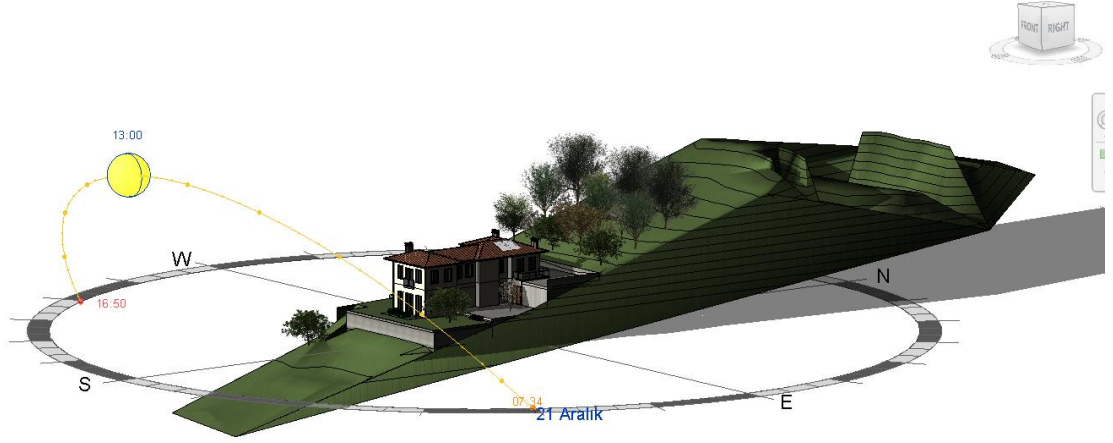
Şekil 3.4. “A” Konutu 21 Haziran Saat 13:00 Gölge ve Güneş Çalışması Görünümü



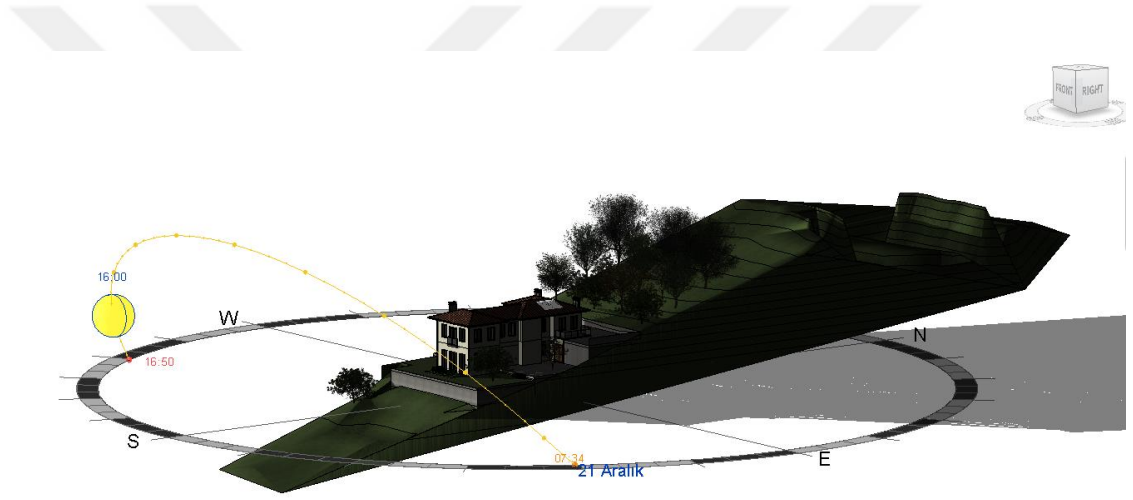
Şekil 3.5. "A" Konutu 21 Haziran Saat 16:00 Gölge ve Güneş Çalışması Görünümü



Şekil 3.6. "A" Konutu 21 Aralık Saat 10:00 Gölge ve Güneş Çalışması Görünümü



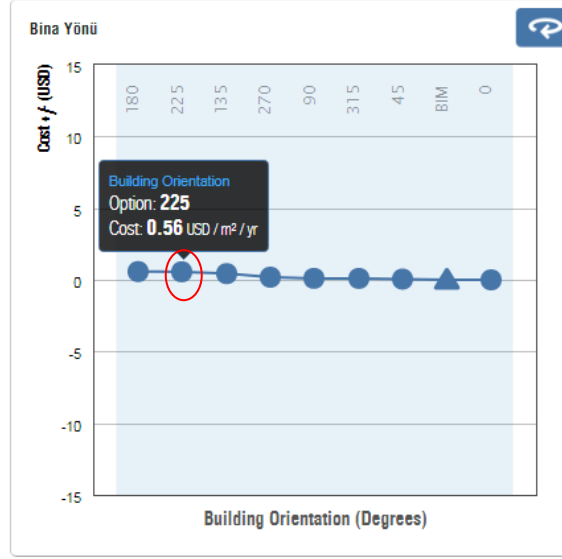
**Şekil 3.7.** “A” Konutu 21 Aralık Saat 13:00 Gölge ve Güneş Çalışması Görünümü



**Şekil 3.8.** “A” Konutu 21 Aralık Saat 16:00 Gölge ve Güneş Çalışması Görünümü

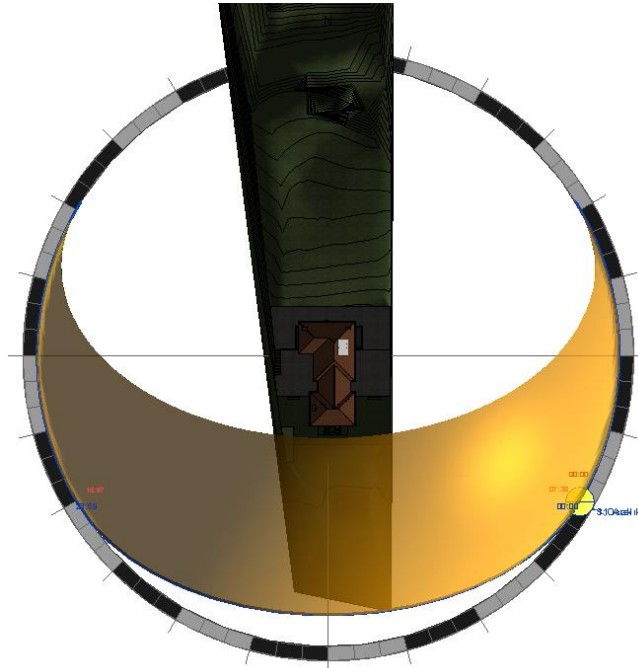
Gölge ve güneş analizleri 21 Haziran ve 21 Aralık tarihlerinde, saat 10:00-12:00 ve 16:00 ‘da yapılmıştır. Analizler yapıldıktan sonra yapının yönlerine göre kütle ve plansal olarak uygun konumlandırıldığı yapının 225° güney - 45°kuzey yönünde konumlandırıldığı görülmektedir. Yapıdaki açık, yarı açık ve kapalı mekânların ise yine iklimsel özelliklere uygun olarak konumlandırıldığı ve yönleniminin de bu doğrultuda yapıldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, gölge analizlerinin de yardımıyla bu mekânların işlevsel olarak maksimum düzeyde kullanıcı konforu sağlayacak bir şekilde tasarlandığı ve kullanıcıların yaşam alanı ve mutfağı bahçeyle birlikte daha rahat kullandığı da gözlemlenmiştir. Bu analiz ile ilgili sonuçlar EK.A’da ve sonuç grafiği ise Şekil 3.9’de gösterilmektedir.



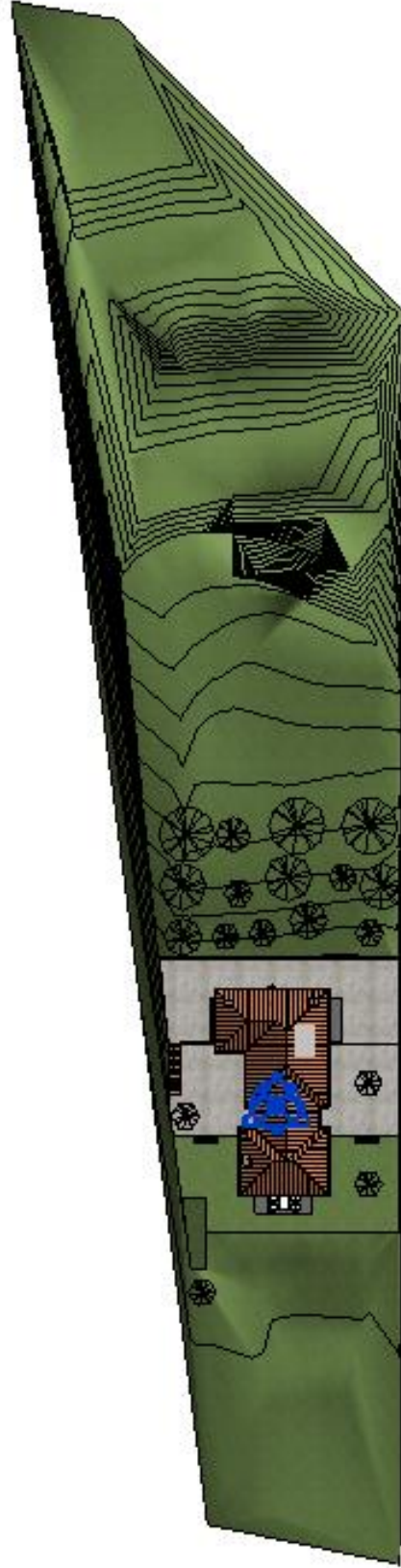


**Şekil 3.9.** “A” Konutu Bina Yönü Grafiği

“A” konutunun bahçe yerleşimi incelendiğinde kuzey yönüne herhangi bir ağaç türünün olmadığı, güney bahçe yönünde Çanakkale ilinin makroklima özelliklerine uyum sağlayan ağaçların bulunduğu görülmektedir. Evi çevreleyen bahçenin gün içinde günlük hava durumuna göre sabah güneş öğleden sonra gölge, sabah gölge öğleden sonra güneş aldığı gözlemlenmiştir. Bu analizle ilgili görsel **Şekil 3.10** ve **3.11**'de verilmektedir.

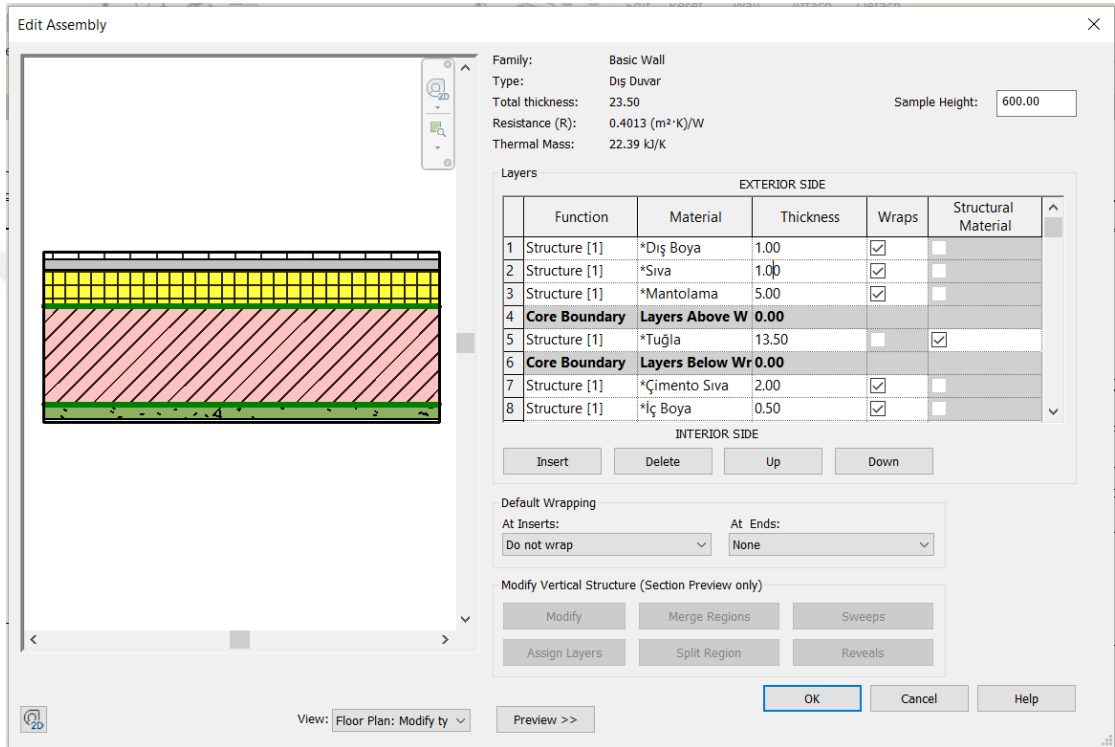


**Şekil 3.10.** “A” Konutunun Yakın Çevresi

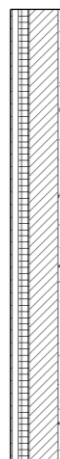


Şekil 3.11. “A” Konutu Vaziyet Planı ve Yakın Çevresi

Yerleşim ve plan düzleminde yapılan analizlerin ardından yapıda kullanılan mevcut dış duvar tipinin özellikleri girilmiştir. Yapının dış duvarları içten dışa; boya + 1,5 çimento sıva + 0,5 cm alçı sıva, çimento harçlı 13,5 cm delikli tuğla, 5 cm ısı yalıtımı (XPS), 1 cm çimento sıva + boya olarak girilmiştir (Şekil 3.12, 3.13). Isı yalıtım (XPS) malzemesinin özellikleri ve değerleri de üretici firmadan elde edilerek sisteme işlenmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.12. “A” Konutunda Kullanılan Dış Duvar Katmanları 1

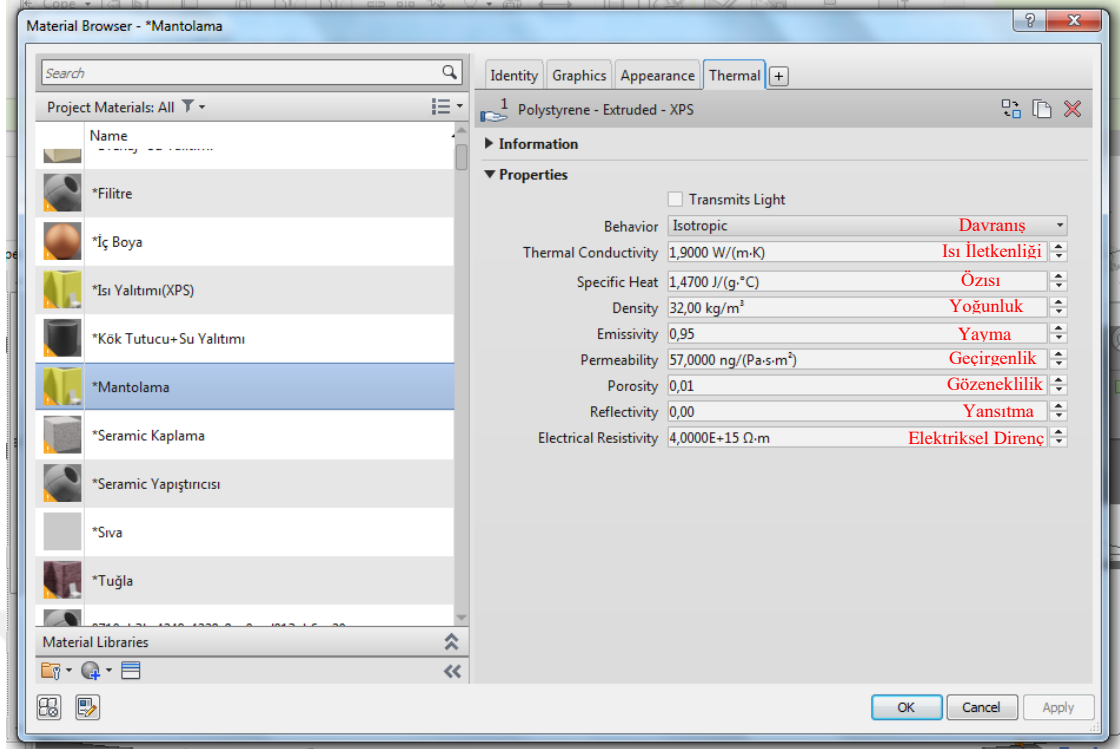


Boya + (Çimento Sıva + Alçı Sıva) (2 cm)

Çimento Harçlı Delikli Tuğla (13,5 cm)

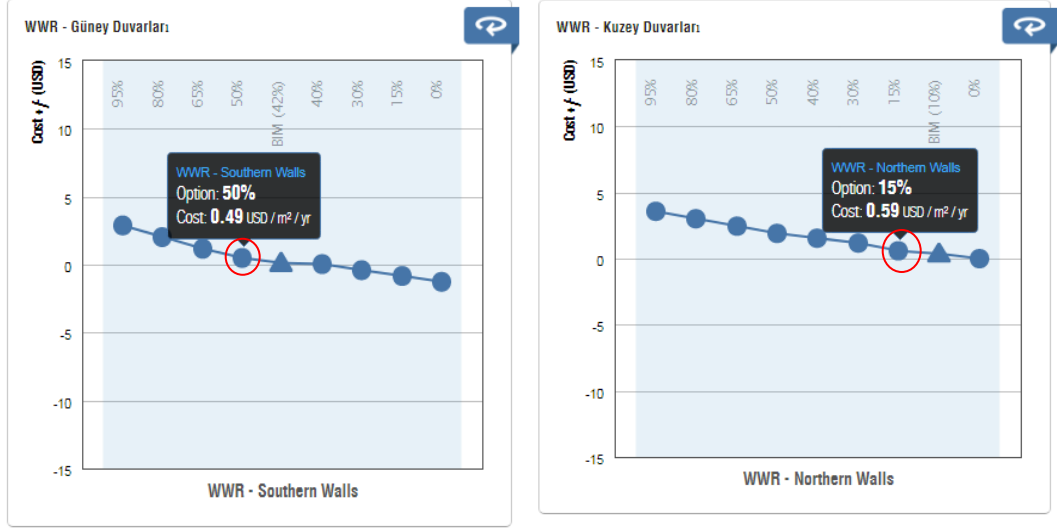
Isı Yalıtımı (XPS) (5 cm)

Şekil 3.13. “A” Konutunda Kullanılan Dış Duvar Katmanları 2 / Ölçek 1/20

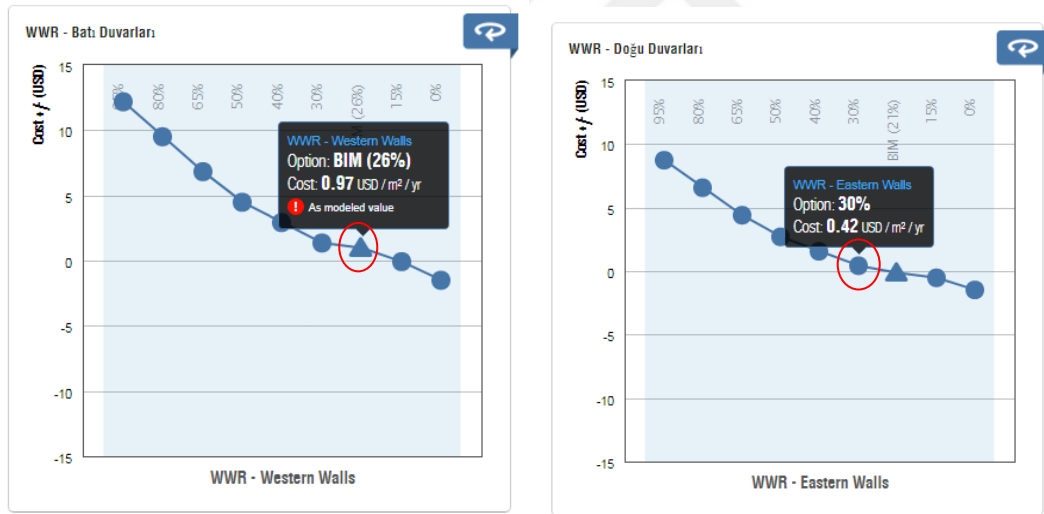


**Şekil 3.14.** “A” Konutunda Kullanılan Isı Yalıtım Malzemesi (XPS) Değerleri

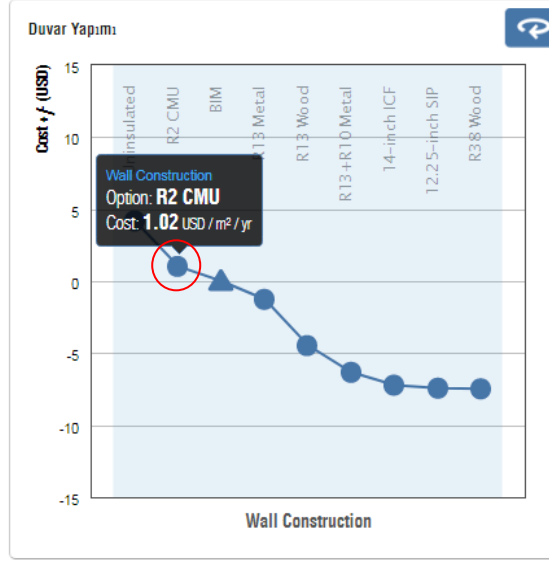
Isı yalıtım malzemesinin değerleri olarak davranışı, ısı iletkenlik, özısı, yoğunluk, yayma, geçirgenlik, gözeneklilik, yansıtma, elektriksel direnç değerleri girilmiştir. Analizler sonucunda güney duvarlarının yıllık %50, kuzey duvarlarının %15 (Şekil 3.15), batı duvarlarının %26, doğu duvarlarının %30 (Şekil 3.16) ısı geçirdiği, duvar yapımı maliyetinin yıllık 1,02 USD/m<sup>2</sup> olduğu (Şekil 3.17) ve yapıda kullanılan dış duvar tipinin yapı için en uygun duvar tipi olduğu gözlemlenmiş, analiz sonuçları da **EK.B**' de ve gösterilmiştir. Burada grafikte bulunan ○ işareti “A” konutunda bulunan sonuç değeri, ▲ işareti ise BIM’de olması gereken ve istenilen değeri ifade etmektedir.



Şekil 3.15. “A” Konutu Güney (Solda) ve Kuzey (Sağda) Duvarları Isı Geçirgenlik Grafiği

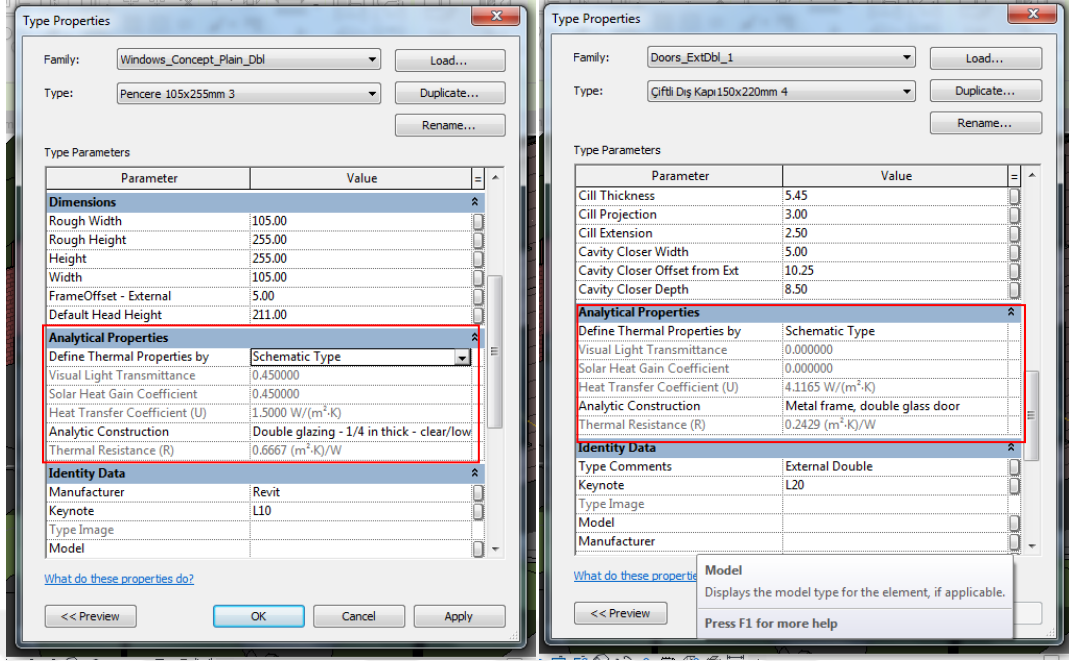


Şekil 3.16. “A” Konutu Batı (Solda) ve Doğu (Sağda) Duvarları Isı Geçirgenlik Grafiği

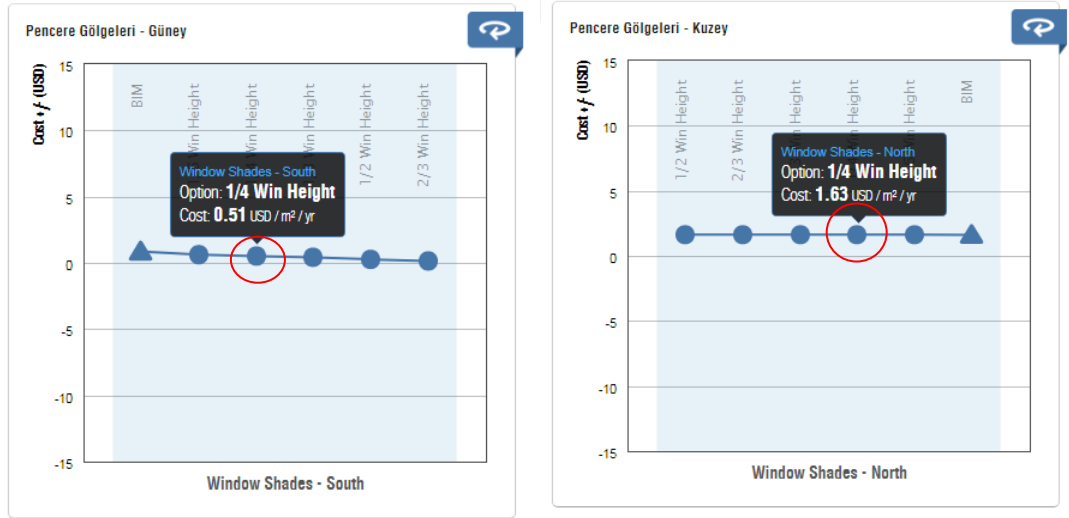


**Şekil 3.17.** “A” Konutu Duvar Yapım Maliyeti Grafiği

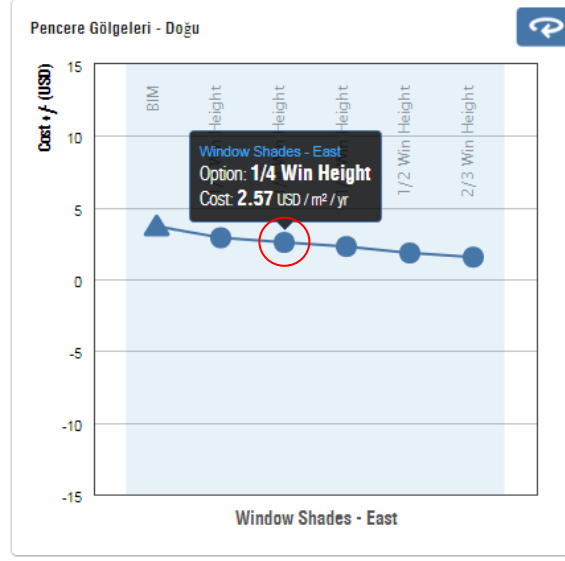
Dış duvar analizi yapıldıktan sonra ise yapıda kullanılan mevcut pencere ve kapı tip ve özellikleri de üretici firmalar tarafından toplanarak sisteme girilmiştir. “A” konutunda kullanılan pencereler farklı boyutlarda olup tüm pencerelerde çift cam, koyu meşe rengi kasa ve açık ton cam rengi, vasistaslı açılış biçimi kullanılmıştır. Pencere ve kapılarda sırasıyla görsel ışık geçirgenliği, güneş ısısı kazanç katsayısı, ısı transfer katsayısı, ısı direnç değerleri sisteme işlenmiştir (Şekil 3.18). Analizler sonucunda yapıda kullanılan güney, kuzey, doğu yönündeki pencerelerin gölge oranı % 0-5 arasında bulunmaktadır (Şekil 3.19, Şekil 3.20). Batı yönünde kullanılan pencere cam ve tonunun ise %5 olduğu görülmektedir (Şekil 3.21). Yine pencere ve kapı analizleri sonucuna birlikte bakıldığında kullanılan tiplerin yapı için hem en uygun tipler hem de ısı iletkenlik değerlerinin maksimum düzeyde olduğu görülmüştür. Ayrıca, yapıda açılan pencere açıklıklarının iklimsel veriler doğrultusunda rüzgâr yönü ve akım hızı dikkate alınarak rüzgârdan maksimum düzeyde doğal havalandırma ve ses konforu sağlanacak bir şekilde bina üzerine konumlandırıldığı, pencere açılış biçimlerine ise yine bu doğrultuda karar verildiği gözlemlenmiştir. Yine bu açıklıkların gün ışığından maksimum düzeyde doğal aydınlatma ve ısıtma sağlayacak bir şekilde konumlandırıldığı tespit edilmiştir. Analizler ile ilgili veriler yine **EK.B**'de verilmektedir.



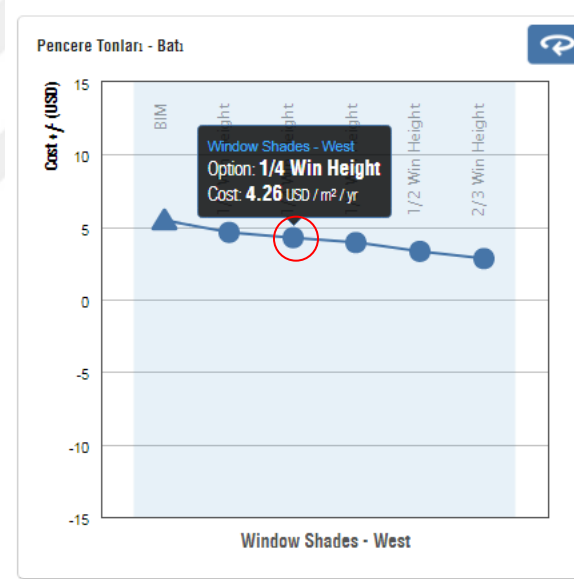
Şekil 3.18. “A” Konutunda Kullanılan Pencere (solda) ve Kapı (sağda) Tip ve Değerleri



Şekil 3.19. “A” Konutu Güney (Solda) ve Kuzey (Sağda) Pencereleri Gölge Grafiği



Şekil 3.20. “A” Konutu Doğu Pencerelemleri Gölge Grafiği

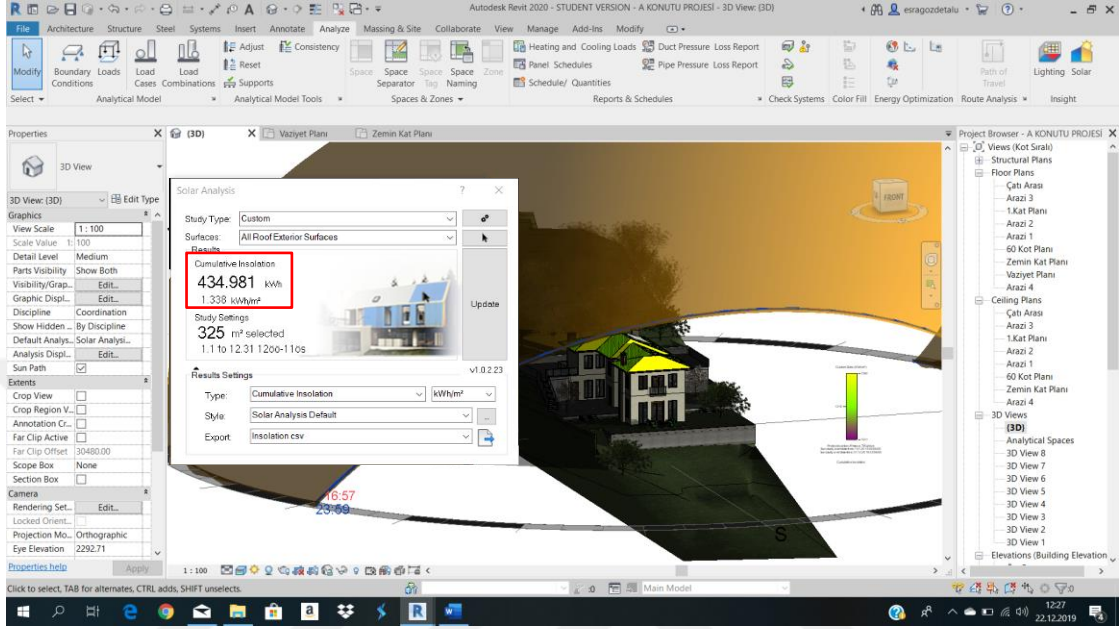


Şekil 3.21. “A” Konutu Batı Pencerelemleri Cam Tonları Grafiği

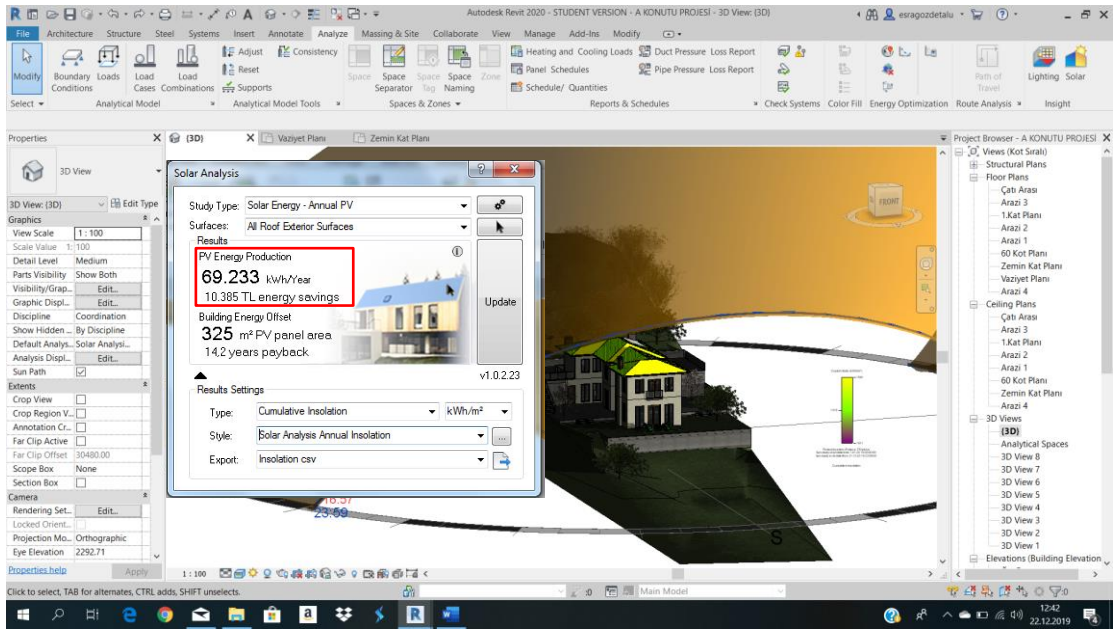
Bu işlemler de tamamlandıktan sonra yapıda kullanılan çatı tipi ve ısı yalıtım malzemesinin değerleri de yine üretici firma tarafından elde edilerek sisteme girilmiştir. Çatı Çanakkale ilinin iklimine uygun olarak granada kiremit kaplı kırma ahşap çatıdan oluşmaktadır ve çatıda 5 cm ısı yalıtımı (XPS) kullanılmıştır. Ayrıca mevcutta bulunan çatıda güney yönünde 2 adet güneş enerjisi sıcak su paneli kullanılmıştır. Çatı formu ve çatıda kullanılacak fotovoltaik panellerin potansiyel güneş analizleri yapıldığında çatının 434,981 kW/h (Şekil 3.22), PV panellerin ise



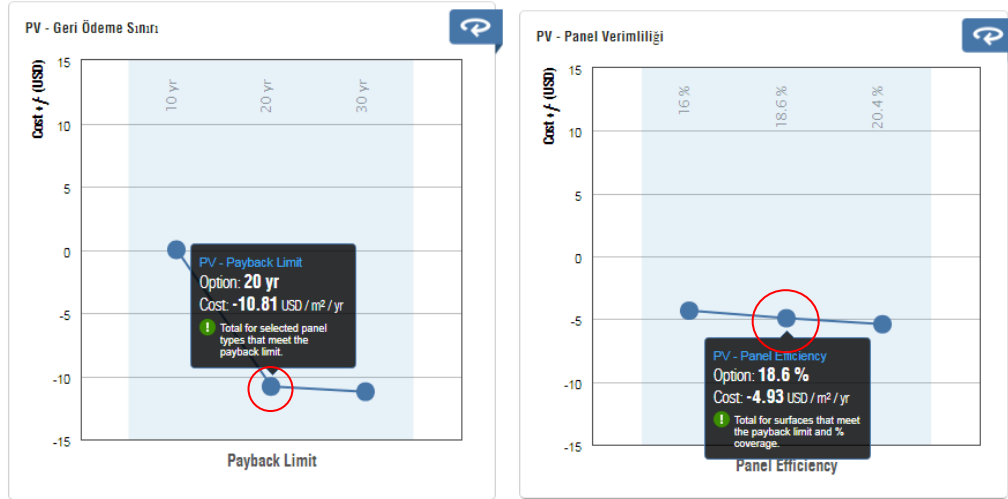
yıllık 69,233 kW/h/yıl bir değerde enerji üretebileceği ve geri dönüşüm süresinin 14 yıl (Şekil 3.23), geri ödeme sınırının maksimum 20-24 yıl arasında, PV panel verimliliğinin %18,6 (Şekil 3.24), panellerin çatı yüzeyindeki kapsayacağı alanın da %25 olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.25).



Şekil 3.22. “A” Konutu Çatı Güneş Analizi Sonucu

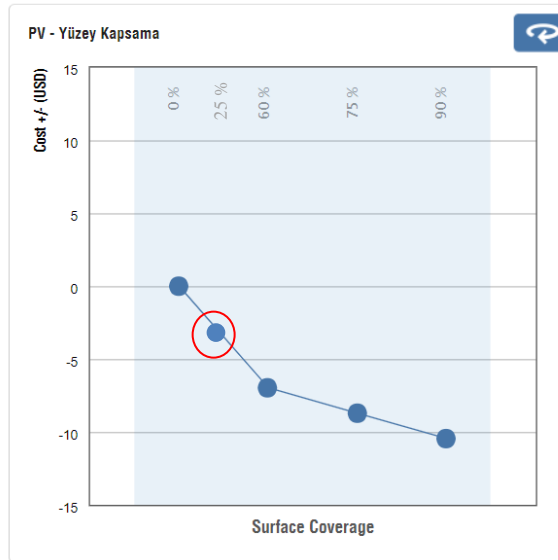


Şekil 3.23. “A” Konutunda Kullanılabilecek PV Panelin Yıllık Güneş Analizi Sonucu



**Şekil 3.24.** “A” Konutunda Kullanılabilecek PV Panelin Geri Ödeme Sınırı (Solda) ve Verimlilik (Sağda) Grafiği

Burada “A” konutunda kullanılabilecek PV panellerin Türkiye şartlarında maliyet hesaplaması yapıldığında, 35 kW lık bir sistemin yıllık 69,233 kWh enerji ürettiği, 1 kWh elektrik enerjisinin de yıllık 0,7 ₺ kazanç sağladığı kabul edilirse  $69,233 \times 0,7$  denkleminde yola çıkılarak yıllık yaklaşık 50,000 ₺ kazanç elde edildiği görülmektedir. Ayrıca  $35 \text{ kWh} = 40,000 \$ \times 5,6 ₺ = 236,000 ₺$  yıllık maliyet gideri olduğu da hesaplanmaktadır. Yani Türkiye şartlarında PV panellerin geri dönüşüm süresinin  $236,000 / 50,000 = 5$  yıl olması gerektiği görülmektedir.



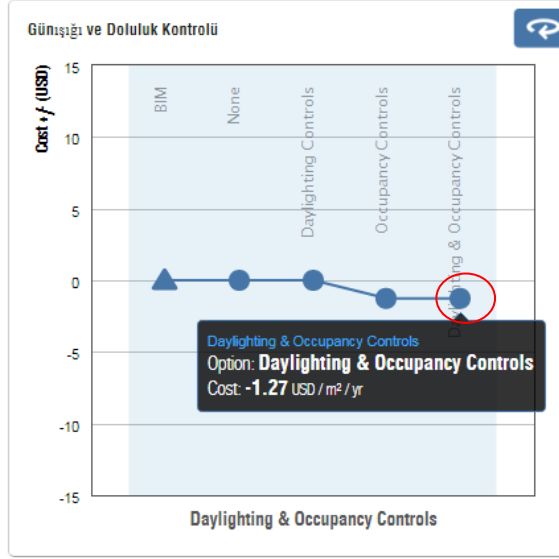
**Şekil 3.25.** “A” Konutunda Kullanılabilecek PV Panelin Çatı Yüzey Kapsama Grafiği

Ancak yapıda rüzgâr enerjisi kullanılmamasına rağmen rüzgâr enerjisiyle üretilen enerjinin 3,057 kWh/yıl gibi bir değerde olduğu da görülmektedir (Şekil 3.26). Bununla beraber bu iki yöntem bir arada kullanıldığında binanın enerji ihtiyacının büyük oranda karşılanacağı da görülmektedir. Mevcut yapı için güneş ve gölge analizleri değerlendirildiğinde iki kattan oluşan bu kütlenin güney yönündeki çatı platformunun ışık toplama oranının diğer yönlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve sıcak su panellerin doğru yönde konumlandırıldığı gözlemlenmiştir. Tüm bu elde edilen bilgilere ve Çanakkale ilinin iklimsel verilerine bakıldığında çatı formunun ve çatıda kullanılan malzemelerin yapının bulunduğu bölgenin mikroklima özelliklerine uygun olarak tasarlandığı görülmektedir. Analiz sonuçlarına ilişkin bilgiler ise yine **EK. A**' da gösterilmektedir.

<b>Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli</b>	
Yıllık Elektrik Üretimi:	3,057 kWh/yıl

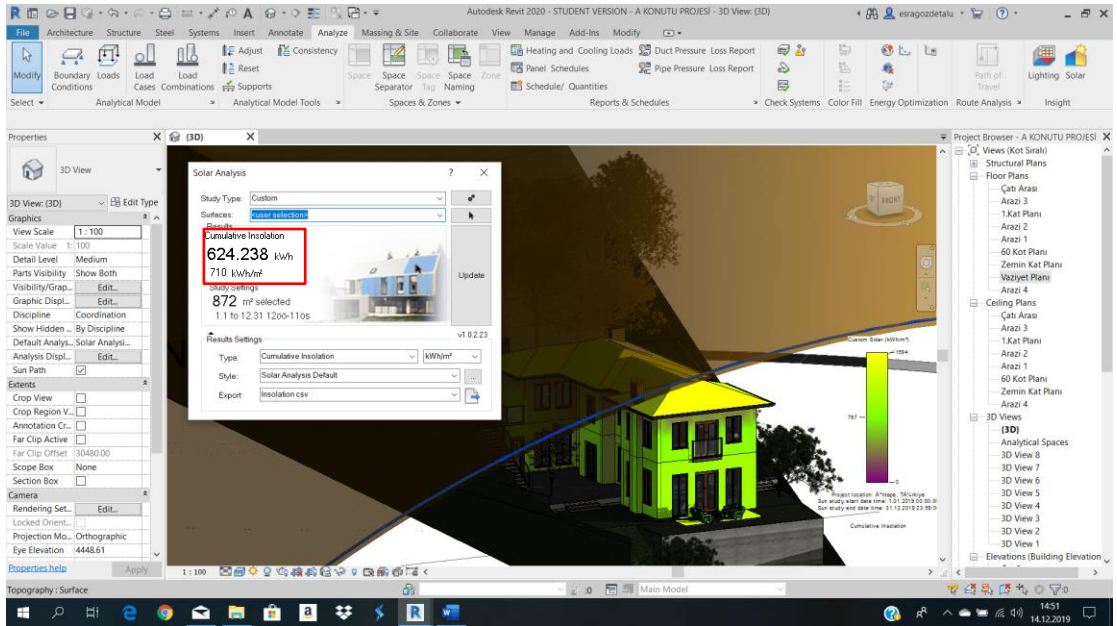
**Şekil 3.26.** “A” Konutu Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli

Bununla beraber, Autodesk Revit Architecture programının kendi analiz olanaklarıyla bina kütlesinin saydamlık oranı % 40 olarak kabul edilerek kütleli analiz yapılmış ve gün ışığı ve doluluk kontrolü grafiğine bakıldığında binanın kütleli özellikleri ve yer aldığı konum itibarıyla kendi enerjisini üretebilecek bir kapasitede olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.27). Bu çalışma ile ilgili analiz sonuçları **EK. E** ve **EK. B**'de verilmiştir.

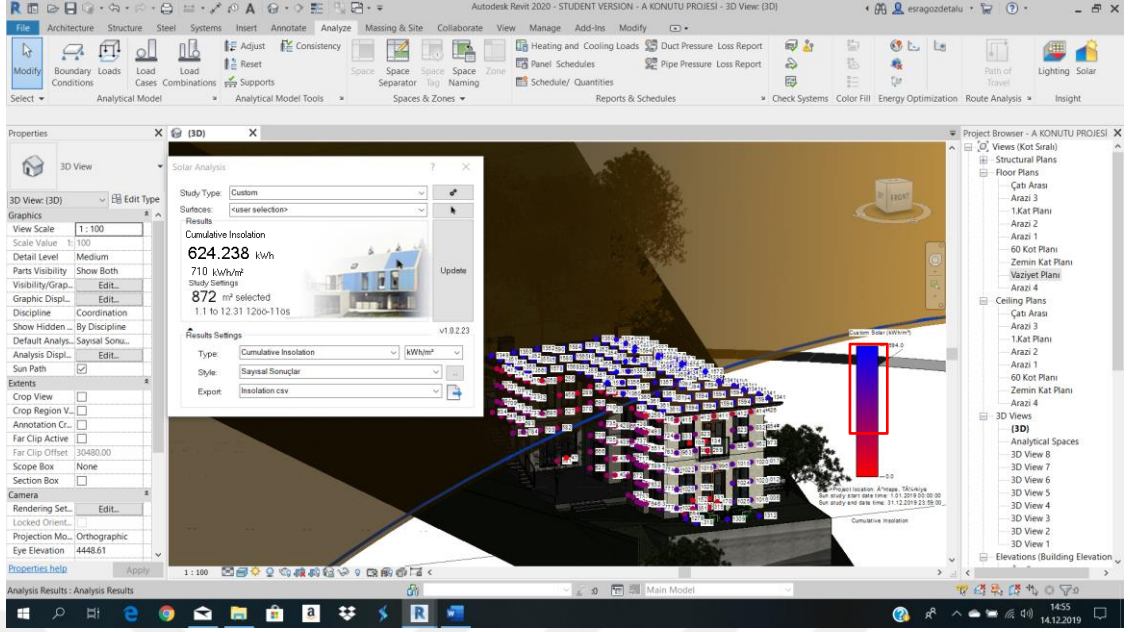


Şekil 3.27. “A” Konutu Gün Işığı ve Doluluk Kontrolü Grafığı

Yapılan analizler sonucunda “A” konutunun bu tarih ve saatlerdeki ortalama enerji potansiyeli 624,238 kWh, yapı geneline bakıldığında ise güney yönünde bulunan kısımlarında bu değerlerin 205-312 kWh, kuzey yönünde 411-1030 kWh, batı yönünde 405-754 kWh, doğu yönlerinde ise 453-758 kWh olduğu görülmektedir (Şekil 3.28, Şekil 3.29).

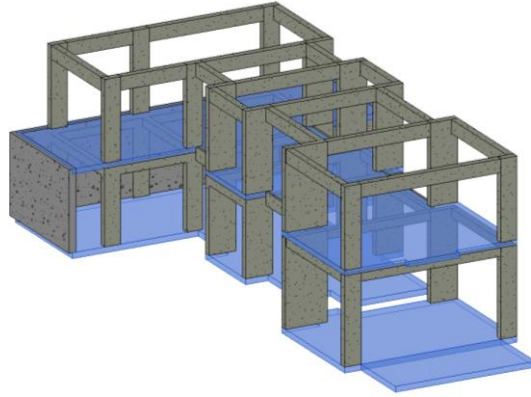


Şekil 3.28. “A” Konutu Kütleli Güneş Analizi



**Şekil 3.29.** “A” Konutu Kütleli Güneş Analizi Sonuç Grafiği

Yapılan analizlerle beraber yapının mekanik, statik vb. gibi projeleri ile ilgili de analizler ve değerlendirmeler BIM modeline işlenmiştir. Bu durumda, çizilen tüm projelerdeki değişiklikler bütün projeye ve doğal olarak elde edilecek tüm dokümantasyona da otomatik bir şekilde girilmiştir. Çizilen mekanik ve statik projelerin Autodesk Revit Architecture modelindeki işlenmiş hali **Şekil 3.30**'da görülmektedir.



**Şekil 3.30.** “A” Konutu Projesi Statik Projenin 3D Görünümü

Bununla beraber, mekaniksel olarak yapının ısıtma ve soğutma yüklerine bakıldığında en fazla soğutmanın ağustos ayında ve saat 15:00-16:00'da olduğu, maksimum soğutma yükünün 4,982 W, ısıtma yükünün ise 7,484 W, zemin kata bakıldığında bu değerlerin sırasıyla 1,583-1,872 W, 1. Katta ise sırasıyla 2,740-4,619 W olduğu gözlemlenmiştir. Bunlara ek olarak, en yüksek soğutma duyarlı yükünün

zemin katta 4,293 W, 1. Katta 2,892 W, gizli yükün sırasıyla 689-348 W, hava akımının 416-168,5 L/s, en yüksek ısıtma hava akımının ise sırasıyla 37-461,4 L/s olduğu görülmüştür. Bu sonuçlarla ilgili ayrıntılı tablo **Tablo 3.1**'de verilmektedir.

**Tablo 3.1.** “A” Konutu Isıtma ve Soğutma Yükleri Değerleri

<b>“A” KONUTU ISITMA VE SOĞUTMA YÜKLERİ</b>		
<b>ANALİZ SONUÇLARI</b>	<b>ZEMİN KAT PLANI</b>	<b>1.KAT PLANI</b>
Maksimum Toplam Soğutma Yükü (W)	4,982	3,241
Maksimum Soğutma Ay ve Saati	Ağustos – 15:00	Ağustos – 16:00
Maksimum Soğutma Duyarlı Yükü (W)	1,583	2,740
Maksimum Soğutma Gizli Yükü (W)	689	348
Maksimum Soğutma Kapasitesi (W)	4,982	3,241
Maksimum Soğutma Hava Akımı (L/s)	416,0	168,5
Maksimum Isıtma Yükü (W)	7,484	5,529
Maksimum Isıtma Hava Akımı (L/s)	37,0	461,4

“A” konutunun ısıtma ve soğutma yüklerine etki eden yapı bileşenlerine ayrıntılı bir şekilde bakıldığında ise duvarlardan zemin katta %15,12, 1. katta %16,08, sırasıyla pencerelerden %20,62-34,25, kapılardan %3,82-2,62 ve döşemeden zemin katta %23,09, çatıdan 1. Katta %0 soğutma, duvarlardan zemin katta %44,98, 1. Katta %36,98, sırasıyla pencerelerden %17,76-29,38, kapılardan %10,46-5,39 ve çatıdan zemin katta %10,37, 1.katta %0 ısıtma olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçlarla ilgili ayrıntılı tablo **Tablo 3.2**'de verilmektedir.

**Tablo 3.2.** “A” Konutu Isıtma ve Soğutma Yüklerine Etki Eden Bileşenlerin Değerleri (%)

<b>“A” KONUTU ISITMA VE SOĞUTMA YÜKLERİNE ETKİ EDEN BİLEŞENLER</b>		
<b>Yapı Bileşenleri (Soğutma)</b>	<b>ZEMİN KAT PLANI</b>	<b>1.KAT PLANI</b>
Duvar	%15,12	%16,08
Pencere	%20,62	%34,25
Kapı	%3,82	%2,62
Döşeme-Çatı	%23,09	%0
<b>Yapı Bileşenleri (Isıtma)</b>	<b>ZEMİN KAT PLANI</b>	<b>1.KAT PLANI</b>
Duvar	%44,98	%36,98
Pencere	%17,76	%29,38
Kapı	%10,46	%5,39
Döşeme-Çatı	%10,37	%0

Tablo değerleri incelendiğinde ısıtmanın en fazla duvar ve kapılardan, soğutmanın ise en fazla pencerelerden, çatıdan ise sıfır ısıtma ve soğutma gerçekleştiği, toplam değerlere göre ise yapı elemanlarının ısıtma işlevini soğutma işlevine oranla daha fazla gerçekleştirdiği görülmektedir. Bu da yapıda kullanılan yapı elemanlarının ısıl iletkenlik değerlerinin Çanakkale ilinin iklimsel verilerine uyumlu olduğunu göstermektedir. Ayrıca “A” konutunun mahal bazında ısıtma ve soğutma yükleri de **Tablo 3.3’** de verilmektedir.

**Tablo 3.3. “A” Konutu Mahal Bazında Isıtma ve Soğutma Yükleri Değerleri**

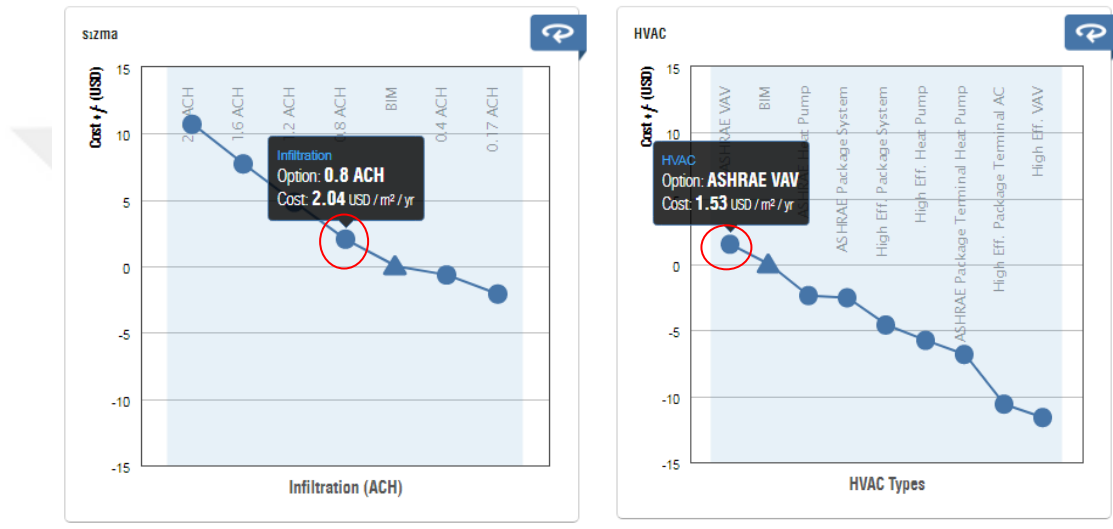
<b>“A” KONUTU MAHAL BAZINDA ISITMA VE SOĞUTMA YÜKLERİ</b>					
<b>MAHAL İSMİ</b>	<b>Maksimum Soğutma Yüğü (W)</b>	<b>Soğutma Hava Akımı (L/s)</b>		<b>Maksimum Isıtma Yüğü (W)</b>	<b>Isıtma Hava Akımı (L/s)</b>
<b>ZEMİN KAT</b>	TERAS 1	715	64,9	417	4,2
	SALON	937	85,8	1,455	8,1
	YEMEK BÖLÜMÜ	645	57,9	709	4,8
	GİRİŞ HOLÜ	618	43,0	1,082	6,8
	BANYO 1	423	39,9	469	1,8
	MUTFAK	661	57,8	1,443	6,4
	KİLER	369	34,2	363	1,8
	ISITMA MERKEZİ	419	32,6	341	3,1
<b>1. KAT</b>	EBEVEYN Y.O	659	40,6	1,125	112,4
	GENÇ Y.O 1	356	13,2	403	40,3
	HOL	812	49,9	1,160	115,8
	BANYO 2	152	6,9	189	18,9
	ÇOCUK Y.O	363	17,4	592	59,1
	GENÇ Y.O 2	180	8,7	220	21,9
	TERAS 2	133	6,8	155	15,5
	TERAS 3	152	7,2	97	9,7

Yukarıdaki tablo değerlerine bakıldığında soğutma yükünün en fazla salon, en az teras 2 mahallinde, ısıtma yükünün en fazla mutfak, en az teras 2 mahallinde, soğutma akımının ise en fazla salon, en az teras 2 mahallinde, ısıtma hava akımının en fazla hol, en az banyo 1 ve kiler mahallerinde olduğu görülmektedir. Tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde kuzey yönüne konumlandırılan salon biriminin yapıya en fazla ısı kaybettiği, güney yönüne konumlandırılan teras 2 biriminin ise en az ısı kaybettiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, güneydoğu yönüne konumlandırılan mutfak biriminden yapıya en fazla ısı girişi sağlandığı, teras 2 ve banyo 1 birimlerinden ise en az ısı girişi sağlandığı görülmektedir. Yapının ısıtma ve soğutma yükleri ilgili analiz sonuçları **EK. C**'de ve meteoroloji verileri ise **EK. D**'de gösterilmiştir.

Tüm bu verilerle birlikte, “A” konutunun ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemi incelendiğinde yıllık hava değişimin (sızma) %0-5 arasında, 0,8 ACH ve sistem tipinin ASHRAE VAV standardında olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.31). ASHRAE VAV standardı, bina iç hava kalitesini belirlemek için oluşturulmuş



birtakım standartları içermektedir. Binaların yapısına göre ASHRAE VAV standardında HVAC için harcanan enerji toplam enerjinin %15-60 'ını oluşturmaktadır. Ayrıca, konutlarda bulunan yaşam birimlerinde kişi başına düşen dış hava miktarının 2,5 L/s, alan başına düşen dış hava miktarının 0,3 L/s.m<sup>2</sup>, ortak kullanılan koridorlarda ise bu miktarın yine 0,3 L/s.m<sup>2</sup> olması gerekmektedir (Tablo 3.4). Bu veriler ve bilgiler ışığında “A” konutunun HVAC sistem tipinin Çanakkale ilinin iklimsel verilerine uygun ve iç ve dış hava kalitesinin istenilen değerlerde olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara ilişkin veriler **EK. B**'de verilmiştir.



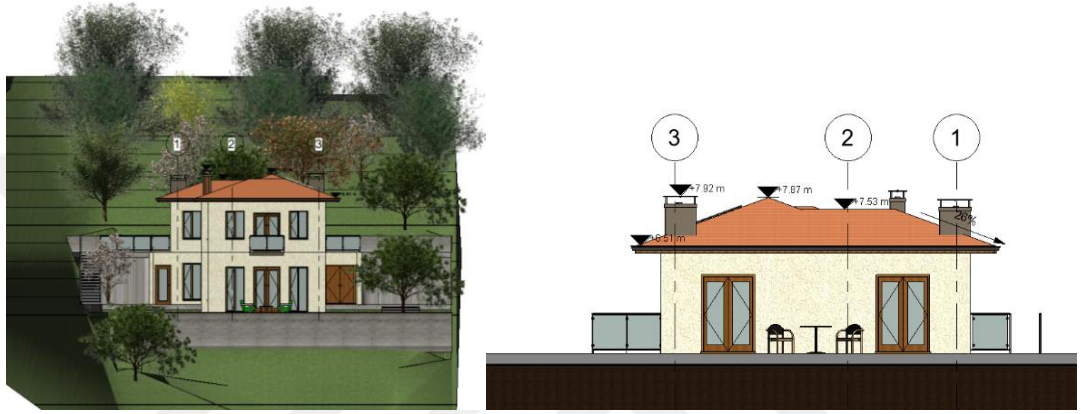
Şekil 3.31. “A” Konutu Sızma (Solda) ve HVAC Tipi (Sağda) Grafiği

Tablo 3.4. ASHRAE VAV Standardına Göre Konutlarda Minimum Havalandırma Miktarları

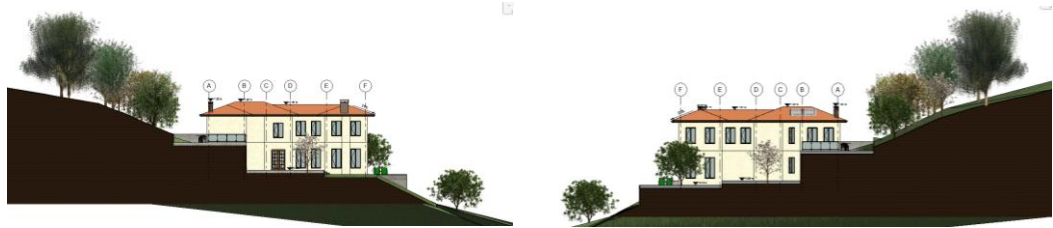
TABLO 6-1 SOLUNUM ZONUNDA MİNİMUM HAVALANDIRMA MİKTARLARI (devam)						
(Bu tablo tek başına kullanılamaz. İlgili notlarla birlikte kullanılmalıdır.)						
Kullanım Kategorisi	Kişi Başına Dış Hava Miktarı Rp	Alan Başına Dış Hava Miktarı Ra	Notlar	Sabit		Hava Sıfırı
	L/s.kişi	L/s. m <sup>2</sup>		Kullanıcı Yoğunluğu (bkz. Not 4) #/100 m <sup>2</sup>	Bileşik Dış Hava Miktarı (bkz. Not 5) L/s.kişi	
<b>Konutlar</b>						
Yaşam birimleri	2,5	0,3	F, G	F		1
Ortak koridorlar	-	0,3				1

Kaynak: (TTMD, 2018)

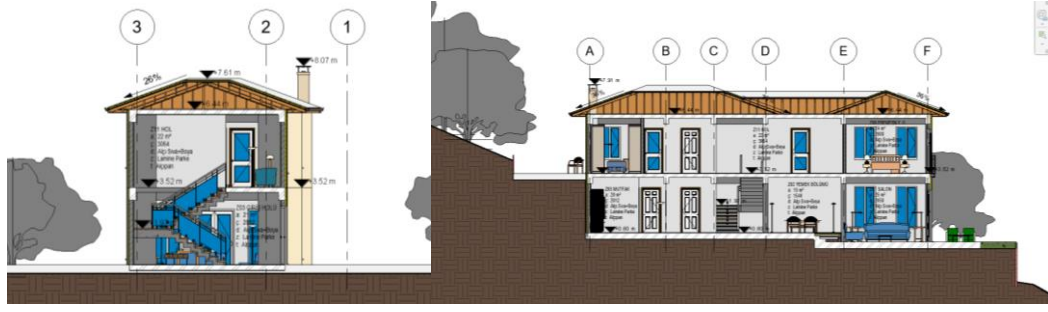
Tüm bu işlemlerin ardından son olarak projenin arsa çizimi de yapılarak proje tamamlanmıştır. Bununla birlikte, tamamlanan BIM modeli projede gereken tüm plan, görünüşler, kesit gibi diğer çizim dökümlerinin yanında projenin görselleştirmeleri, metrajları ve arazinin kazı-dolgu hesabı için gerekli olan 3D modeli de sunmaktadır (Şekil 3.32, 3.33, 3.34, 3.35, 3.36). Yapının mahal metrajı Şekil 3.37’de gösterilmiştir.



Şekil 3.32. “A” Konutu Ön (Solda) ve Arka (Sağda) Görünüşleri



Şekil 3.33. “A” Konutu Sol (Solda) ve Sağ (Sağda) Görünüşler



Şekil 3.34. “A” Konutu A-A Kesiti (Solda) ve B-B Kesiti (Sağda)



Şekil 3.35. “A” Konutu 3D Görüntüler 1



Şekil 3.36. “A” Konutu 3D Görüntüler 2

<MAHAL METRAJ>								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
KAT	ISIM	NUMARA	ALAN	ÇEVRE	DUVAR	DÖŞEME	TAVAN	MAHAL TIPLERİ
Zemin Kat Planı	SALON	Z01	25 m <sup>2</sup>	21 m	Alçı Sıva+Boya	Lamine Parke	Alçıpan	ODALAR
Zemin Kat Planı	TERAS 1	Z08	13 m <sup>2</sup>	15 m	Yok	Seranit	Yok	TERASLAR
Zemin Kat Planı: 2			38 m <sup>2</sup>	37 m				
60 Kot Planı	YEMEK BÖLÜMÜ	Z02	15 m <sup>2</sup>	15 m	Alçı Sıva+Boya	Lamine Parke	Alçıpan	ODALAR
60 Kot Planı	GİRİŞ HOLÜ	Z03	21 m <sup>2</sup>	29 m	Alçı Sıva+Boya	Lamine Parke	Alçıpan	ODALAR
60 Kot Planı	BANYO	Z04	5 m <sup>2</sup>	9 m	Seranit	Seranit	Alçıpan	ISLAK HACİMLER
60 Kot Planı	MUTFAK	Z05	20 m <sup>2</sup>	20 m	Alçı Sıva+Boya	Lamine Parke	Alçıpan	ODALAR
60 Kot Planı	KİLER	Z06	5 m <sup>2</sup>	9 m	Alçı Sıva+Boya	Lamine Parke	Alçıpan	ODALAR
60 Kot Planı	İSTİMA MERKEZİ	Z07	9 m <sup>2</sup>	13 m	Alçı Sıva+Boya	Lamine Parke	Alçıpan	ODALAR
60 Kot Planı: 6			75 m <sup>2</sup>	95 m				
1.Kat Planı	EBEVEYN Y. O.	Z09	16 m <sup>2</sup>	17 m	Alçı Sıva+Boya	Lamine Parke	Alçıpan	ODALAR
1.Kat Planı	SOYUNMA	Z10	7 m <sup>2</sup>	13 m	Alçı Sıva+Boya	Lamine Parke	Alçıpan	ODALAR
1.Kat Planı	GENÇ Y.O.	Z11	9 m <sup>2</sup>	13 m	Alçı Sıva+Boya	Lamine Parke	Alçıpan	ODALAR
1.Kat Planı	HOL	Z12	22 m <sup>2</sup>	31 m	Alçı Sıva+Boya	Lamine Parke	Alçıpan	ODALAR
1.Kat Planı	BANYO	Z13	6 m <sup>2</sup>	10 m	Seranit	Seranit	Alçıpan	ISLAK HACİMLER
1.Kat Planı	ÇOCUK Y. ODASI	Z14	14 m <sup>2</sup>	16 m	Alçı Sıva+Boya	Lamine Parke	Alçıpan	ODALAR
1.Kat Planı	GENÇ Y. ODASI	Z15	13 m <sup>2</sup>	15 m	Alçı Sıva+Boya	Lamine Parke	Alçıpan	ODALAR
1.Kat Planı	TERAS 2	Z16	8 m <sup>2</sup>	18 m	Yok	Seranit	Yok	TERASLAR
1.Kat Planı	TERAS 3	Z17	12 m <sup>2</sup>	19 m	Yok	Seranit	Yok	TERASLAR
1.Kat Planı: 9			107 m <sup>2</sup>	151 m				
Grand total: 17			220 m <sup>2</sup>	283 m				

Şekil 3.37. “A” Konutu Mahal Metraji

“A” konutunun temelden itibaren inşaat ve dört cepheden resimleri ise Şekil 3.38, 3.39, 3.40 ve 3.41’ de verilmektedir.



Şekil 3.38. “A” Konutu Temel Görünümleri

**Kaynak:** (Altınoluk Arşivi, 2015)



**Şekil 3.39.** “A” Konutu İnşaat Görünümleri

**Kaynak:** (Altınoluk Arşivi, 2015)



**Şekil 3.40.** “A” Konutu Ön (Solda) ve Arka (Sağda) Görünüş

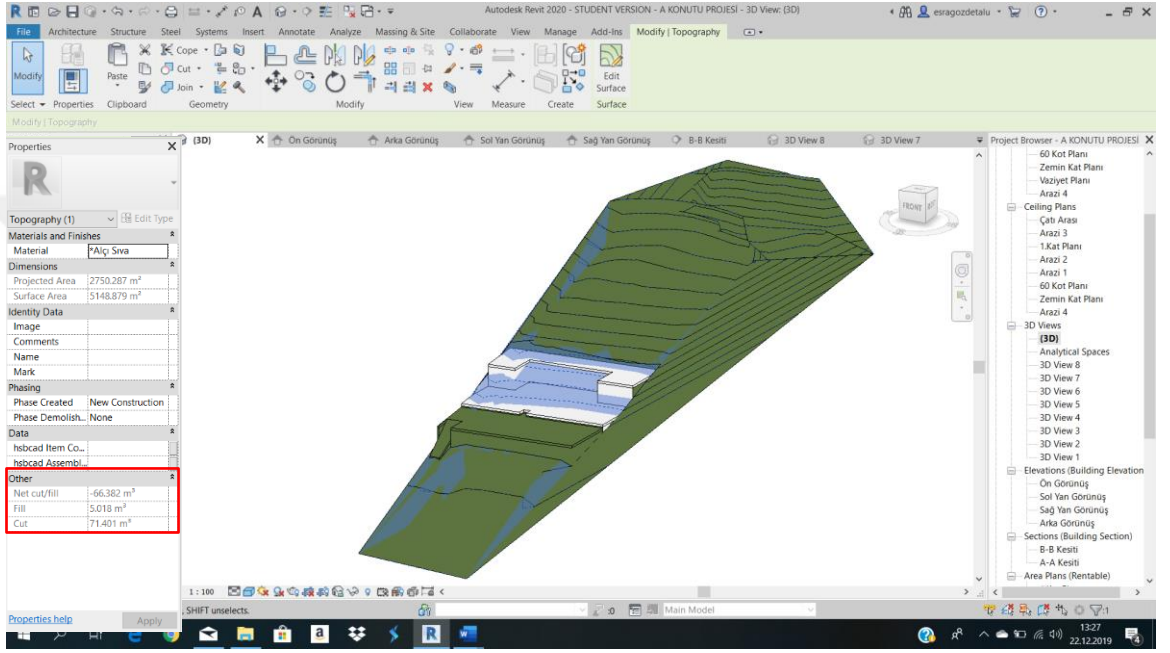
**Kaynak:** (Altınoluk Arşivi, 2015)



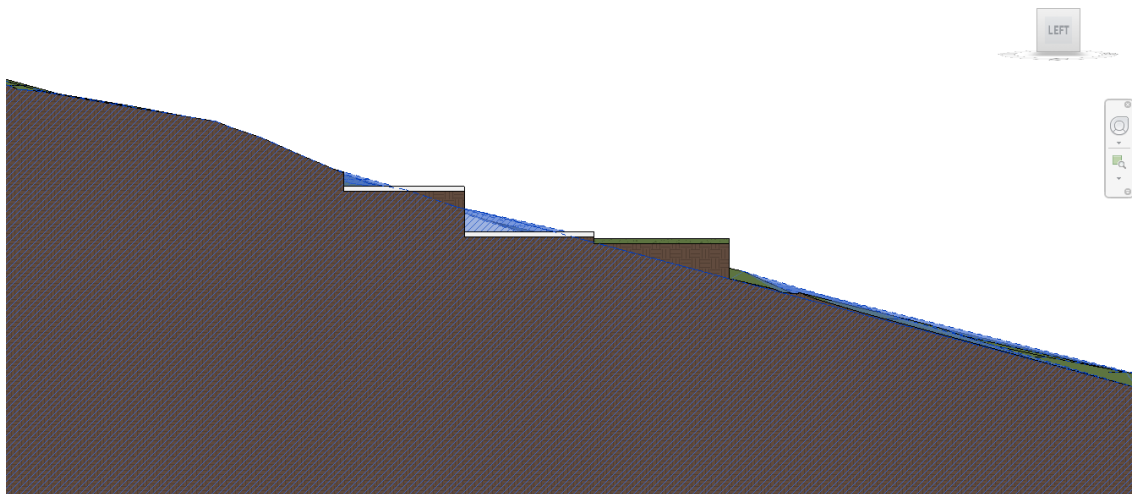
**Şekil 3.41.** “A” Konutu Sol (Solda) ve Sağ (Sağda) Yan Görünüş

**Kaynak:** (Altınoluk Arşivi, 2015)

Arazinin kazı-dolgu hesabına bakıldığında 71,401 m<sup>3</sup> kazı, 5,018 m<sup>3</sup> dolgu yapıldığı görülmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda yapının bulunduğu arazi üzerine topografyaya uygun olarak kademeli bir şekilde ve kuzey-güney doğrultusunda yönlendirilerek konumlandırıldığı görülmüştür. Ancak, bununla beraber arazi üzerinde çok fazla kazı işlemi yapıldığı ama buna rağmen bu aşamada doğaya zarar verecek bir işlem yapılmadığı da gözlemlenmiştir. Arazinin kazı dolgu alanı ile ilgili 3D görünüm ise Şekil 3.42 ve Şekil 3.43’da gösterilmiştir.



Şekil 3.42. “A” Konutu Arazi Kazı-Dolgu Hesabı 3D Görünümü

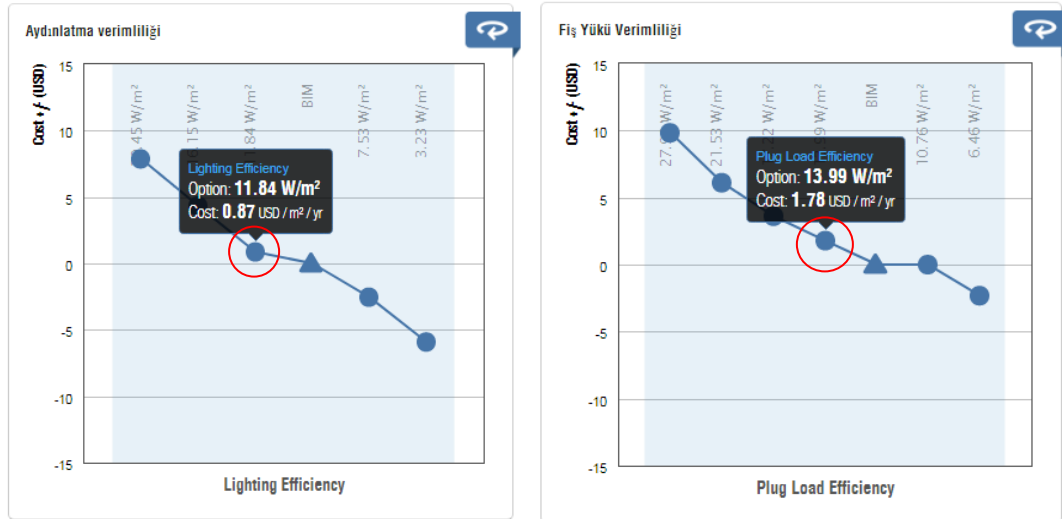


Şekil 3.43. “A” Konutu Arazi Kazı-Dolgu Kesiti

Sağlanan bu dokümantasyonla mevcut yapının yapımında ne kadar maliyet olduğu hesaplanabileceği gibi bu tür bir dokümantasyonla yeni yapılacak binalar için

de ne kadar bir maliyet tutacağı hesaplanabilmektedir. Yapılan tüm bu analizler yeni binalar için de tasarım aşamasından kullanım aşamasına kadar geçen süreçte kullanılabilir.

Ayrıca, tüm bu dokümantasyonlara ek olarak “A” konutunun yapı genelinde aydınlatma ve aydınlatma için kullanılan fiş yükü verimliliği analizi de yapılmış ve analiz sonucunda her iki değer de %0-5 arasında olduğu saptanmıştır (Şekil 3.44). Böylece yapıda kullanılan aydınlatmalarda verimli ışık kaynakları ve trafo, balast vb. yardımcı elemanlar, ışığı istenilen şekilde yayan kaliteli ve verimi yüksek armatürlerin kullanılmasıyla armatürlerin şebekeden çektiği güçlerin azaltılarak daha verimli bir hale getirildiği, kontrol sistemleri ile aydınlatmanın ihtiyaç duyulan saatlerde, ihtiyaç duyulan miktarlarda kullanıldığı görülmektedir. Bununla ilgili analiz sonuçları **EK. B**'de verilmiştir.



**Şekil 3.44.** “A” Konutu Aydınlatma ve Fiş Yüğü Verimliliği Grafikleri

Yapılan bütün çalışmalardan sonra oluşan bu mevcut proje modelin sunduğu tüm veri ve bilgiler veri tabanına aktarılarak daha sonra yapılacak benzer tipte çalışmalara tekrar aynı avantajları elde etmek üzere kullanıma açılmıştır.

## 4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

### 4.1. Değerlendirme

Bina üretim aşamaları birden fazla uzmanlık alanının koordineli olarak çalışmasıyla ilerlemekte olan süreçlerden oluşmaktadır. Bina üretim süreçlerinin sürdürülebilirlik tanımına uygun bir şekilde yönlendirilmesi bakımından geliştirilen standartlar (ASHRAE, ASTM, ISO vb.), yaşam döngüsü değerlendirme araçları (LEED, BREEAM vb.) ve bunlarla beraber yaşam döngüsü maliyetini de değerlendiren araçlar (SB Tool, GB Tool vb.) ise sürdürülebilir bina yapımı kapsamında kabul gören önemli yaklaşımlar arasında yer almaktadır. Bina üretim süreci ve bu süreçte yer alan bu yaklaşımlarda uzmanlık alanı gerektiren teknik ve bilgilerin bina üretim süreçlerine doğru katkıyı sağlaması ancak BIM ile mümkün kılınabilmektedir. Tüm süreçte bütünleşmenin artırılması, organizasyonel şemanın doğru bir şekilde oluşturulması ve yürütülmesi ise BIM ile daha kolay bir hale getirilmektedir.

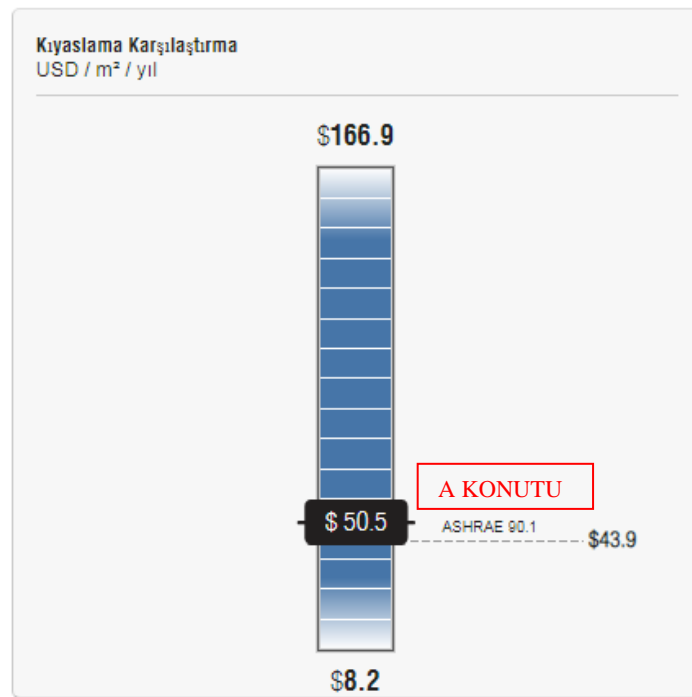
BIM sayesinde hem yeni yapılacak bina tasarımları hem de mevcutta bulunan binalar için sürdürülebilirlik ve enerji analizleri yapılabilmektedir. Bu analizler, yeni yapılacak binalar için kullanıldığında sürecin tasarım aşamasından kullanım aşamasına kadar geçen tüm süreçte bina için alınan tüm kararların gerekli simülasyonlarla iyileştirilerek en doğru şekilde alınması ve sonuç olarak çevresel koşullara uygun, minimum düzeyde enerji harcayan, maksimum düzeyde enerji üreten, enerjisini doğal enerji kaynaklarından toplayan ve kendi üreten, geri dönüştürülebilir malzemeler kullanılarak inşa edilen, mekânsal işlevleri maksimum düzeyde olan sürdürülebilir ve yüksek enerji performanslı binalar üretilebilmektedir. Mevcutta bulunan binalar için kullanıldığında ise gerekli tüm analizler yapıldıktan sonra yapıların tüm evrelerinde oluşan aksaklıklar belirlenerek, bu aksaklıkların en



az düzeye indirgenmesi ve yapılan simülasyonlar ve iyileştirmelerle daha sürdürülebilir ve enerji performansı yüksek yapılar elde edilebilmektedir.

Yapılan bu tez çalışması ile mevcut bir bina üzerinde yapılan analizler ve analizler sonucunda alınan verilere göre yapılan çalışmalarla bu binanın iyileştirilerek sürdürülebilir bina standartlarına yükseltilmesi, yüksek enerji performansına sahip bir yapı haline getirilmesi ve bu tür çalışmalara öncülük etmesi amaçlanmaktadır.

Tüm bu bilgiler ve yapılan analizler ışığında “A” konutu özeline inildiğinde “A” konutunun sürdürülebilir bina standartları arasında ASHRAE 189.1 ve 90.1 standardında olduğu gözlemlenmiştir. ASHRAE 189.1 ve 90.1 standardı yüksek performanslı yeşil yapı tasarımı için oluşturulmuştur (Şekil.4.1).



**Şekil 4.1.** “A” Konutun Sürdürülebilir Bina Standartlarına Göre Karşılaştırılması

“A” konutu bu standartlara göre incelendiğinde yıllık enerji maliyetinin 3837\$, yaşam döngüsü maliyetinin 52,265\$ olduğu gözlemlenmiştir. Ancak bu değer yapının 15 yıllık bir yaşam döngüsü sürecinde olan değeri göstermektedir. Bu değer Türkiye şartlarında 100 yıllık bir yaşam döngüsü evresinde 1,959,937\$ olarak hesaplanmaktadır. Yıllık CO<sub>2</sub> emisyonlarının elektrikte 0,0 mg, yerinde yakıtta 9,2 mg, araba yakıtında (büyük SUV eşdeğeri) yılda 0,9 SUV olduğu görülmektedir.

Yıllık enerji miktarlarına bakıldığında enerji kullanım yoğunluğunun yılda 2,193 MJ/m<sup>2</sup>, tüketilen elektrik enerjisi miktarının 21,963 kWh, yakıt miktarının 183,691 MJ, ihtiyaç duyulan enerji miktarının ise 6,1 kW olduğu saptanmıştır. Ancak yıllık enerji kullanım yoğunluğunun Türkiye şartlarında 3,1-7,6 MJ/m<sup>2</sup> olması gerekmektedir (Atmaca, 2016). Yaşam döngüsü evresine harcanan enerji miktarının ise elektrikten 658,891 kW, yakıttan 5,510,727 MJ olduğu gözlemlenmiştir. Bununla ilgili veriler **Tablo 4.1**'de gösterilmektedir.

**Tablo 4.1.** “A Konutu Enerji, Karbon ve Maliyet Özeti

<b>ENERJİ, KARBON VE MALİYET ÖZETİ</b>	
Yıllık Enerji Maliyeti	\$ 3837
Yaşam Döngüsü Maliyeti	\$ 52,265
<b>Yıllık CO<sub>2</sub> Emisyonları</b>	
Elektrik	0,0 Mg
Yerinde Yakıt	9,2 Mg
Büyük SUV Eşdeğeri	0,9 SUV / Yıl
<b>Yıllık enerji</b>	
Enerji Kullanım Yoğunluğu (EUI)	2,193 MJ / m <sup>2</sup> / yıl
Elektrik	21,963 kWh
Yakıt	183,691 MJ
Yıllık Tepe Talebi	6,1 kW
<b>Yaşam Döngüsü Enerjisi</b>	
Elektrik	658,891 kW
Yakıt	5,510,727 MJ

Yukarıdaki tabloda bulunan rakamlardan da anlaşılacağı üzere “A” konutunun yıllık harcadığı enerji miktarı oldukça az miktarda bulunmakta ve böylece yaşam döngüsü sürecinde sürdürülebilir bir bina olarak işlevini sürdürmektedir. Ancak yapılan araştırmalar sonucunda bu değerlerin ülkeler arasında farklılık gösterdiği görülmektedir. Bununla ilgili sonuçlar ise **Tablo 4.2**'de verilmektedir.

**Tablo 4.2. Ülkelerarası Yaşam Döngüsü Değerleri**

Source	Year	Country	Lifetime (year)	Results
Adalberth et al. [16,23]	1997	Sweden	50	LCE: 7600–8800 kWh/m <sup>2</sup> EE: 810–1020 kWh/m <sup>2</sup> (concrete 19–28%, wood 16–28%, plastic 18–23%)
Keoleian et al. [26]	2001	USA	50	The use phase accounted for 91% of the total life-cycle energy consumption. A functionally equivalent energy-efficient house (EEH) was modeled that incorporated 11 energy efficiency strategies. These strategies led to a dramatic reduction in the EEH total life-cycle energy: 6400 GJ for the EEH compared to 16,000 GJ for the standard house. For energy-efficient homes, pre-use energy accounted for 26% of life-cycle energy Life-cycle greenhouse gas emissions were 1010 metric tons CO <sub>2</sub> equivalent for a standard house and 370 metric tons for an EEH
Treloar et al. [30]	2001	Australia	40	3 storeys building EE: 10.7 GJ/m <sup>2</sup>
Peuportier [31]	2001	France	80	52 storeys: 18.4 GJ/m <sup>2</sup> . High rise buildings have higher EE The operation phase accounted for most of the energy consumption, while the production phase only accounted for 10–15 percent of the energy use
Adalberth et al. [24]	2001	Sweden	50	LCE: 6100–9100 kWh/m <sup>2</sup> Use phase 70–90% of all LC impacts
Marceau and Gajda [32]	2002	USA	100	LC GHG: 1.5 ton CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> for 50 years Not all major material inputs analyzed. Raw materials extraction and manufacturing energy (52 GJ), use energy-1 year (173 GJ), lifecycle emissions (3.2 tons) are analyzed
Thormark [33]	2002	Sweden	50	Total LCE is 14,913 GJ, or 249GJ/person/annum Australian primary energy consumption of 227 GJ/person/annum The EE of the initial house construction represented only 9.7% of the LCE
Norman et al. [34]	2006	Canada	50	Low-density suburban development is more energy and GHG intensive by a factor of 2.0–2.5 than high-construction energy
Asif et al. [27]	2007	Scotland	NA	92 (low density) to 109 (high density) MJ/m <sup>2</sup> year Use energy 619 (low density) to 643 (high density) MJ/m <sup>2</sup> year EE of various construction materials involved has been estimated to be equal to 227.4 GJ (concrete 61%, ceramic tiles 15% and timber 14%). CO <sub>2</sub> emissions around 120 ton (99% concrete and mortar)
Citherlet and Defaux [35]	2007	Switzerland	NA	Comparison of three house variations of insulation, energy production and use of renewable energy has been analyzed. LCE is 580 (standard house) to 40 MJ/m <sup>2</sup> year LC GHG 27(standard house) to 10 kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> year
Xing et al. [36]	2008	China	50	The life-cycle energy consumption of building materials per area in the steel-framed building is 24.9% as that in the concrete-framed building, whereas, on use phase, the energy consumption and emissions of steel-framed building are both larger than those of concrete-framed building
Huberman and Pearlmutter [37]	2008	Israel	50	The EE of the building accounts for some 60% of the overall life-cycle energy consumption. Use of the "alternative" building materials can reduce the initial production energy required for a reinforced concrete building by 30–40%. The energy saved cumulatively over a 50-year life cycle by this material substitution is on the order of 15–20%
Utama and Gheewala [38]	2009	Indonesia	40	For high rise residential buildings, the enclosures contribute 10–50% of the total building cost, 14–17% of the total material mass and 20–30% of the total heat gain The initial EE of typical double wall and single wall envelopes for high residential buildings is 79.5 GJ and 76.3 GJ, respectively
Shukla et al. [39]	2009	India	40	The EE involved in construction of main structure, foundation, flooring, finishes, furniture, maintenance and electric work are 102 GJ, 214 GJ, 55 GJ, 5 GJ, 18 GJ, 59 GJ and 4 GJ, respectively Maintenance is 12% of total EE. Approximately 370 GJ energy can be saved per year By using low energy intensive materials the mitigation of CO <sub>2</sub> in the environment is reduced by an amount 101 tons/year
Blengini [28]	2009	Italy	40	Primary energy and GHG emissions have been studied. LCE and LC GHG emissions are calculated to be: Construction phase 91 MJ/m <sup>2</sup> year and 8 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> year LC energy 999 MJ/m <sup>2</sup> year (93% use) and 67 kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> year (90% use)
Ortiz-Rodriguez et al. [19]	2010	Colombia and Spain	50	Primary energy consumption and environmental impacts of a dwelling in Spain and Colombia have been analyzed For Colombia: Construction energy GHG emissions are 4940 MJ/m <sup>2</sup> and GHG 238 kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> . Use phase GHG emissions 599 kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> For Spain: 4180 MJ/m <sup>2</sup> and 192 kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> . Use phase GHG 2250 kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>

**Tablo 4.2. (Devamı)**

Source	Year	Country	Lifetime (year)	Results
Gustavsson and Joelsson [40]	2010	Sweden	50	For a conventional and a low-energy building the primary energy use for production can be up to 45% and 60%, respectively. The primary energy use and the CO <sub>2</sub> emissions depend strongly on the energy supply, for both conventional and low-energy buildings. The specific primary energy use with district heating was 40% lower than that of an electrically heated passive row house. LCE: 7500–11,500 kWh/m <sup>2</sup>
Blom et al. [41]	2011	The Netherlands	50	The environmental impact of building-related and user-related gas and electricity consumption in a Dutch apartment dwelling using Life Cycle Assessment (LCA) methodology has been assessed. A 23% reduction in gas consumption leads to up to 13% less overall environmental impacts. Buildings with low heat demand, electricity consumption dominates all environmental impact categories. These can most effectively be reduced by changing the electricity demand of the user: 47% less electricity consumption leads to a 9–45% reduction in the total environmental impact
Monteiro and Freire [21,22]	2011 and 2012	Portugal	50	Assessment of a house considering two operational patterns (different occupancy and comfort levels). LCE: 800–1600 GJ (182 MJ/m <sup>2</sup> year) and LC GHG 58–115 ton CO <sub>2</sub> e/q (13 kg CO <sub>2</sub> e/q/m <sup>2</sup> year)
Aye [42]	2012	Australia	50	An eight-story, 3943 m <sup>2</sup> multi-residential building was investigated. Steel-structured prefabricated system resulted in reduced material consumption of up to 78% by mass compared to conventional concrete construction. However, the prefabricated steel building resulted in a significant increase (~50%) in EE compared to the concrete building
Gong et al. [43]	2012	China	50	The reuse of materials in the prefabricated steel building, represents 81% saving in EE and 51% materials saving by mass CO <sub>2</sub> emissions of concrete construction is 44% higher than that of steel and 49% higher than that of wood construction. The main source of CO <sub>2</sub> emissions is the use of electricity; its contributions to the net CO <sub>2</sub> emissions of wood, steel and concrete framework constructions are 67%, 64%, and 44%, respectively. The net CO <sub>2</sub> emissions in the transport category cannot be ignored, with proportions amounting to 8%, 12%, and 11% for wood, steel and concrete framework constructions, respectively
Dahlströma et al. [44]	2012	Norway	50	The environmental and resource impacts of wooden single-family residences designed to meet the conventional Norwegian Building Code from 2010 (TEK10) and the Norwegian passive house standard NS 3700 are compared using Life Cycle Assessment. The results show that the wood-framed single-family residence built according to the passive house standard provides a consistent and clear reduction of cumulative energy demand of 24–38% in comparison to the conventional building standard TEK10 with electric panel heating
Saynäjoki et al. [45]	2012	Finland	50	The study uses a new residential development project in Northern Europe to assess the overall life cycle GHG emissions of a new residential area and to evaluate the influence of including the temporal allocation of the life cycle GHG emissions in the assessment. The GHG emissions are modeled with a hybrid LCA. The study suggests that the carbon payback time of constructing new residential areas is several decades long even when using very energy efficient buildings compared to utilizing the current building stock. Thus, while increasing the overall energy efficiency is important in the long term, the construction of new energy efficient buildings cannot be used as a means to achieve the short term and medium term climate change mitigation goals as cities and governments often suggest
Stephan et al. [46]	2013	Belgium	100	They analyzed the total life cycle energy demand of a typical Belgian passive house, comprising embodied, operational and transport energy. The EE of passive houses can represent up to 77% of the total embodied and operational energy over 100 years. Also passive houses can have nearly the same energy consumption as a standard new house with the same geometry, location and number of occupants. A retrofitted apartment in the city has an energy consumption 15.2% lower than the best passive house scenario
Stephan and Stephan [47]	2014	Lebanon	50	A multi-scale life cycle energy analysis framework has been conducted to determine the energy use profile of recent residential buildings in Lebanon by taking into account embodied, operational and user transport energy requirements. Results show that the life cycle energy demand is dominated by transport energy (49%) followed by operational (33%) and embodied (18%) requirements

**Kaynak:** (Atmaca ve Atmaca, 2015)

Bunlarla beraber, konutun LEED günışığı analizlerine bakıldığında cam faktörü %2'nin üzerinde bulunan bina alanı bulunmamaktadır. Bu da konutun LEED kredisi olmadığını göstermektedir. Ancak analiz sonuçlarına detaylı bakıldığında konutun tüm alanlarında bulunan cam faktörü yüzdelерinin %2'ye çok yakın olduğu da görülmektedir. Ayrıca, LEED su verimliliği maliyetinin yılda kapalı mekânda

1528\$, dış mekânda ise 306\$ olduğu gözlemlenmiştir. Tüm bu sonuçlara göre de “A” konutunun LEED kredisi almaya çok yakın bir yapı olduğunu söylemek mümkün olmaktadır. Bununla ilgili veriler ise **Tablo 4.3**'de verilmektedir.

**Tablo 4.3.** “A” Konutu Su Verimliliği Verileri

<b>LEED Su Verimliliği</b>		
	L / yıl	\$ / yıl
Kapalı:	964446	\$ 1528
Dış mekân:	444056	\$ 306
<b>Toplam</b>	<b>1408502</b>	<b>\$ 1,834</b>

Bunlara ek olarak “A” konutunda kullanılabilir fotovoltaiik panellerin yıllık enerji tasarrufunun 14,634 kWh, kurulum maliyetinin 92,015\$, çalışma sürecinde harcadığı azami güç miktarının 12 kW olduğu görülmektedir. “A” konutuna ait fotovoltaiik potansiyel verileri **Tablo 4.4**' gösterilmektedir.

**Tablo 4.4.** “A” Konutunda Kullanılabilir Fotovoltaiiklerin Potansiyel Verileri

<b>Fotovoltaiik Potansiyel</b>	
Yıllık Enerji Tasarrufu:	14,634 kWh
Toplam Kurulu Panel Maliyeti:	\$ 92,015
Nominal Nominal Güç:	12 kW
Toplam Panel Alanı:	83 m <sup>2</sup>
Maksimum Geri Ödeme Süresi:	24 yıl @ 0,21 \$ / kWh

Yukarıdaki tabloda yer alan bu sonuçlara göre ise “A” konutunda kullanılabilir fotovoltaiik panellerin enerji potansiyelinin yüksek olduğu, az miktarda enerji harcadığı, kurulum maliyetini ise kısa bir sürede karşıladığı söylenebilmektedir. Ancak Çanakkale ilinin yıllık ortalama güneşlenme süresinin 50 saat, günlük ortalama güneşlenme süresinin ise 1,5 saat olduğu **Tablo 4.5**'de ve Çanakkale ilinde m<sup>2</sup> ye üretilebilecek enerji miktarı **Tablo 4.6**'da verilmektedir. 12 kW'lık bir PV panelin 12×1,5=18,000 kWh enerji ürettiği görülmektedir. Bununla beraber, Türkiye şartlarında bir PV panelin kurulum maliyetinin 1,1\$/kW ve 12

kW'lık PV panelin  $12 \times 1,1 = 13,000\$$  değerinde maliyetinin olduğu hesaplanmaktadır.

**Tablo 4.5.** Çanakkale İli Güneşlenme Süreleri

CANAKKALE	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mays	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ölçüm Periyodu (1929 - 2018)													
Ortalama Sıcaklık (°C)	6.2	6.6	8.3	12.6	17.5	22.3	25.1	24.9	20.9	16.1	11.9	8.3	15.1
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	9.5	10.2	12.4	17.2	22.6	27.7	30.7	30.6	26.3	20.7	15.9	11.6	19.6
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	3.1	3.3	4.7	8.3	12.7	16.5	19.2	19.5	15.9	12.1	8.4	5.2	10.7
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3.5	4.3	5.4	7.3	9.5	11.1	11.8	11.2	8.9	6.4	4.4	3.2	87.0
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12.3	10.4	9.8	7.8	5.6	4.0	1.7	1.3	3.3	6.5	8.9	12.4	84.0
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	91.7	72.1	66.1	44.7	30.1	23.8	10.9	6.3	23.4	53.6	87.3	106.7	616.7
Ölçüm Periyodu (1929 - 2018)													
En Yüksek Sıcaklık (°C)	20.0	21.3	27.3	30.8	39.0	36.8	39.0	39.1	35.8	31.7	26.2	22.6	39.1
En Düşük Sıcaklık (°C)	-11.0	-11.5	-8.5	-1.6	2.3	6.6	11.2	9.4	5.9	0.4	-7.0	-10.5	-11.5

**Kaynak:** (URL 11)

**Tablo 4.6.** Çanakkale İli Farklı Eğim Açılarındaki 1 kWh Anma Gücündeki PV Panelin Yıllık Enerji Üretim Miktarı

Yıllık PV gücü (kWh/1kWp)			
	PV modülü yatay yerleştirildiğinde	PV modülü düşey yerleştirildiğinde	PV modülü optimum eğimde yerleştirildiğinde
Çanakkale minimum	1020	725	1131
Çanakkale ortalama	1064	757	1184
Çanakkale maksimum	1117	801	1250

**Kaynak:** (TR 22, 2019)

Bununla birlikte EPDK tarafından yayımlanan 2020 yılına ait elektrik tek tarife tek terim fiyat tablosu da **Tablo 4.7'**de gösterilmektedir.

**Tablo 4.7. EPDK 2020 Elektrik Tek Tarife Tek Terim Fiyat Tablosu**

EPDK Tarafından Onaylanan ve 1/01/2020 Tarihinden İtibaren Uygulanacak Faaliyet Bazlı Tarifeler										
1/1/2020		Faaliyet Bazlı Tüketici Tarifeleri (kr/kWh)				Güç Bedelli Hariç Toplam Tarifeler (kr/kWh)				
İletim Sistemi Kullanıcıları:	Görevli Tedarik Şirketinden Enerji Alan İletim Sistemi Kullanıcıları	Perakende Tek Zamanlı Enerji Bedeli	Perakende Gündüz Enerji Bedeli	Perakende Puant Enerji Bedeli	Perakende Gece Enerji Bedeli	Dağıtım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece
		Tüketici	48,7941	49,4665	81,6195	23,5159	0,0000	48,7941	49,4665	81,6195
Dağıtım Sistemi Kullanıcıları	Dağıtım Sistemi Kullanıcıları	Perakende Tek Zamanlı Enerji Bedeli	Perakende Gündüz Enerji Bedeli	Perakende Puant Enerji Bedeli	Perakende Gece Enerji Bedeli	Dağıtım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece
Orta Gerilim Çift Terimli						Orta Gerilim Çift Terimli				
	Sanayi	48,1916	48,8641	81,0172	22,9135	10,1794	58,3710	59,0435	91,1966	33,0929
	Ticarethane	52,1229	52,7338	87,7241	24,8933	15,8644	67,9873	68,5982	103,5885	40,7577
	Mesken	35,6114	36,3379	62,7978	15,1784	15,7136	51,3250	52,0515	78,5114	30,8920
	Tarımsal Sulama	47,3016	47,8529	79,3196	22,7079	13,0655	60,3671	60,9184	92,3851	35,7734
	Aydınlatma	47,6483				15,2264	62,8747			
Tek Terimli						Tek Terimli				
	Sanayi	47,9493	48,6220	80,7751	22,6713	11,2441	59,1934	59,8661	92,0192	33,9154
	Ticarethane	52,0613	52,6721	87,6626	24,8316	19,7890	71,8503	72,4611	107,4516	44,6206
	Mesken	34,9169	35,6434	62,1031	14,4837	19,4023	54,3192	55,0457	81,5054	33,8860
	Tarımsal Sulama	47,1977	47,7490	79,2157	22,6038	16,2679	63,4656	64,0169	95,4836	38,8717
	Aydınlatma	47,5776				18,9937	66,5713			
Alçak Gerilim Çift Terimli						Alçak Gerilim Çift Terimli				
	Sanayi	48,3295	49,0020	81,1551	23,0514	17,3969	65,7264	66,3989	98,5520	40,4483
	Ticarethane	52,2826	52,8934	87,8838	25,0529	23,5764	75,8590	76,4698	111,4602	48,6293
	Mesken	34,3800	35,1066	61,5664	13,9468	23,0585	57,4385	58,1651	84,6249	37,0053
	Şehit Aileleri ve Muharip Malul Gaziler	11,9395				15,6390	27,5785			
	Tarımsal Sulama	47,3788	48,8225	79,3969	22,7849	19,3723	66,7511	68,1948	98,7692	42,1572
	Aydınlatma	47,7867				22,5811	70,3678			
	Genel Aydınlatma	28,2244				22,5811	50,8055			

**Kaynak:** (EPDK, 2020)

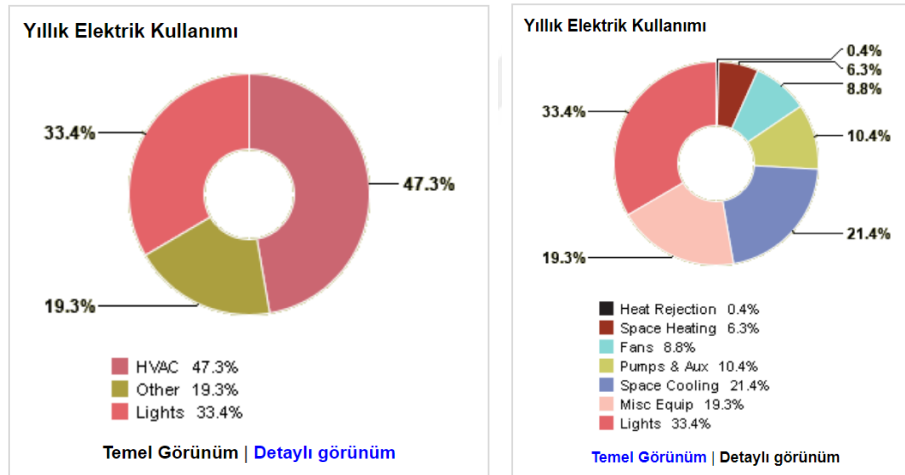
Ayrıca, “A” konutunun doğal havalandırma potansiyeli incelendiğinde konutta ihtiyaç duyulan mekanik soğutmanın 5,381, yıllık tahmin edilen doğal havalandırma saatinin toplam 1,677 saat, havalandırmadan sağlanacak tahmini elektrik enerjisi tasarrufunun 3,555 kWh, tahmin edilen yıllık elektrik tasarrufu maliyetinin 733\$ ve yapı için gereken mekanik soğutmanın net 3,704 saat olduğu gözlemlenmiştir. “A” konutuna ait doğal havalandırma potansiyeli verileri **Tablo 4.8**'de verilmektedir.

**Tablo 4.8. “A” Konutu Doğal Havalandırma Potansiyeli Verileri**

Doğal Havalandırma Potansiyeli			
Toplam Saat	Mekanik Soğutma Gerekli:		5,381 Saat
Muhtemel Havalandırma Saatleri:	Doğal		1,677 Saat
Muhtemel Yıllık Enerjisi Tasarrufu:	Elektrik		3,555 kWh
Muhtemel Yıllık Maliyet Tasarrufu:	Elektrik		\$ 733
Net Saat	Mekanik Soğutma Gerekli:		3,704 Saat

Yukarıdaki tablo verilerine göre “A” konutunun ihtiyaç duyduğu doğal havalandırmanın az miktarda olduğu ve doğal havalandırmadan elektrik enerjisinde büyük oranda tasarruf sağladığı söylenebilmektedir. Bu da yapının doğal havalandırma potansiyelinin yüksek olduğunu ve yapının yönleniminin ve yapıda bulunan açıklıkların doğal havalandırma için doğru konumlandırıldığını göstermektedir.

Son olarak “A” konutunun enerji kullanım verilerine bakıldığında yıllık elektrik kullanımının %47,3’ünü HVAC sisteminin, %19,3’ünü diğer ekipmanların, %33,4’ünü ise ışıkların oluşturduğu görülmektedir. HVAC sistemleri içerisinde bulunan %47,3’lük payın ise %0,4’ünü ısı reddinin, %6,3’ünü alan ısıtmanın, %8,8’ini havalandırma fanlarının, %10,4’ünü pompaların ve %21,4’ünü ise alan soğutmasının oluşturduğu gözlemlenmiştir. “A” konutunun yıllık elektrik kullanım verilerine ait grafikler Şekil 4.2’de gösterilmektedir.



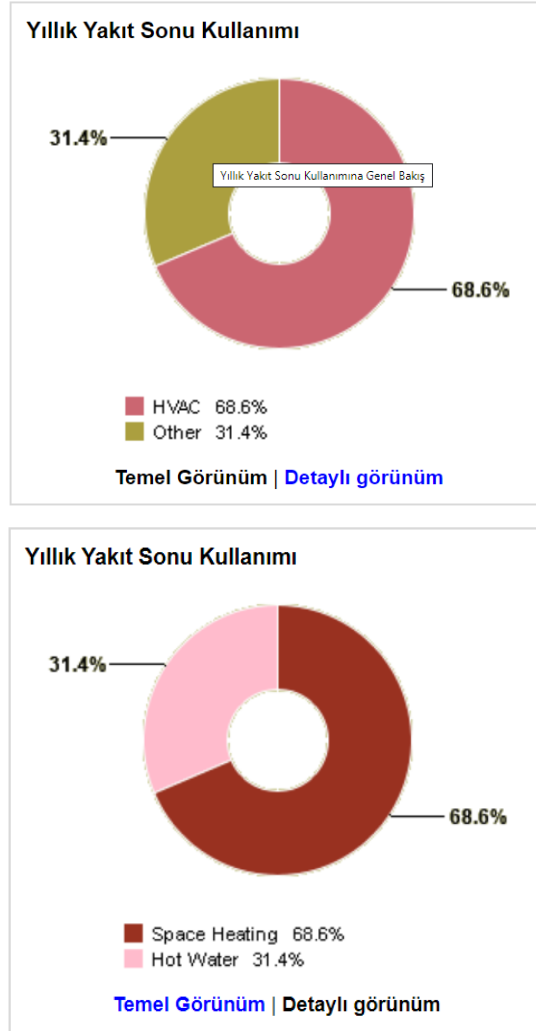
**Şekil 4.2.** “A” Konutu Yıllık Elektrik Kullanım Grafikleri

Yukarıdaki grafiklerden de anlaşılacağı gibi yapının yıllık elektrik kullanımında en büyük paya HVAC sistemlerinin, en az paya ise HVAC sistemleri içerisinde bulunan ısı reddinin sahip olduğu söylenebilmektedir. Isı reddinin az bir paya sahip oluşu ise konutun ısıtma için elektrik enerjisine neredeyse yok denecek kadar az miktarda ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

“A” konutunun yıllık yakıt kullanımı incelendiğinde ise yıllık yakıt kullanımının %68,6’sını HVAC sisteminin, %31,4’ünü de diğer sistemlerin oluşturduğu görülmektedir. HVAC sisteminin tamamını alan ısıtmasının, %31,4’ünü



oluşturan diğer sistemlerin ise tamamını sıcak su sisteminin oluşturduğu gözlemlenmektedir. “A” konutunun yıllık yakıt kullanımı verileri Şekil 4.3’de verilmektedir.



**Şekil 4.3.** “A” Konutu Yıllık Yakıt Kullanımı Grafikleri

Yukarıdaki grafik verilerinde de görüldüğü üzere yapının yıllık yakıt kullanımında en büyük paya yine HVAC, yani ısıtma, soğutma ve havalandırma sisteminin sahip olduğu söylenebilmektedir. HVAC sistemi içinde ise konutun, yakıt kullanımının tamamını alan ısıtması için, diğer sistemler içerisinde ise sıcak su sistemi için harcadığı görülmektedir. Bu veriler doğrultusunda yapıdaki yakıt kullanımının en çok yapı ısıtması için harcadığını söylemek mümkün olmaktadır.

Tüm bu analizler, sonuçlar ve değerlendirmeler ışığında “A” konutunun sürdürülebilir bina standartlarında olduğu, kendi enerjisini yenilenebilir enerji kaynaklarından üretebileceği, doğal havalandırma potansiyelinin yüksek, enerji

kullanım maliyetinin düşük, enerji tasarrufunun ise yüksek bir yapı olduğu sonucuna varmak doğru bir söylem olmaktadır.

#### 4.2. Sonuçlar

Bu tez kapsamında üzerinde çalışılan “A” konutu modeli mevcutta bulunan bir yapının tasarım, inşa, üretim, kullanım ve işletim fazlarını içine alan bir yaklaşımdan oluşmaktadır. “A” konutu modeli, pratikte BIM'i daha kolay kullanabilme ve mevcutta bulunan binaların BIM modellerine yönelik süreç modellerinin uygulanabilirliğine, akademik çalışmalarda bulunan öğrencilerin mevcut binalarda analizler yaparak bu binaları sürdürülebilir ve yüksek enerji performanslı binaların elde edilmesi hususunda bilgilerini daha verimli kullanabilme potansiyeli taşırken aynı zamanda geleneksel yöntemlerden daha ağdaş bir yaklaşımı da içinde barındırmaktadır.

Yapılan bu tez çalışması kapsamında öncelikle sürdürülebilir bina tasarımı ve BIM bütünleşmesi üzerine araştırmalar yapılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda BIM'in sürdürülebilir ve enerji verimliliği yüksek binalar konusundaki avantajları belirlenmiştir. “A” konutunun yapım sürecinde bulunan tasarımcı, mimar, mal sahibi, diğer proje paydaşları ve firmalarla görüşülerek proje hakkında elde edilen bilgiler birleştirilerek modelin strüktürü oluşturulmuştur. Sonrasında kat planları ve çatı çizilerek yapı elemanlarında kullanılan malzeme tipleri ve malzemelerin termal değerleri sisteme işlenmiştir. Çizilen bu modelden de yapı üretiminde ortaya çıkan imalat çizimleri, sayısal veriler ve metraj bilgileri elde edilmiştir. Model oluşumu tamamlandıktan sonra gerekli tüm analizler (Güneş ve gölge, PV panel analizleri, kütlesel analizler, ısıtma ve soğutma analizleri vb.) yapılarak modelin enerji performansı ortaya konulmuştur.

Elde edilen sonuçlara göre model, mevcut binaların çevresel faktörlere göre sürdürülebilir ve yüksek enerji performanslı binalar olup olmadığı konusunu ele alırken normal tipteki binaların da sürdürülebilir bina standartlarına yükseltilmesi için teknolojik çözüm nerileri de sunmaktadır. Sürdürülebilir bina standartları ise ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Ülkemizde sürdürülebilir bina ve BIM uygulamalarının henüz yeni gelişmeye başladığı da göz önüne alınırsa bu konuda farkındalık düzeyinin artırılması doğrultusunda adımlar atılması gerekmektedir. Bu konuda devletin bazı ülkelerde olduğu gibi sürdürülebilir ve yüksek enerji

performanslı binalar üretilmesi için BIM kullanımını teşvik eden ve belki de zorunlu kılan birtakım politikalar uygulaması gerekmektedir. Bu tez çalışması kapsamında ele alınan modelin de bu tür akademik ve sektörel çalışmalara öncülük edeceği düşünülmektedir.

Kullanılan mevcut “A” konutu modeli BIM modellerinin her çeşit analizleri ve simülasyonları oluşturmaya hazır ve bunların sonucunda malzeme değişimleri sonrası hızlı metraj ve maliyet hesaplarını yapmaya hazır olduğu da göz önünde bulundurulduğunda mevcut binaların sürdürülebilir binalara dönüşümü açısından ekonomik avantajları içerisinde barındırdığından bahsedilebilmektedir. Bununla birlikte, BIM temeline dayanan modeller sayesinde performans ve sürdürülebilirlik kaygısı barındıran bina üretimi için gerekli olan uzmanlık ve alan bilgisi sadece karmaşık ve büyük bütçeli projeler dâhilinden çıkıp aynı zamanda küçük ölçekli projelerde de kullanılabilme potansiyeli sunmaktadır.

Ancak ülkemizde BIM modellerinin yaygınlaşması için teknolojik kabiliyet, personel kalifikasyonu, yazılım maliyeti gibi ülkemize özel farklı engeller bulunmaktadır. Bununla beraber, enerjiye ihtiyaç duyan ülkemiz bakımından sürdürülebilir ve enerji verimliliği yüksek bina üretimi dikkate alındığında bu tez kapsamında yapılan çalışmalar ve benzeri BIM modelleriyle bu tür engellerin kademeli bir şekilde yok olacağı da düşünülmelidir.

Bu tez çalışması yüksek lisans çalışmaları sınırları içinde geliştirilebilecek bir yaklaşım sunmaktadır. Kullanılan mevcut model, farklı olay çalışmaları, simülasyonlar ve kolaylıkla uygulanabilirliğe odaklı katılımcı çalıştaylar ile mevcut yapıların daha sürdürülebilir ve yüksek enerji performanslı binalara dönüştürülebilme konusunda çalışmalar ortaya koymaktadır. Henüz içerisinde mevcut binalar için çözüm önerileri barındırmayan bu tez çalışmasının ilerleyen zamanlarda tezin doğal devamı niteliğindeki araştırmalar ve çalışmaların yapılması mümkün olmaktadır.

Tüm bu analizler ve değerlendirmelerle birlikte “A” konutu modeli incelendiğinde, yapıdaki açık, yarı açık ve kapalı mekânların iklimsel özelliklere uygun olarak konumlandırıldığı ve yönleniminin de bu doğrultuda yapıldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, gölge analizlerinin de yardımıyla kullanıcıların yaşam alanı ve mutfağı bahçeyle birlikte daha rahat kullandığı ve yapıdaki tüm mekânların

işlevsel olarak maksimum düzeyde kullanıcı konforu sağlayacak bir şekilde tasarlandığı da gözlemlenmiştir.

“A” konutunun bahçe yerleşimi yapılan güneş ve gölge analizleri doğrultusunda incelendiğinde, evi çevreleyen bahçenin gün içinde günlük hava durumuna göre sabah güneş öğleden sonra gölge, sabah gölge öğleden sonra güneş aldığı gözlemlenmiştir.

Bununla beraber, yine analizler doğrultusunda yapıda kullanılan dış duvar tipinin yapı için en uygun duvar tipi olduğu, kuzey ve güney yönünde bulunan duvarların diğer yöndeki duvarlara oranla güneşten daha fazla yararlandığı ve yapıya daha fazla ısı geçişi sağladığı gözlemlenmiştir.

Yine pencere ve kapı analizleri sonucuna birlikte bakıldığında kullanılan tiplerin hem ısı iletkenlik değerlerinin maksimum düzeyde hem de yapı için en uygun tipler olduğu görülmüştür. Ayrıca, yapıda açılan pencere açıklıklarının iklimsel veriler doğrultusunda rüzgâr yönü ve akım hızı dikkate alınarak rüzgârdan maksimum düzeyde doğal havalandırma ve ses konforu sağlanacak bir şekilde bina üzerine konumlandırıldığı, pencere açılış biçimlerine ise yine bu doğrultuda karar verildiği gözlemlenmiştir. Yine bu açıklıkların gün ışığından maksimum düzeyde doğal aydınlatma ve ısıtma sağlayacak bir şekilde konumlandırıldığı da görülmektedir.

Yine, yapıda kullanılabilecek fotovoltaik panellerin ve rüzgâr enerjisinin potansiyellerine bir arada bakıldığında binanın enerji ihtiyacının büyük oranda karşılanacağı da görülmektedir. Mevcut yapı için güneş ve gölge analizleri değerlendirildiğinde iki kattan oluşan bu kütle için güney yönündeki çatı platformunun ışık toplama oranının diğer yönlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve sıcak su panellerin doğru yönde konumlandırıldığı gözlemlenmiştir. Tüm bu elde edilen bilgilere ve Çanakkale ilinin iklimsel verilerine bakıldığında çatı formunun ve çatıda kullanılan malzemelerin yapının bulunduğu bölgenin mikroklima özelliklerine uygun olarak tasarlandığı görülmektedir. Ayrıca, “A” konutunda kullanılabilecek fotovoltaik panellerin enerji potansiyeli incelendiğinde, enerji potansiyelinin yüksek olduğu, az miktarda enerji harcadığı, kurulum maliyetini ise kısa bir sürede karşıladığı söylenebilmektedir.

Bununla birlikte, kütleli analizler doğrultusunda gün ışığı ve doluluk kontrolü grafiğine bakıldığında binanın kütleli özellikleri ve yer aldığı konum itibarıyla kendi enerjisini üretebilecek bir kapasitede olduğu da gözlemlenmiştir.

Ayrıca, yapının arazi üzerine konumlandırılması incelendiğinde, topografyaya uygun olarak kademeli bir şekilde ve kuzey-güney doğrultusunda yönlendirilerek konumlandırıldığı görülmektedir. Ancak, bununla beraber arazi üzerinde çok fazla kazı işlemi yapıldığı ama buna rağmen bu aşamada doğaya zarar verecek bir işlem yapılmadığı da gözlemlenmiştir.

Yine “A” konutunun aydınlatma ve fiş yükü verimliliği grafikleri incelendiğinde, yapıda kullanılan aydınlatmalarda verimli ışık kaynakları ve trafo, balast vb. yardımcı elemanların, ışığı istenilen şekilde yayan kaliteli ve verimi yüksek armatürlerin kullanıldığı gözlemlenmiştir. Bu elemanlar ve armatürlerin kullanılması ile de şebekeden çektiği güçlerin azaltılarak daha verimli bir hale getirildiği, kontrol sistemleri ile aydınlatmanın ihtiyaç duyulan saatlerde, ihtiyaç duyulan miktarlarda kullanıldığı görülmektedir.

Ayrıca, “A” konutunun enerji, karbon ve maliyet özetine bakıldığında, yıllık harcadığı enerji miktarının oldukça az miktarda olduğu ve böylece yaşam döngüsü sürecinde sürdürülebilir bir bina olarak işlevini sürdürdüğü de gözlemlenmiştir.

Bunlarla beraber, LEED gümüşü analizleri doğrultusunda konutun LEED kredisi olmadığı fakat LEED su verimliliği maliyetinin ise düşük miktarda olduğu görülmektedir. Tüm bu değerlendirmelere göre de “A” konutunun LEED kredisi almaya çok yakın bir yapı olduğunu söylemek mümkün olmaktadır.

Yine “A” konutunun doğal havalandırma potansiyeli incelendiğinde, ihtiyaç duyduğu doğal havalandırmanın az miktarda olduğu ve doğal havalandırmadan elektrik enerjisinde büyük oranda tasarruf sağladığı söylenebilmektedir. Bu da yapının doğal havalandırma potansiyelinin yüksek olduğunu ve yapının yönetiminin ve yapıda bulunan açıklıkların doğal havalandırma için doğru konumlandırıldığını göstermektedir.

Ayrıca, yapının ısıtma, soğutma ve HVAC grafikleri doğrultusunda, yıllık elektrik kullanımında en büyük paya HVAC sistemlerinin, en az paya ise HVAC

sistemleri içerisinde bulunan ısı reddinin sahip olduğu söylenebilmektedir. Isı reddinin az bir paya sahip oluşu ise konutun ısıtma için elektrik enerjisine neredeyse yok denecek kadar az miktarda ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Bununla birlikte yapının yıllık yakıt kullanımına bakıldığında, yakıt kullanımının en çok yapı ısıtması için harcandığını söylemek de mümkün olmaktadır.

Sonuç olarak, tüm bu bilgiler, yapılan analizler ve değerlendirmeler ışığında “A” konutunun sürdürülebilir bina standartları arasında ASHRAE 189.1 ve 90.1 standardında olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, yine “A” konutunun kendi enerjisini yenilenebilir enerji kaynaklarından üretebileceği, doğal havalandırma potansiyelinin yüksek, enerji kullanım maliyetinin düşük, enerji tasarrufunun ise yüksek bir yapı olduğu sonucuna varmak doğru bir söylem olmaktadır.

## KAYNAKÇA

- AGC Associated General Contractors of America. 2005. The Contractor's Guide to BIM. AGC Research Foundation, Las Vegas.
- Akgün A. (2016). *Yüklenici inşaat firmalarında hakediş düzenlemeleri ve yapı enformasyonu modellemesi (BIM) uygulamaları*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Akkoyunlu T. (2015). *Kentsel dönüşüm projeleri için bim uygulama planı önerisi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Aksamija A., Guttman M., Rangarajan, H., Meador, T. (2011). Parametric control of bim elements for sustainable design in revit: linking design and analytical software applications through customization. *Perkins+Will Research Journal*. **3** (1), 32-45.
- Altınoluk Arşivi. (2015). Prof. Dr. Ülkü ALTINOLUK.
- Anon. 2009. Digital Drafting Systems, <<http://www.ddscad.com/html/bim.html>> Erişim Tarihi: 20.12.2009.
- Anonim. (1993). Sürdürülebilir bir gelecek için bağımlılık bildirisi. *Mimarlık Dergisi*, **253**, 17.
- Asımgil, B. (2016). Kaynakların korunumunda sürdürülebilir teknolojik yaklaşımlar ve mimari forma etkisi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. **32**, 28-39.
- Asia-Pacific Councils. 1997. Moving sustainable development from agenda to action. Asia-Pacific Council News, January-March.

- Atmaca A., Atmaca H. (2015). Life cycle energy (LCEA) and carbon dioxide emissions (LCCO<sub>2</sub>A) assessment of two residential buildings in Gaziantep, Turkey. *Elsevier Journal of Energy and Buildings*, **102**, 417-431.
- Atmaca A. (2016). Life-cycle assessment and cost analysis of residential buildings in south east of turkey: part 2-a case study. *Int J Life Cycle Assesst*, **21**, 925-942.
- Aydoğan Ü. (2006). *Bilgisayar destekli tasarım yazılımlarının stratejik kullanımının değerlendirilmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Azhar, S. (2011). Building information modeling (BIM): trends, benefits, risks, and challenges for the aec industry. *Leadership and Management Engineering*, **11**, 241-252.
- Azhar, S., Khalfan, M., Maqsood, T. (2012). Building information modeling (BIM): now and beyond. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, **12** (4) 15-28.
- Azhar, S., Nadeem, A., Mok, J.Y.N., Leung, B.H.Y. (2008). Building information modeling (BIM): A new paradigm for visual interactive modeling and simulation for construction proj- ects. Proc., *First International Conference on Construc- tion in Developing Countries*, Karachi, Pakistan, 435–446.
- Azhar. S., (2011). Building information modeling (bim): trends, benefits, risks, and challenges or the aec industry, *Leadership and Mangement in Engineering*. 241-252
- Barlish, K., Sullivan, K. (2012). How to measure the benefits of BIM A case study approach. *Automation in Construction*. **24**, 149-159.
- Barnes, P., Davies, N. 2014. BIM in principle and in practice. ICE Publishing, London.



- Bauen, R., Baker, B., Johnson, K. 1996. Sustainable community checklist. Graduate School of Public Affairs, University of Washington, Northwest Policy Centre, Seattle.
- Baysan, O. (2003). *Sürdürülebilirlik kavramı ve mimarlıkta tasarıma yansımaları*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Berberoğlu, U. (2009). *Sürdürülebilir mimarlık anlayışı çerçevesinde enerji verimliliği kavramının güncel konumu ve yeni yaklaşımlar*. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- BIM Building Information Modeling 2011. A report for the government construction client group building information modeling. Working Party Strategy Paper, BIM Building Information Modeling.
- BIM Handbook. 2011. A Guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors.
- Birleşmiş Milletler. 1992a. Çevre ve kalkınma konferansı. *Rio Bildirgesi*, İlke 1.
- Birleşmiş Milletler. 1992b. Çevre ve kalkınma konferansı: *Gündem 21*, **38**, 11-13.
- Birleşmiş Milletler. 1995. Nüfus ve kalkınma konferansı. Kahire Eylem Planı.
- Birleşmiş Milletlet. 2016. Birleşmiş Milletler iklim değişikliği çerçeve sözleşmesinin 21. taraflar konferansı Paris Antlaşması (COP 21). Ekoloji Kolektifi Derneği.
- Bozlağan, R. (2010). Sürdürülebilir gelişme düşüncesinin tarihsel arka planı. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*. **50**, 1011-1028.
- BREEAM. 2009. BREEAM europe commercial 2009 assessor manual. BRE Global Ltd, Garston–Watford-Hertfordshire, UK.

- CIB ve UNEP-IETC. 2002. Agenda 21 for sustainable construction in developing countries: a discussion document. Published by the CSIR Building and Construction Technology, Pretoria.
- Civaroğlu, A. (2006). *Sürdürülebilirlik düşüncesi – mimarlık etkileşimine alternatif bir bakış: 'yer'in çevre bilincine etkisi*. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- CRC Construction Innovation. 2007. Adopting BIM for facilities management: Solutions for managing the Sydney Opera House. Cooperative Research Center for Construction Innovation, Brisbane, Australia.
- Crowther, R.L. 1992. Ecologic architecture. Butterworth Architecture, Boston.
- Çelebi, G. (2003). Environmental discourse and conceptual framework for sustainable architecture. *G.Ü. Journal of Science Dergisi*. **16** (1), 205–216.
- Çuhadar, F.G. (2017). *Mimarlık hizmeti kapsamında bina bilgi modelleme: "g villa" konut projesi*. İstanbul Kültür Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Durmuş Arsan, Z. (2008). Türkiye’de sürdürülebilir mimari. *Mimarlık Dergisi*. **340**, 21-30.
- Eastman, C.M., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. 2011. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Architects, Engineers, Contractors and Fabricators*. John Wiley and Sons, New Jersey.
- Edwards, B. (2001). Global perspectives: learning from the other side: green architecture. *Architectural Design*. **40**, 3-4.
- Edwards, B. 1999. Sustainable Architecture: european directives and building design. Architectural Press, 230, Oxford.
- Ekim, D. (2004). *Sürdürülebilirlik kavramı ve mimari form üzerindeki etkisi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- EPDK. (2020). *Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Kurul Kararı*.

- Eryıldız, D. (2003). Sürdürülebilirlik ve mimarlık dosyasında ekolojik mimarlık. *Arredamento Mimarlık Dergisi*. **154**, 71–75.
- Foster, N. (2001). Lord foster of themes bank. *Architectural Design*. **71** (4), 32.
- Fowler K.M., Roach, E. M. 2006. Sustainable building system summary. Pacific Northwest National Laboratory, Battelle for the U.S. Department of Energy. <http://legistar.cityofmadison.com/attachments/444b4634-1f2d-4b48-a8db6077535a6c99.pβz<s>.
- GCR, NIST. 2004. Cost analysis of inadequate interoperability in the US capital facilities industry. National Institute of Standards and Technology.
- Gilman, R. 1992. Sustainability From The 1992 UIA/AIA Call For Sustainable Community Solutions. Context Institute, <http://www.context.org/about/definitions>.
- Glavanich, T.E. 2008. Contractor's guide to green building construction - management, project delivery, documentation, and risk reduction. John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Glick, S., Guggemos, A. 2009. IPD and BIM: Benefits and opportunities for regulatory agencies. Proc., 45th Associated Schools of Construction National Conference, Gainesville.
- Goodland, R., H. Daly. 1996. Environmental sustainability: universal and nonnegotiable. *Ecological Applications*. **6**: 1002-1017, <http://www.dbc.uci.edu/~sustain/state/chapter1.htm>
- GSA. 2007. The National 3D-4D-BIM Program- GSA BIM Guide Overview. Office of the Chief Architect Public Buildings Service U.S. General Services Administration 1800 F Street NW, Suite 3341 Washington, DC 20405.
- Gültekin, A.B. 2007. *Sürdürülebilir mimari tasarım ilkeleri kapsamında çözüm önerileri*. 19. International Congress of Building and Life: Future of Architecture, Architecture for Future, Bursa Mimarlar Odası, Bursa.

- Gür, N.V. (2007). *Mimaride sürdürülebilirlik kapsamında değişken yapı kabukları için bir tasarım destek sistemi*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Hagan, S. 2001. Taking shape: a new contract between architecture and nature. Architectural Press, Oxford.
- Hams, T. (1994). Local environmental policies and strategies after Rio. *Local Environmental Policies and Strategies*, Julian Agyeman and Bob Evans (ed.), Local Economic and Social Strategy Series, 23-46.
- Hardin, B. 2009. BIM and construction management, Wiley, Indianapolis.
- HKU Architecture. 2002. Sustainable architecture and building design. 3 Şubat 2019, <http://www.arch.hku.hk/research/BEER/sustain.htm>
- Hoşkara, E. (2007). *Ülkesel koşullara uygun sürdürülebilir yapım için stratejik yönetim modeli*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Isıtma, Sogutma, Havalandırma, Klima, Yangın ve Sıhhi Tesisat Dergisi Eki. (2018). 118, 3-93.
- Jones, L.D. 1998. Architecture and environment: bioclimatic building design. The Overllok Press, New York.
- Karlı, H.U. (2008). *Sürdürülebilir mimarlık çerçevesinde ofis yapılarının değerlendirilmesi ve çevresel performans analizi için bir model önerisi*. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Kayıhan, K.S. (2006). *Sürdürülebilir mimarlığın yarı nemli Marmara ikliminde tasarlanacak temel eğitim binalarında irdelenmesi ve bir yöntem önerisi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Keleş, R., Hamamcı, C. 1993. Çevrebilim. İmge Kitabevi, Ankara.

- Kımilli, Z. M. (2006). *Depreme duyarlı bölgelerde sürdürülebilir mimari tasarım Isparta/Mavikent örneği*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Kibert, C.J. 1994. Establishing principles and a model for sustainable construction, University of Florida. Proceedings of the First International Conference on Sustainable Construction, CIB Task Group 16, Tampa, Florida, USA.
- Kibert, C.J. 2005. Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery. John Wiley & Sons, Inc, New Jersey.
- Kim, J.J. ve Rigdon, B. 1998. Sustainable architecture module: introduction to sustainable design. National Pollution Prevention Center for Higher Education, Michigan.
- Krygiel E., Nies B. 2008. Green BIM- successful sustainable design with building information modelling. Wiley Publishing, Indianapolis, Indiana.
- Krygiel, E., Nies, N. McDowell, S. 2008 Green BIM: successful sustainable design with building information modeling. Wiley Publishing, Indianapolis.
- Kula, E. (1998). History of environmental economic thought. Routledge, London.
- Kymmell, W. 2008. Building information modeling, planning and managing construction projects with 4d cad and simulations. McGraw-Hill, New York.
- Landman, M. (1999). *Breaking through the barriers of sustainable building: insight from building professionals on government initiatives to promote environmentally sound practices*. Master of Arts in Urban and Environmental Policy Thesis, Tufts Univ., Medford, Mass.
- Lu Wilson, W.S., Li, H. (2011). Building information modeling and changing construction practices. *Automation in Construction*. **2**, 99-100.
- Magent, S. C. (2005). *A process and competency-based approach to high performance building design*. The Pennsylvania State University, Doctoral Thesis.

- McLennan, F.J. 2004. The philosophy of sustainable design. Ecotone publishing, Kansas City, USA.
- Mihindu, S., Arayici, Y. (2008). Digital construction through BIM systems will drive the re-engineering of construction business practices. *12th International Conference of Information Visualisation, London*, 8–11.
- Önal, Ş. (2001). Kentsel tasarım kuramında ve uygulamasında şartlar. *Mimarlık Dergisi*. **302**, 50-51.
- Özcan, H. (2010). *Yapı bilgi sistemleri ve mimarlıktaki yeri*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Özçuhadar, T. (2007). Sürdürülebilir çevre için enerji etkin tasarımın yaşam döngüsü sürecinde incelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Özmehmet, E. (2005). *Sürdürülebilir mimarlık bağlamında akdeniz iklim tipi için bir bina modeli önerisi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.
- Özmehmet, E. (2007). Avrupa ve Türkiye'deki sürdürülebilir mimarlık anlayışına eleştirel bir bakış. *Journal of Yaşar University*. **2** (7), 809-826.
- Porwal, A., Hewage, K.N. (2013). Building information modeling (BIM) partnering framework for public construction projects, *Automation in Construction*. **31**, 204-214.
- Pro-Agenda 21 Commission. 1997. Agenda 21 Rio. Special Edition Rio + 5, 5, March.
- Qiu, X. 2011 Building Information Modeling (BIM) Adoption of Construction Project Management Based on Hubei Jingzhou Bus Terminal Case, International Conference on Business Computing and Global Informatization, School of Economics Wuhan University of Technology, China
- Raynsford, N. (2000). Sustainable construction: the government's role. *Proceedings of ICE*. **138**, 16.

- Ren, Y., Skibniewski, M.J., Jiang, S. (2012). Building information modeling integrated with electronic commerce material procurement and supplier performance management system. *Journal of Civil Engineering and Management*. **18**, 642-654.
- Riley, D., Magent, C., Horman, M. 2004. Sustainable metrics: a design process model for high performance buildings. Proceedings of the CIB World Building Congress, Toronto, Canada.
- Saraç, A. (2013). *İnşaat sektöründe elektronik ihale (e-ihale) sistemleri ve yapı enformasyonu modellemesi entegrasyonu: örnek bir çalışma*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Sev A., Canbay N. (2009). Yeşil bina değerlendirme - sertifika sistemleri. *Gayrimenkul Türkiye Dergisi*. Haziran.
- Sev, A. 2009. Sürdürülebilir mimarlık. YEM Yayın, İstanbul.
- Sev, A., Canbay N. (2009). Dünya üzerinde uygulanan yeşil bina ve sertifikasyon sistemleri. *Yapıda Ekolojik Yapı*. **329**, 42-47.
- Shaviv, E. (2001). On the use of solar volume for determining the urban fabric. *Solar Energy*. **70** (3), 275-280.
- Soussan, J. G. 1992. Sustainable development. environmental issues in the 1990's. A. M. Mannion and S. R. Bowlby (ed.), John Wiley & Sons, West Sussex, England, 21-35.
- Şenel, A. (2010). *Sürdürülebilir bina yapım ilkelerinin ve yeni yaklaşımların incelenmesi*. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Şenel, A., Halıcıoğlu, F.H. 2010. The Effects of sustainable architecture approaches on usage of innovations. A.B. Gültekin, (Ed.), International Sustainable Buildings Symposium Proceedings (1. Baskı) içinde (651-656). Gazi University, Ankara.

- Tatar, E. (2013). Sürdürülebilir mimarlık kapsamında çalışma mekanlarında gümüşüğü kullanımı için bir öneri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. **17** (1), 147-162.
- Teicholz, P. (2004). Discussion on U.S. construction labor productivity trends, 1970-1998. *Journal of Constr. Engineering and Management*. **127** (5), 427-429.
- The United Nations. 1996. Conference on human settlements (habitat 11): habitat agenda. Goals and Principles, 4, 10, 29, Istanbul.
- Thomsen, C., Darrington, J., Dunne, D., Lichtig, W. 2009. Managing integrated project delivery. Construction Management Association of America (CMAA). McLean, VA.
- Topar, A.H. (1996). *Yapıda elektroiklimsel kirlilikle insan sağlığı ilişkisi ve alınabilecek önlemler*. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- TR 22. (2019). *Güney Marmara Bölgesi Yenilenebilir Enerji Araştırması Sonuç Raporu*.
- Tüzin, B.L. (1999). *Sürdürülebilir bölgesel kalkınma: Marmara havzası için bir yöntem denemesi*. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, Doktora Tezi, İstanbul.
- UIA. International Union of Architecture. 2008. UIA turin 2008 manifesto from the megacity and ecosystem crisis toward the eco-metropolis and the post-consumer age. Turin, Italy.
- UIA. International Union of Architecture. 2010. UIA Cancun Bildirgesi. UIA, Cancun, Meksika.
- UN. United Nations. 2001. Indicators of sustainable development, CSD Theme Indicator Framework from 2001. 16 Şubat 2019. [http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isdms2001/table\\_4.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isdms2001/table_4.htm)
- UNEP. United Nations Environment Programme. 2001. Annual evaluation report,16.02.2019.



URL 1, [filebox.vt.edu/users/jawalke2/Publish/page7.html](http://filebox.vt.edu/users/jawalke2/Publish/page7.html)

URL 2, [www.mmo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=12477&tipi=68&sube=15](http://www.mmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=12477&tipi=68&sube=15) ,  
Erişim tarihi: 12.06.2011.

URL 3, <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/overviewE.htm> >, Erişim tarihi:  
13.06.2011.

URL 4, <http://www.gbca.org.au> >, Erişim tarihi: 13.06.2011.

URL 5, <http://www.siba.com.au/CMSPages/GetFile.aspx?guid=8fd3efb7-16e0-46ce-bf70-4fb37b265623>> Erişim Tarihi: 02.08.2015.

URL 6, <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained>> Erişim Tarihi:  
26.08.2015

URL 7, <http://www.izmimod.org.tr/v2/uploads/files/Ozan%20Atasoy.pdf> , Erişim  
Tarihi: 02.05.2019.

URL 8, <https://www.google.com/search?q=Revit+arayüzü>, Erişim Tarihi:  
02.05.2019.

URL 9, <http://www.insidethefactory.typepad.com/.a/6a011278d71c9628a4011168c35aed97c-pi>> Erişim Tarihi: 18.04.2015.

URL 10, <http://muhendzm.blogspot.com/2018/11/bimbuilding-information-modeling.html>. Erişim Tarihi: 08.06.2019.

URL 11, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=CANAKKALE>. Erişim Tarihi: 31.12.2019.

Vanlande, R., Nicolle, C., Cruz, C. (2008) IFC and building lifecycle management.  
*Automation in Construction*. **18** (1), 70–78.

Vanlande, R., Nicolle, C., Cruz, C. (2008). IFC and building lifecycle management.  
*Automation in Construction*. **18** (1), 70-78.

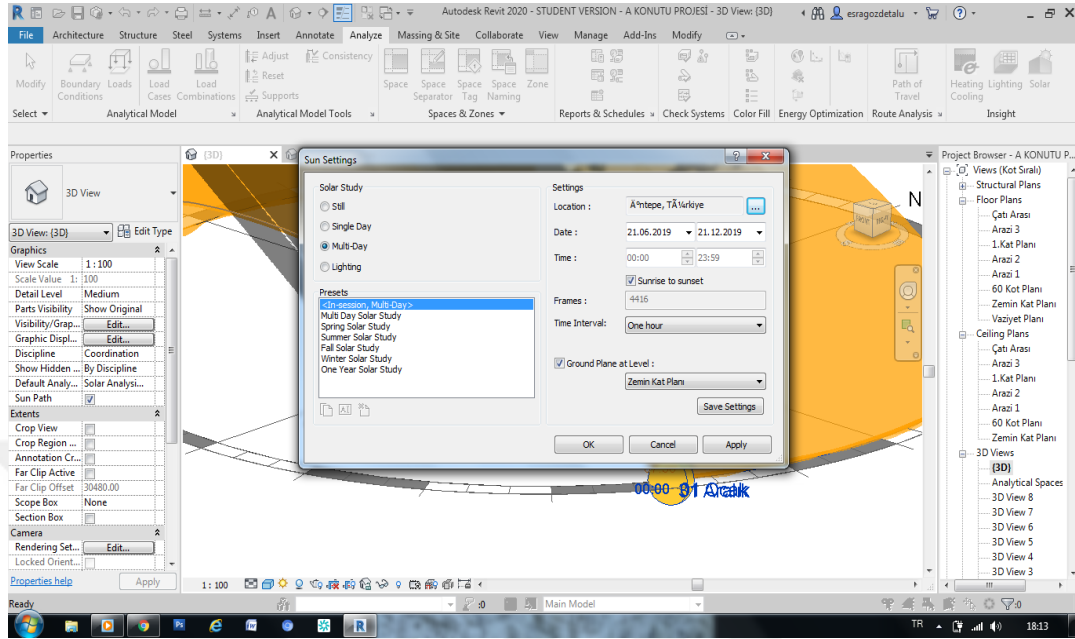
- Vehkamäki, S. (2005). *The concept of sustainability in modern times*. University of Helsinki, Department of Economics and Management, University of Helsinki, Finland, ISBN 952-10 2817-3 (pdf) ISSN 1235-4449 . Sustainable use of renewable natural resources — from principles to practices. University of Helsinki Department of Forest Ecology Publications 34. [http://www.mm.helsinki.fi/mmeko/sunare/22\\_Vehkamaki.pdf](http://www.mm.helsinki.fi/mmeko/sunare/22_Vehkamaki.pdf)
- Weygant, R.S. 2011. BIM content development: standards, strategies, and best practices. John Wiley & Sons.
- Wines, J. 2000. Green architecture, Benedikt Tachen Verlag, Italy.
- Wolley, T., Kimmins, S. 2002. Green building handbook: a companion guide to building products and their impact on the environment. (2.Baskı). Spon Press, New York.
- Wong, J., Yang, J. (2010). Research and application of building information modelling (bim) in the architecture, engineering and construction (aec) industry: a review and direction for future research. *Proceedings of the 6th International Conference on Innovation in Architecture, Engineering & Construction (AEC), Pennsylvania, USA, 9–11 June, 356-365.*
- Yanar, N. (2017). *Mimari tasarımda sürdürülebilirlik ve ekoloji anlayışının Konya bağlamında incelenmesi*. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Yeang, K. 1995. Desinging with nature, The Ecological Basis for Architectural Design, Mc Graw Hill, New York.
- Yeang, K. 2006. Ekotasarım: ekolojik tasarım rehberi. Çev: Eryıldız S., Eryıldız D., Yem Yayın, İstanbul.
- Yılmaz, B., (2012). *Türkiye için sürdürülebilir bina performans kriterleri ve bütünleşik tasarım yönetim modeli oluşturulması*. İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.

Zuppa, D., Issa, R., Suermann, P. (2009). BIM's Impact on the Success Measures of Construction Projects. *Computing in Civil Engineering*. 503-512.

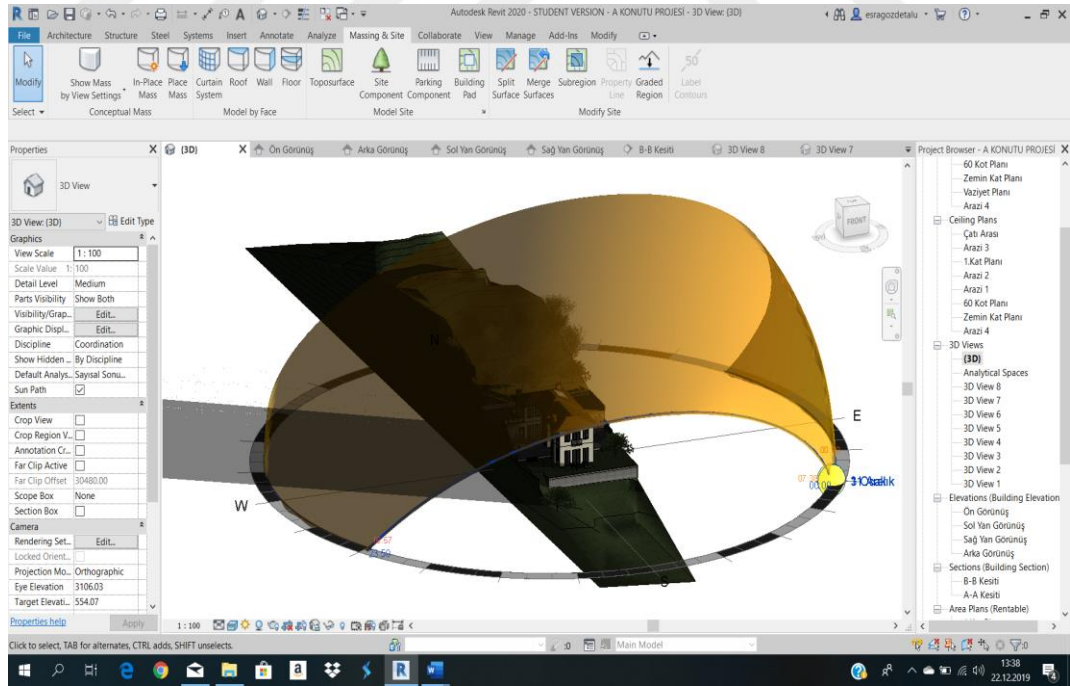




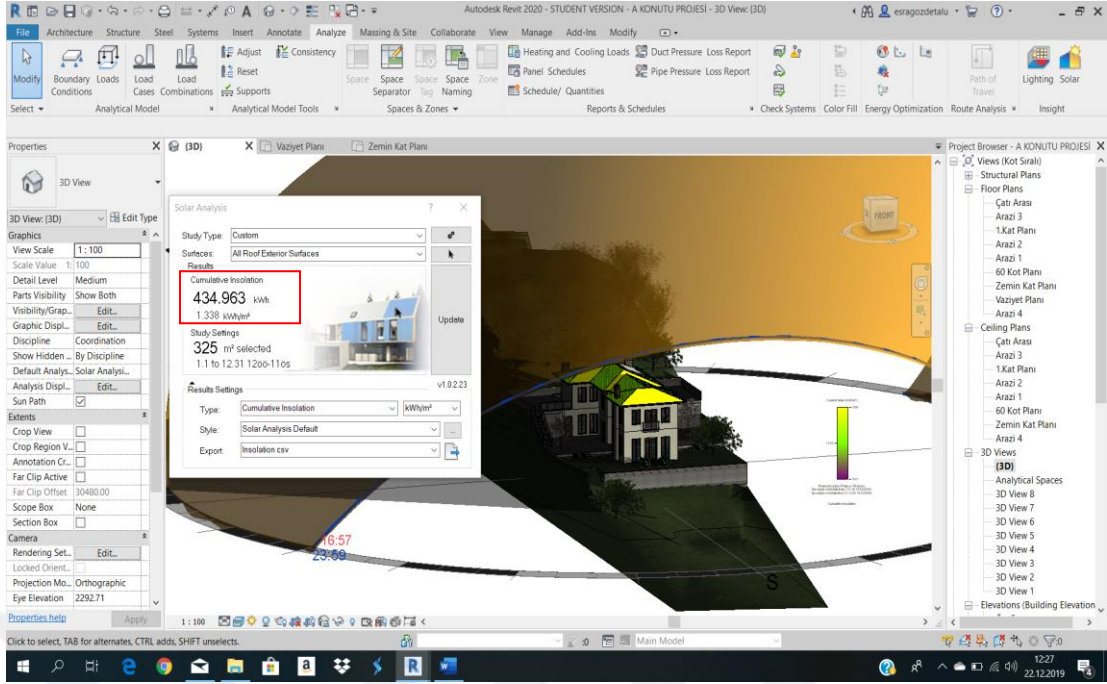
## Ek A. A Konutu Projesi Güneş Analizi Sonuçları



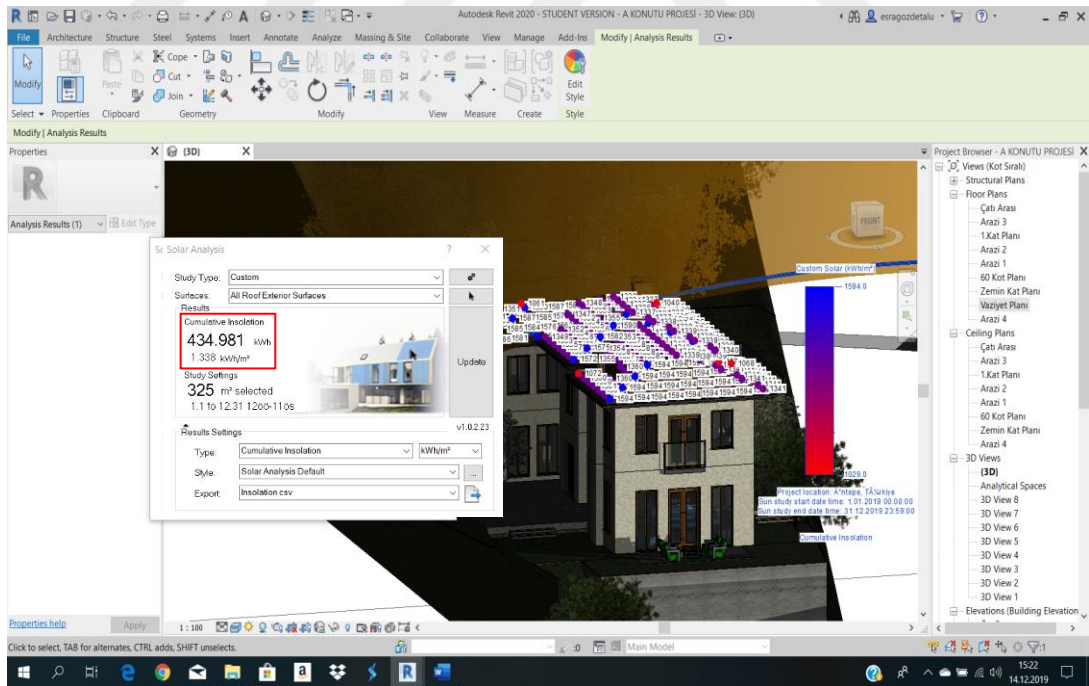
## Güneş Analizi İçin Seçilen Tarihler



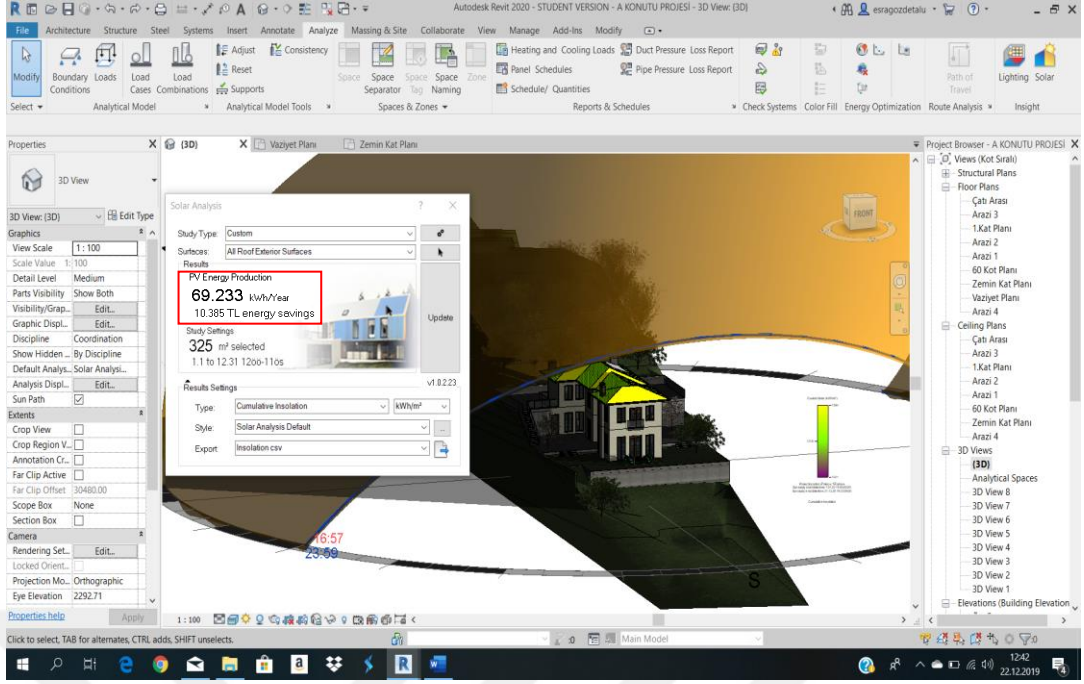
## Güneş Analizi Ayarları Yapıldıktan Sonraki Görünüm



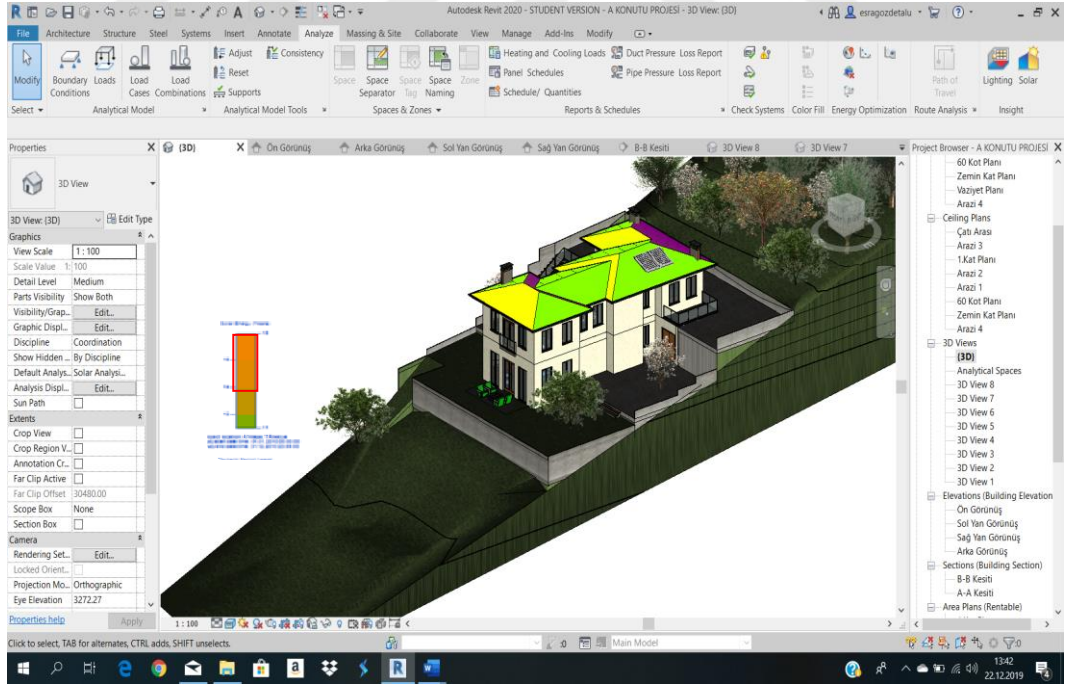
## Çatı Güneş Analizi Sonucu 1



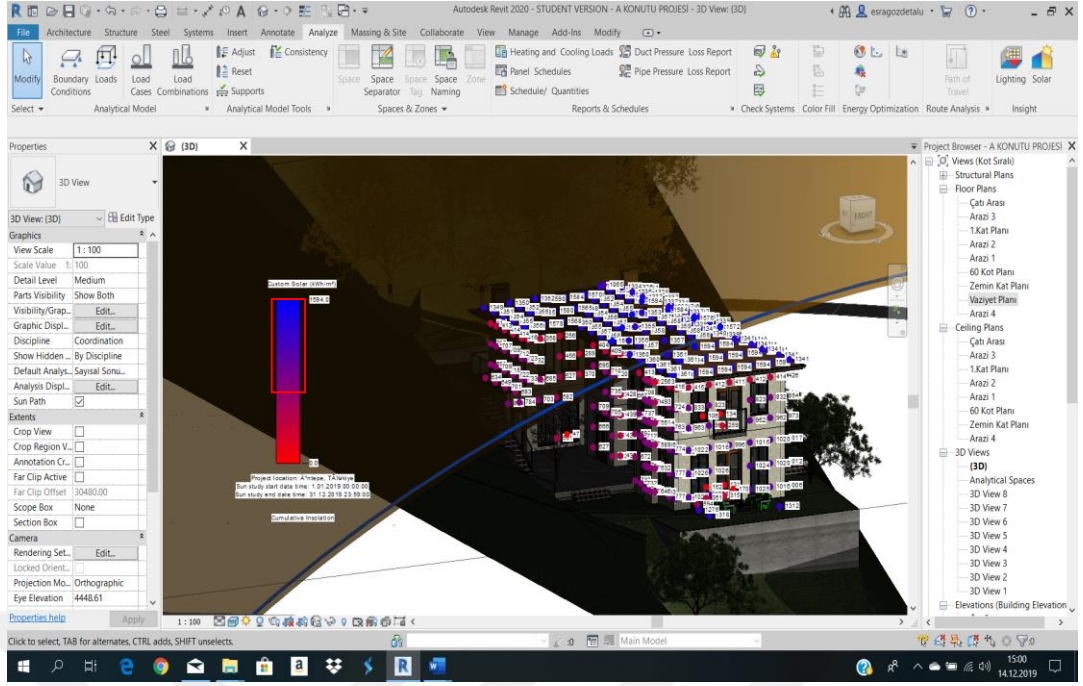
## Çatı Güneş Analizi Sonucu 2



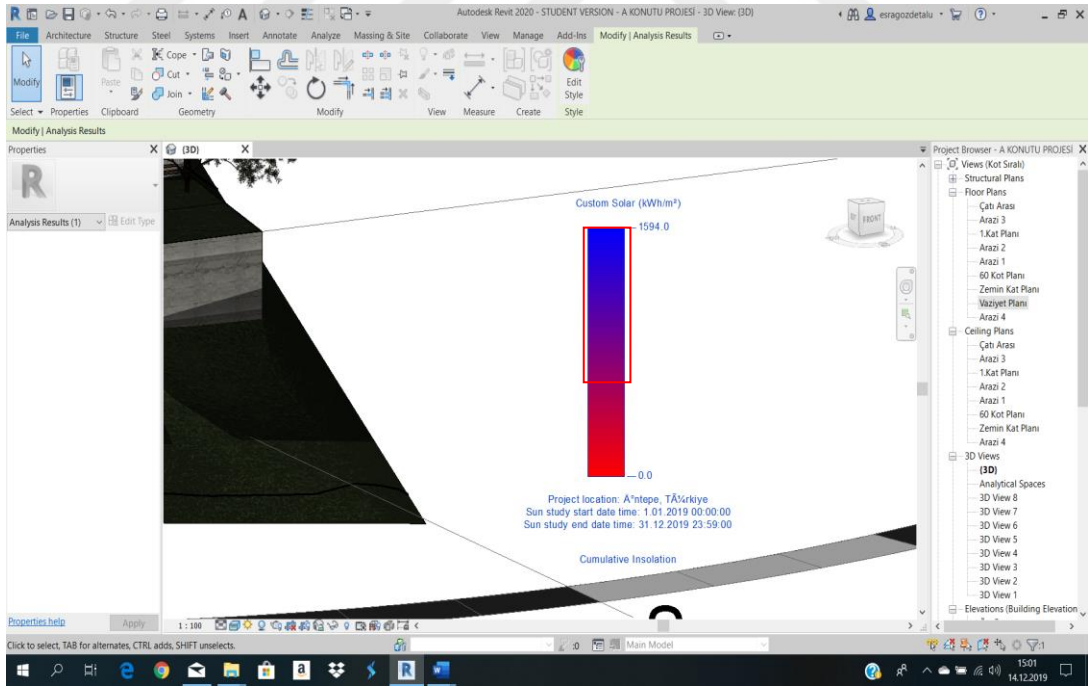
## “A” Konutunda Kullanılabilecek Yıllık PV Panel Güneş Analizi Sonucu 1



## “A” Konutunda Kullanılabilecek PV Panel Geridönüşüm Süresi

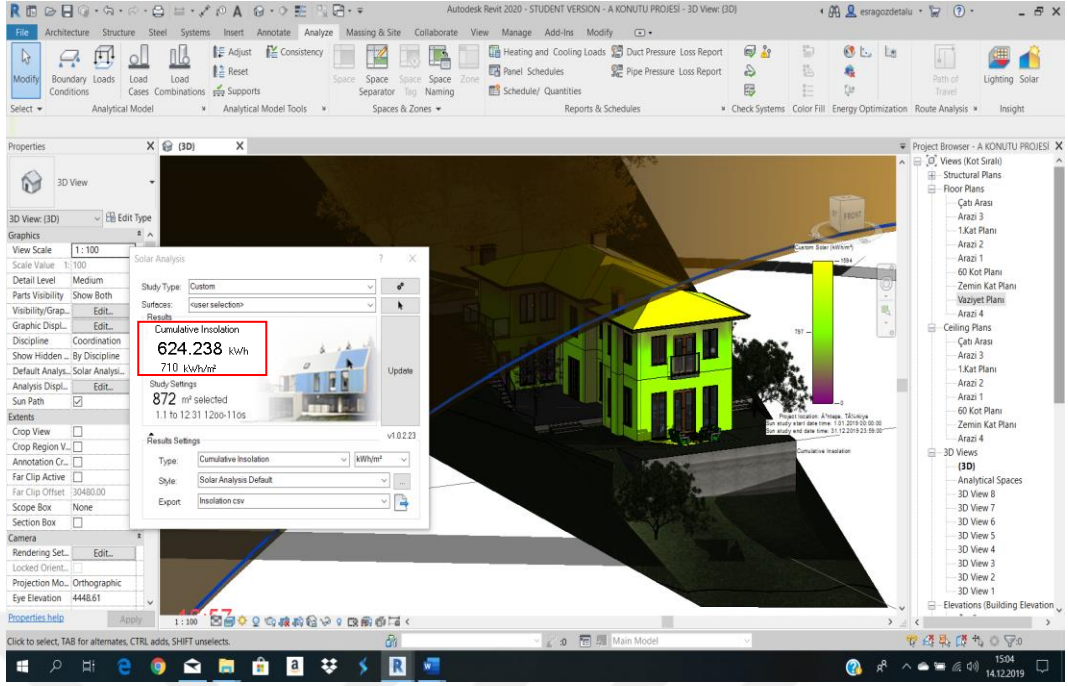


## Güneş Analizi Sonucu 1

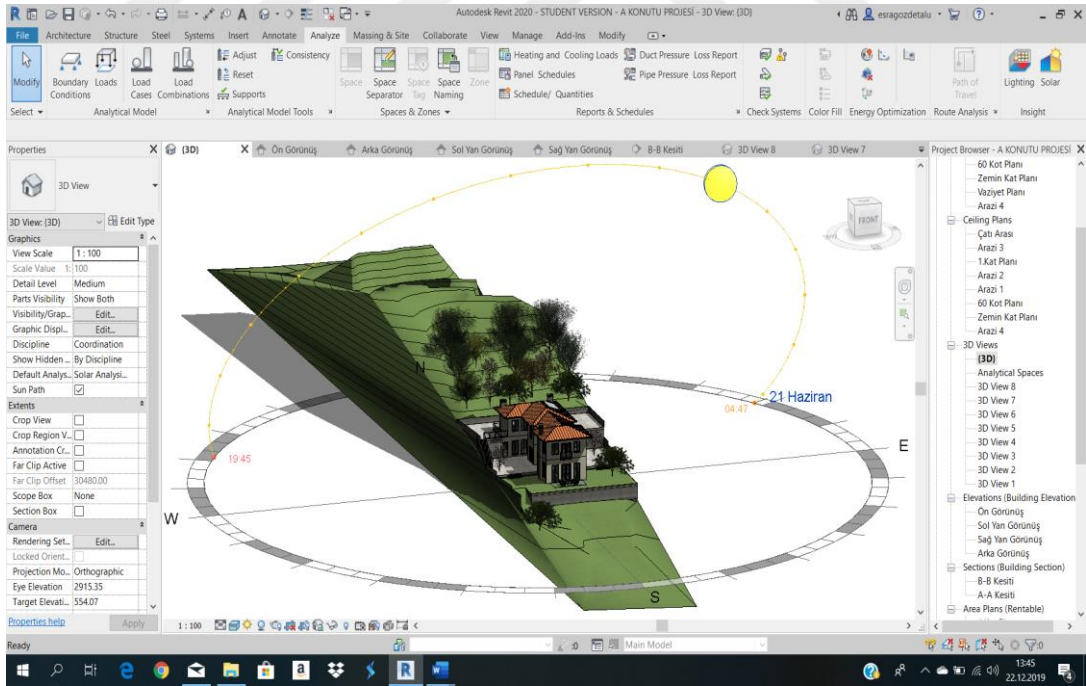


## Güneş Analizi Sonucu 2

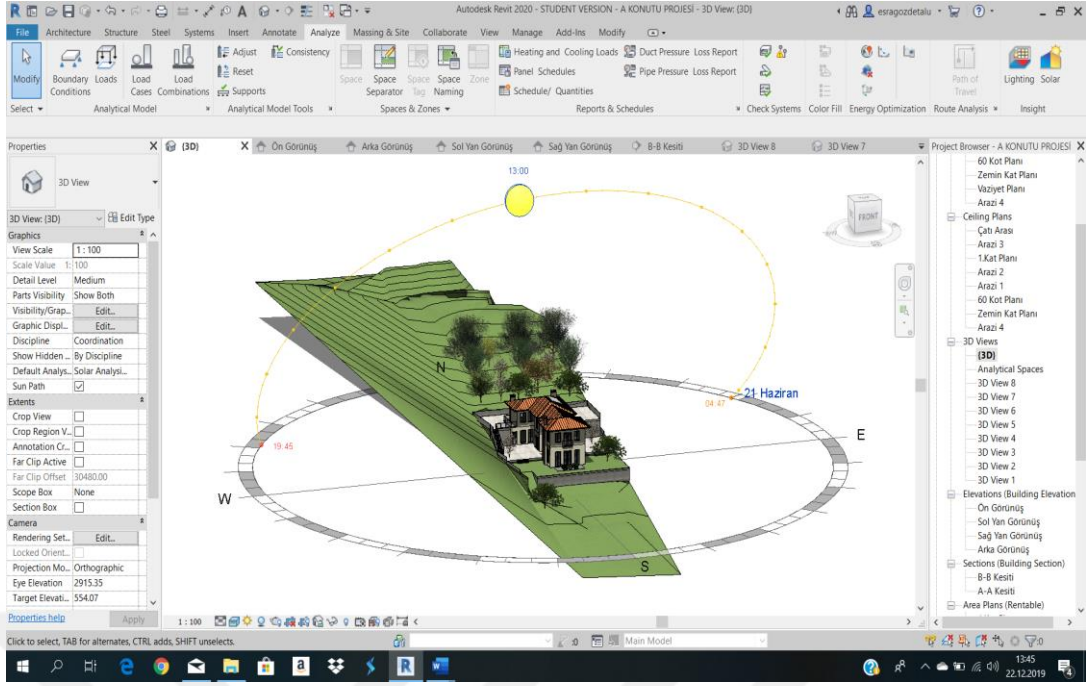




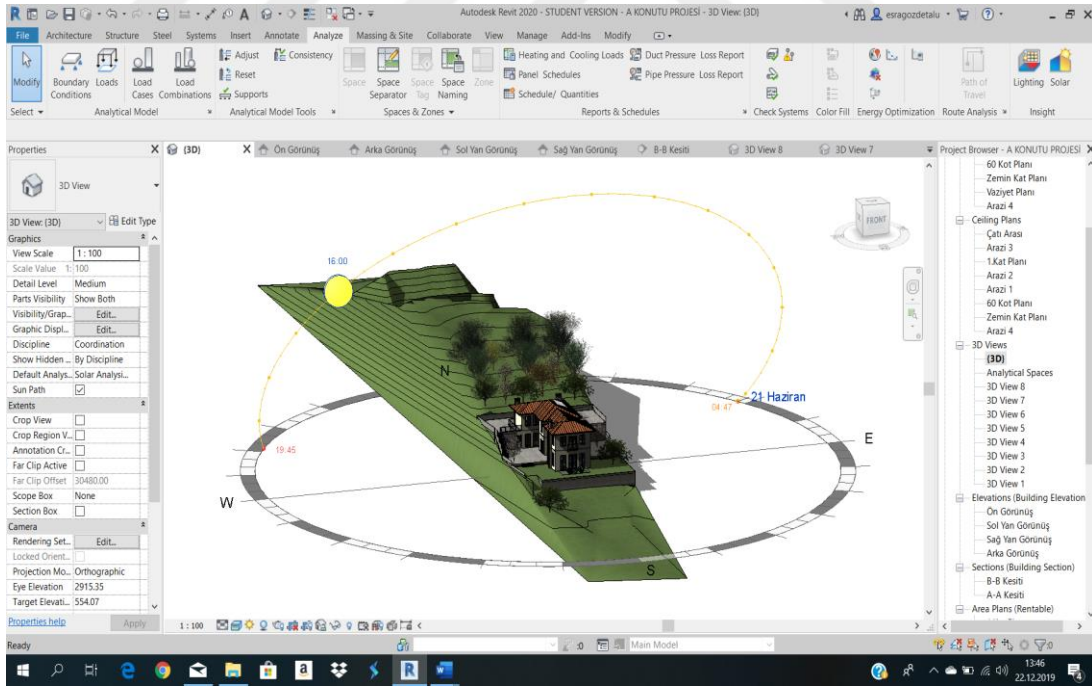
## Güneş Analizi Sonucu 3



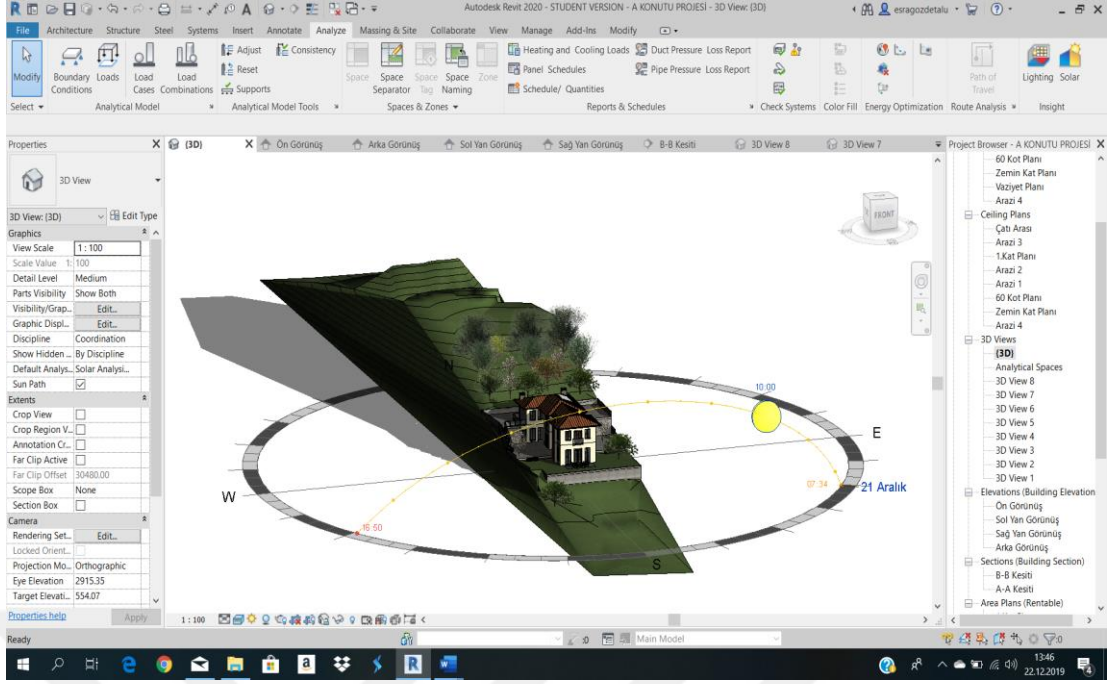
## 21 Haziran Saat 10:00' da Güneş ve Gölge Analizi



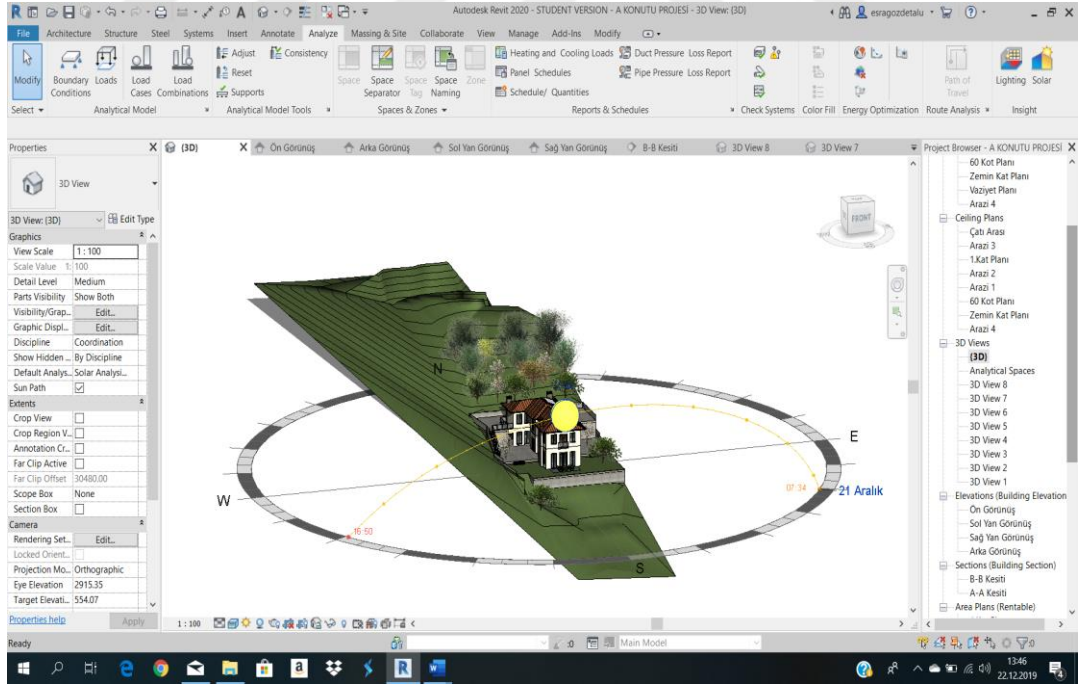
**21 Haziran Saat 13:00' de Güneş ve Gölge Analizi**



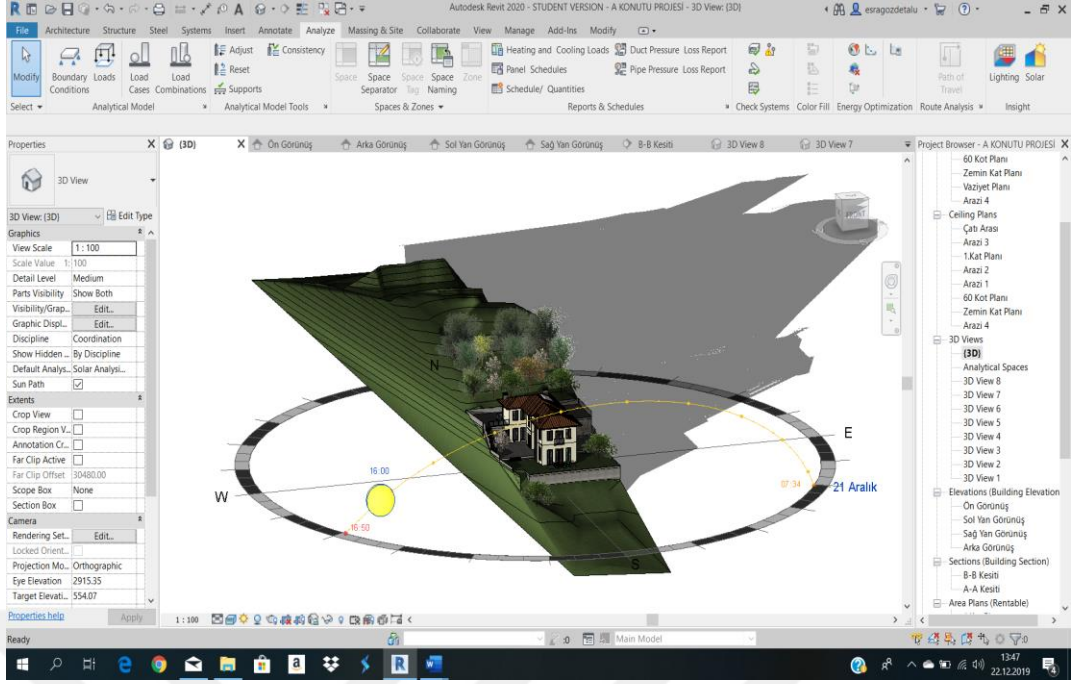
**21 Haziran Saat 16:00' da Güneş ve Gölge Analizi**



**21 Aralık Saat 10:00' da Güneş ve Gölge Analizi**

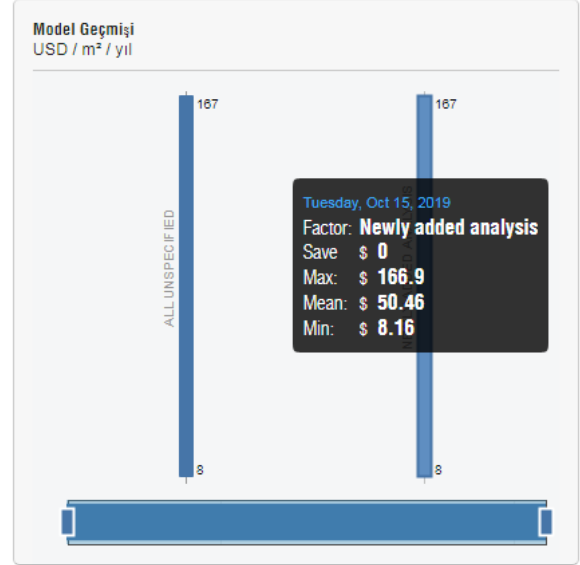
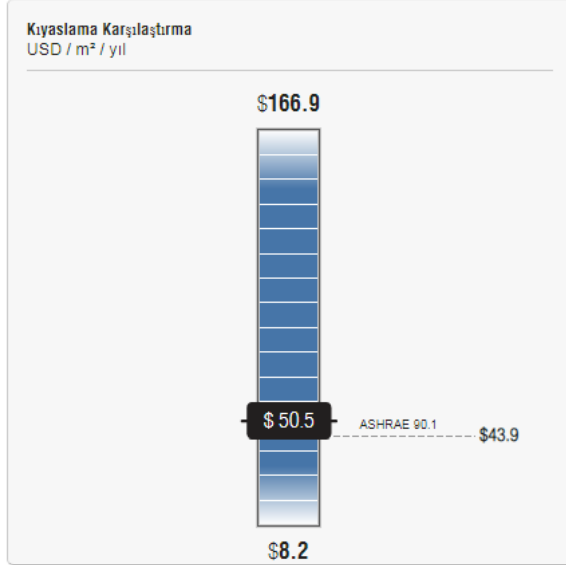


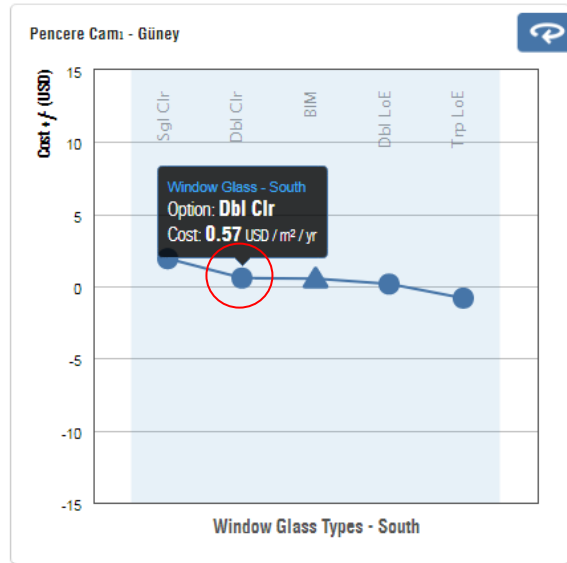
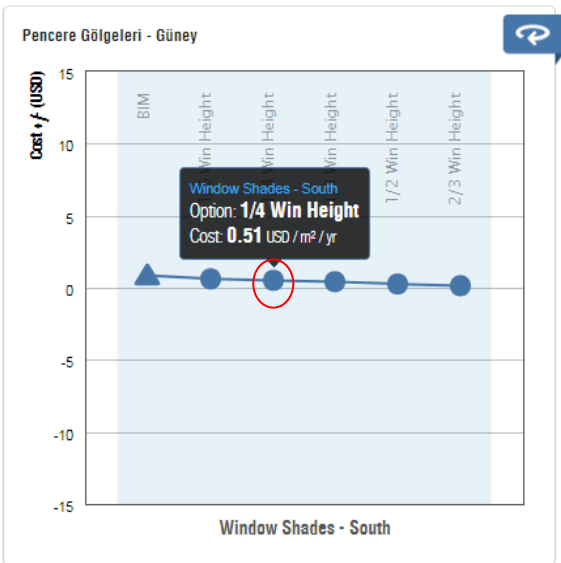
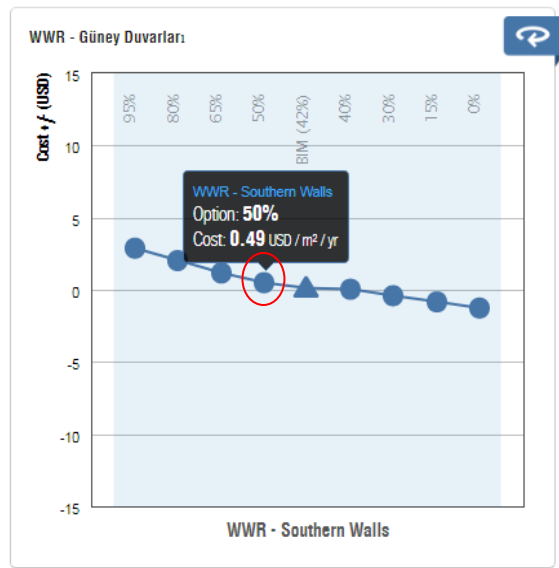
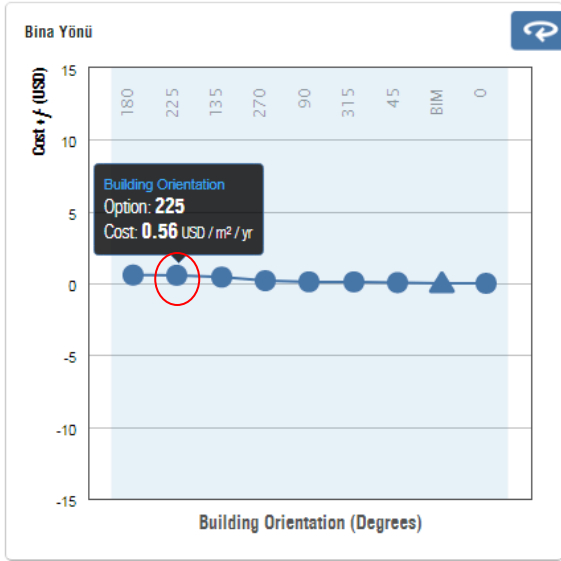
**21 Aralık Saat 13:00' de Güneş ve Gölge Analizi**

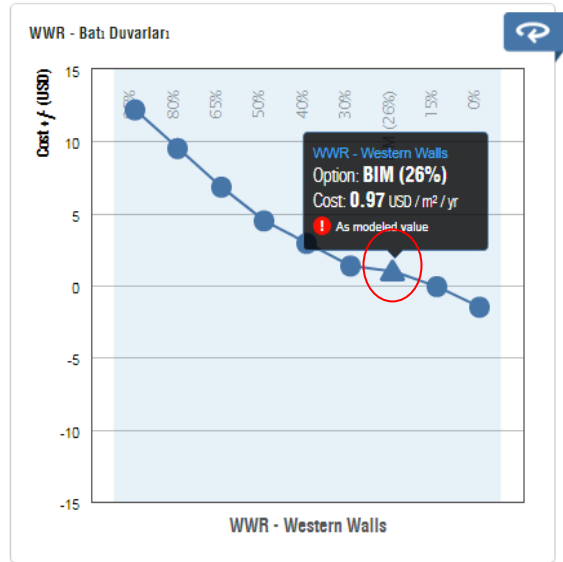
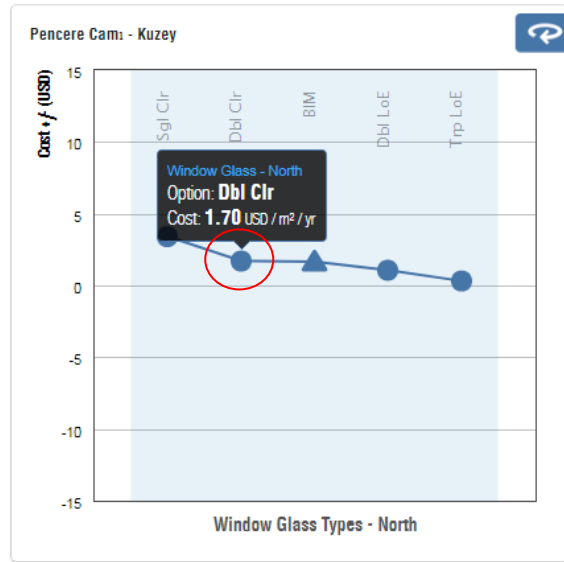
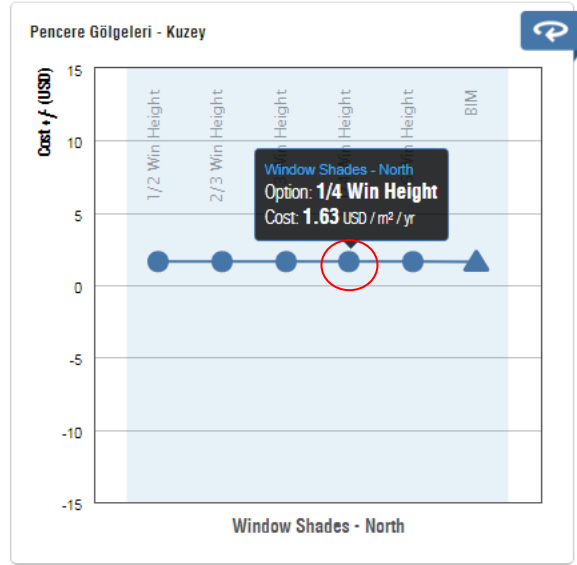
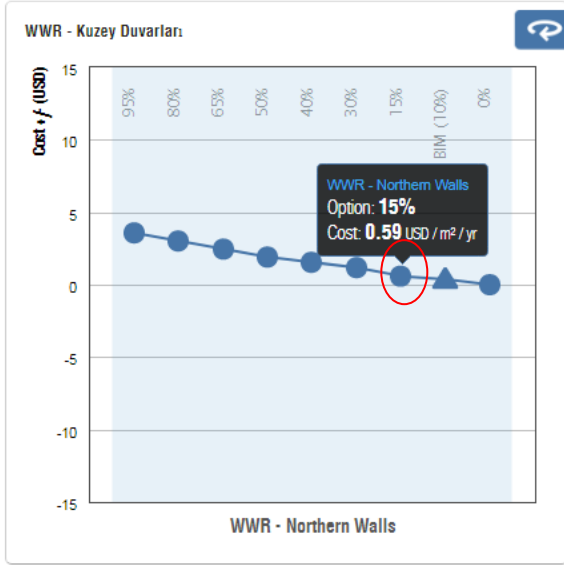


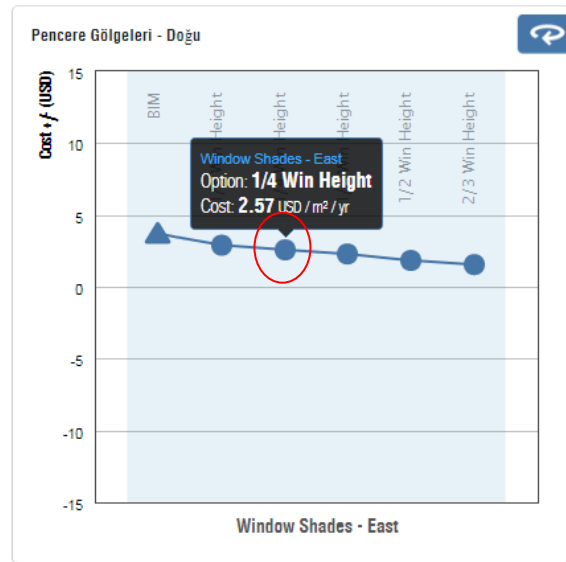
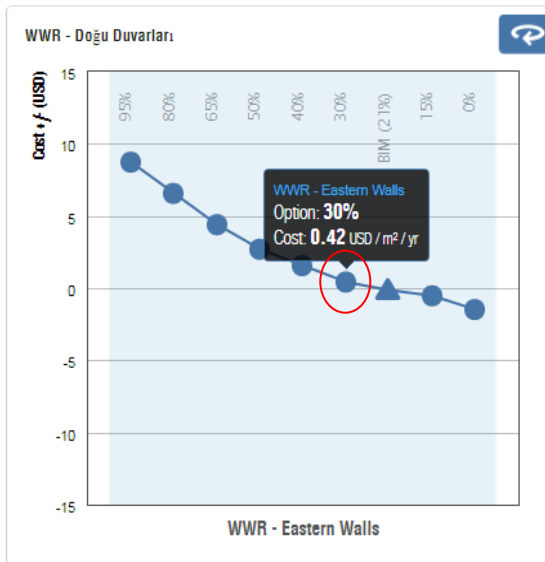
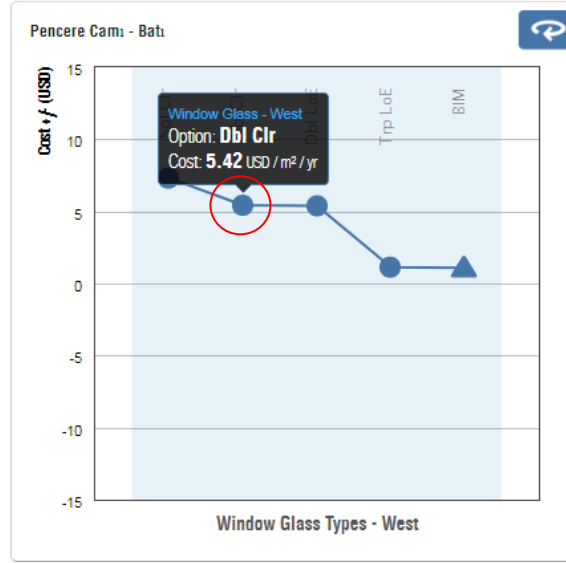
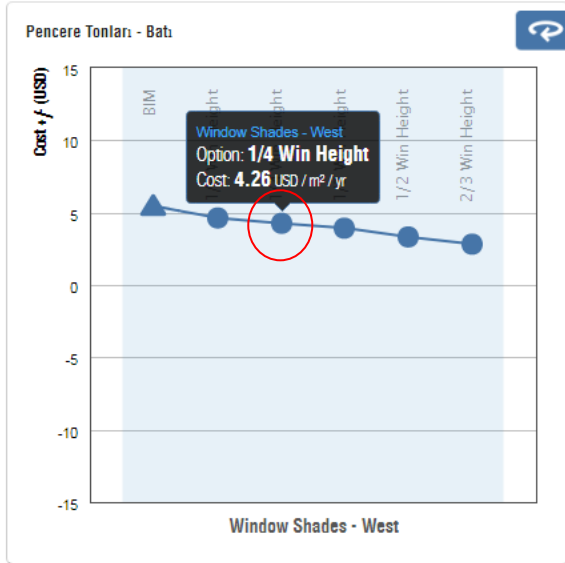
**21 Aralık Saat 16:00' da Güneş ve Gölge Analizi**

## Ek B. A Konutu Projesi Sürdürülebilirlik Analizleri Sonuç Grafikleri

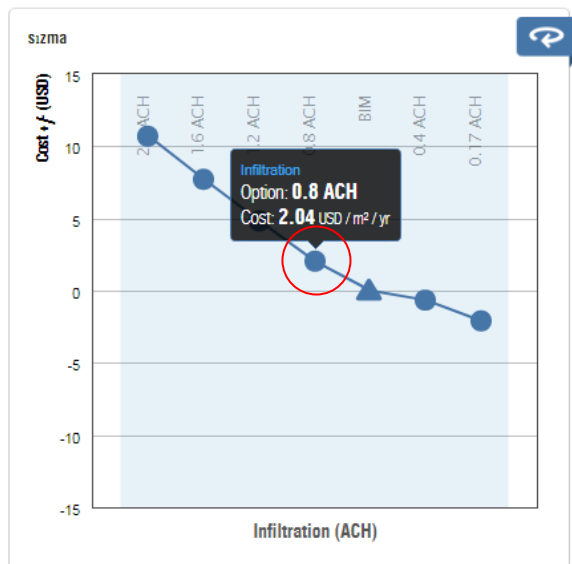
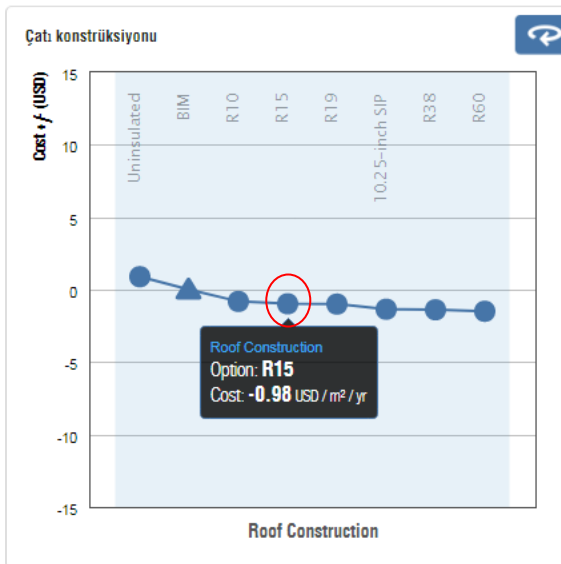
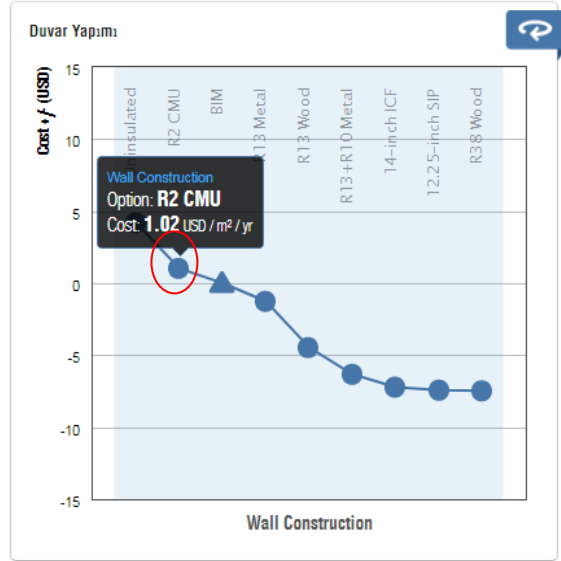
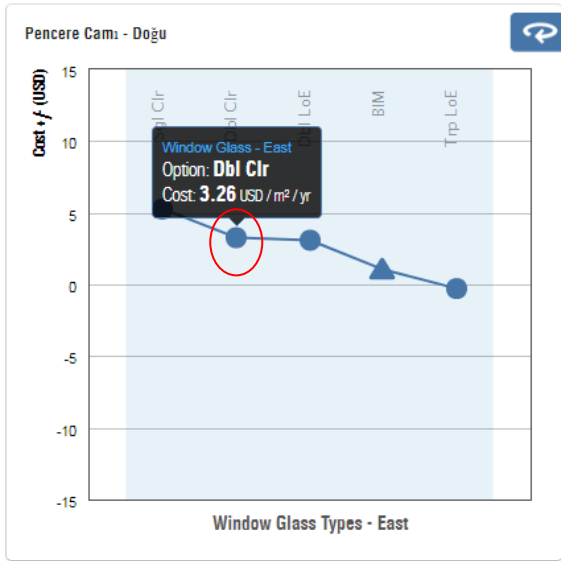


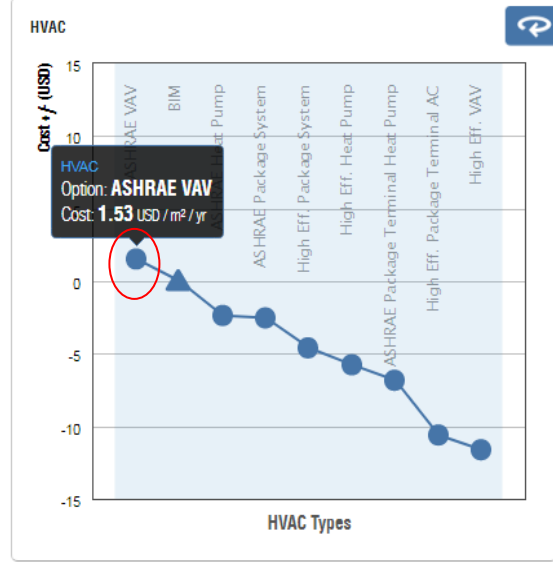
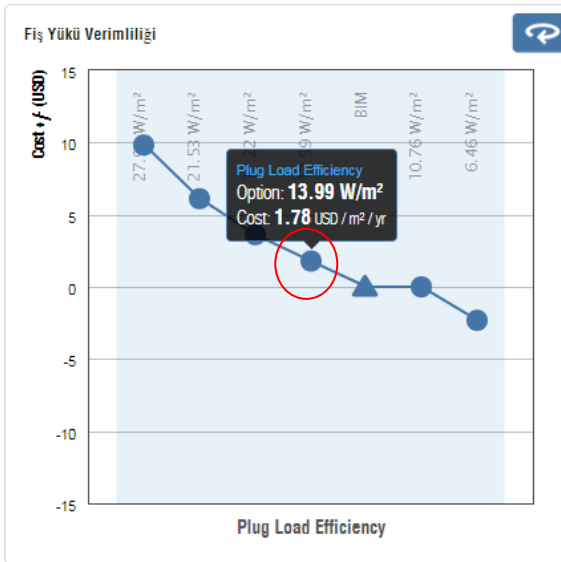
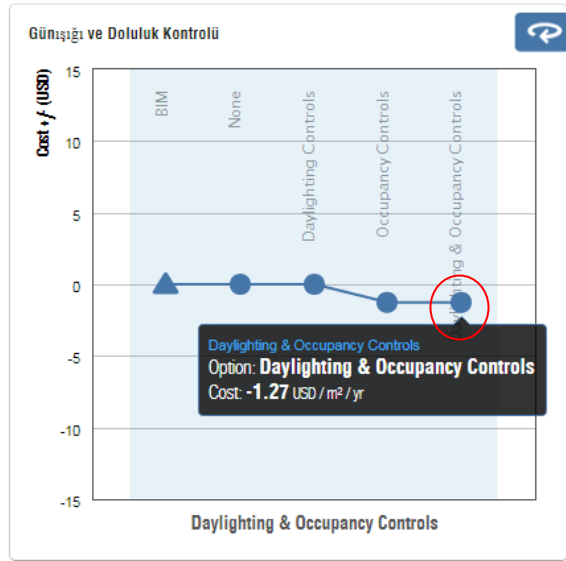
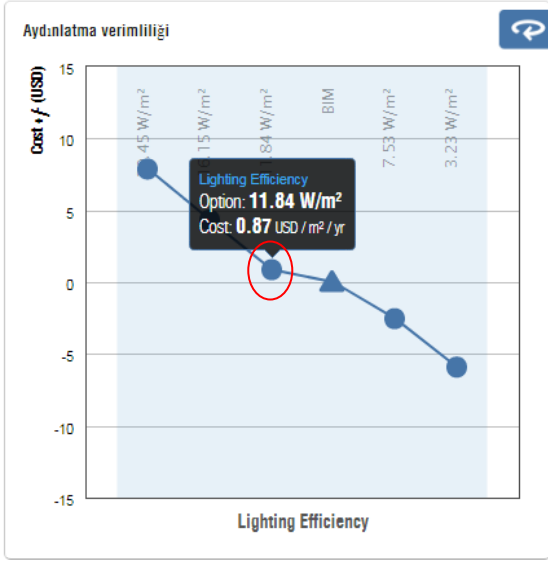


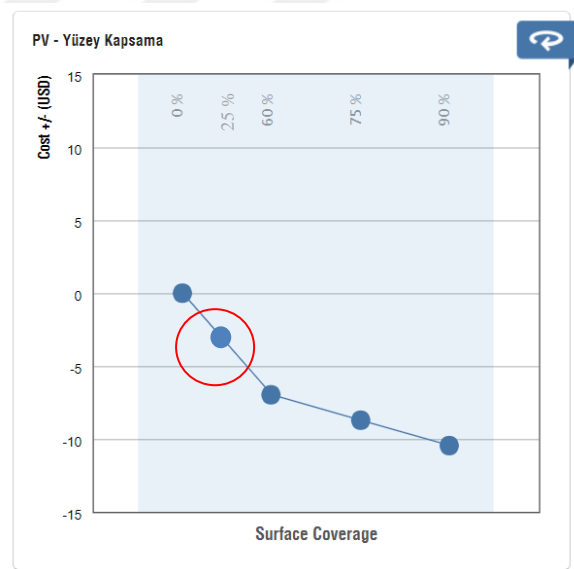
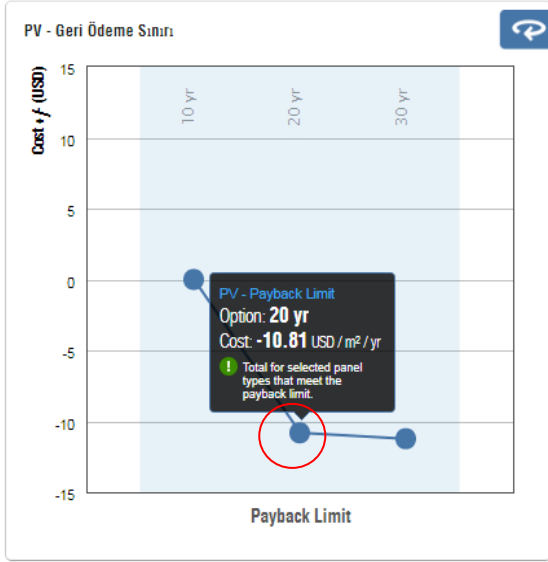
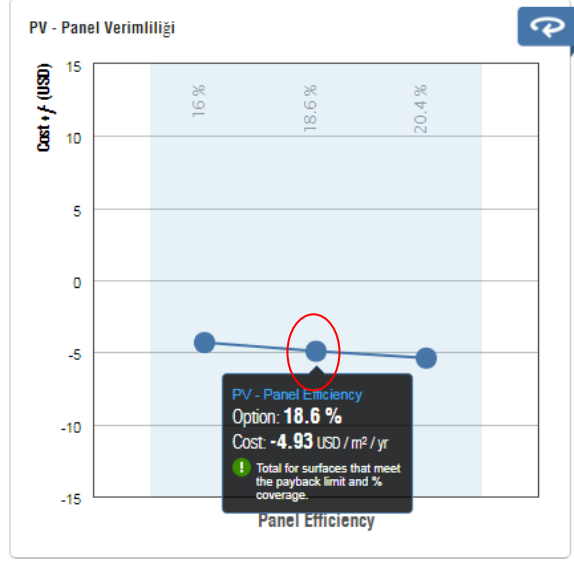
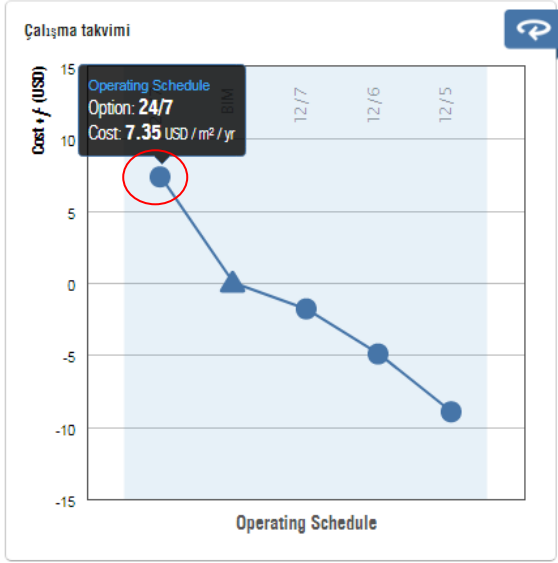












## Ek C. A Konutu Projesi 1. Kat Planı Isıtma ve Soğutma Yükleri Raporu

### Proje Özeti

Konum ve Hava Durumu	
Proje	Proje İsmi
Adres	
Hesaplama zamanı	14 Ekim 2019 Pazartesi 20:11
Rapor tipi	Detailed
Enlem	40.01°
Boylam	26.33°
Yaz Kuru Sıcaklık	34 °C
Yaz Islak Sıcaklık	23 °C
Kış Kuru Sıcaklık	-3 °C
Ortalama Günlük Değer	11 °C

### Bina Özeti

Girdiler	
Bina Tipi	Tek Aile
Alan (m <sup>2</sup> )	107
Hacim (m <sup>3</sup> )	259.94
Hesaplanan Sonuçlar	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>3,241</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 16:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	2,892
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	348
Maksimum Soğutma Kapasitesi (W)	3,241
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	168.5
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>5,529</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	461.4
Sağlamaları	
Soğutma Yüğü Yoğunluğu (W / m <sup>2</sup> )	30.40
Soğutma Akış Yoğunluğu (L / (s · m <sup>2</sup> ))	1.58
Soğutma Akışı / Yüğü (L / (s · kW))	52.01
Soğutma Alanı / Yüğü (m <sup>2</sup> / kW)	32.90
Isıtma Yüğü Yoğunluğu (W / m <sup>2</sup> )	51.86
Isıtma Akış Yoğunluğu (L / (s · m <sup>2</sup> ))	4.33

## Kat Özeti - 1.Kat Planı

<b>Girdiler</b>	
Alan (m <sup>2</sup> )	107
Hacim (m <sup>3</sup> )	259.94
<b>Hesaplanan Sonuçlar</b>	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>2,740</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 16:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	2,626
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	114
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	168.5
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>4,619</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	461.4
<b>Sağlamaları</b>	
Soğutma Yüğü Yoğunluğu (W / m <sup>2</sup> )	25.71
Soğutma Akış Yoğunluğu (L / (s · m <sup>2</sup> ))	1.58
Soğutma Akışı / Yüğü (L / (s · kW))	61.50
Soğutma Alanı / Yüğü (m <sup>2</sup> / kW)	38.90
Isıtma Yüğü Yoğunluğu (W / m <sup>2</sup> )	43.33
Isıtma Akış Yoğunluğu (L / (s · m <sup>2</sup> ))	4.33

## Bölge Özeti- Varsayılan

<b>Girdiler</b>	
Alan (m <sup>2</sup> )	107
Hacim (m <sup>3</sup> )	259.94
Soğutma ayar noktası	23 °C
Isıtma ayar noktası	21 °C
Hava Sıcaklığı Kaynağı	12 °C
İnsanların sayısı	1
Sızma (L / s)	25.0
Hava Hacmi Hesaplama Tipi	VAV –Tek Kanal
Bağıl nem	44.00% (Hesaplanmış)
<b>Psikrometri</b>	
Psikrometrik Mesaj	Yok
Kuru-Soğutucu Sıcaklığına Giren Soğutma Bobini	29 °C
Islak-Ampul Sıcaklığına Giren Soğutma Bobini	20 °C
Kuru-Soğutucu Sıcaklığı Bırakan Soğutma Bobini	12 °C
Islak-Soğutucu Sıcaklığını Bırakan Soğutma Bobini	13 °C
Karışık Hava Kuru Ampul Sıcaklığı	29 °C
<b>Hesaplanan Sonuçlar</b>	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>3,241</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 16:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	2,892
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	348
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	168.5
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>5,529</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	461.4
Tepe Havalandırma Hava Akışı (L / s)	34.9
<b>Sağlamaları</b>	
Soğutma Yüğü Yoğunluğu (W / m <sup>2</sup> )	30.40
Soğutma Akış Yoğunluğu (L / (s · m <sup>2</sup> ))	1.58
Soğutma Akışı / Yüğü (L / (s · kW))	52.01
Soğutma Alanı / Yüğü (m <sup>2</sup> / kW)	32.90
Isıtma Yüğü Yoğunluğu (W / m <sup>2</sup> )	51.86
Isıtma Akış Yoğunluğu (L / (s · m <sup>2</sup> ))	4.33
Havalandırma Yoğunluğu (L / (s · m <sup>2</sup> ))	0.33
Havalandırma / Kişi (L / s)	34.9

Soğutma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	521	16.08%	30	158	214	119	0	0	0	0
Pencere	1,110	34.25%	0	200	188	722	0	0	0	0
Kapı	85	2.62%	0	85	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	235	7.25%	-	-	-	-	-	-	-	-
Havalandırma	444	13.69%	-	-	-	-	-	-	-	-
Aydınlatma	362	11.16%	-	-	-	-	-	-	-	-
Güç	362	11.16%	-	-	-	-	-	-	-	-
İnsanlar	66	2.04%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Kurul	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Fan Isısı	57	1.75%	-	-	-	-	-	-	-	-
Yeniden Isıtmak	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Genel Toplam</b>	<b>3,241</b>	<b>100%</b>	<b>30</b>	<b>443</b>	<b>402</b>	<b>841</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Isıtma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	2,045	36.98%	435	556	530	523	0	0	0	0
Pencere	1,624	29.38%	0	479	547	598	0	0	0	0
Kapı	298	5.39%	0	298	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	652	11.79%	-	-	-	-	-	-	-	-
Havalandırma	910	16.45%	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Genel Toplam</b>	<b>5,529</b>	<b>100%</b>	<b>435</b>	<b>1,333</b>	<b>1,077</b>	<b>1,122</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## Mevcut Alanlar

Alan İsmi	Alan (m <sup>2</sup> )	Hacim (m <sup>3</sup> )	Tepe Soğutma Yüğü (W)	Soğutma Havaakımı (L/s)	Tepe Isıtma Yüğü (W)	Isıtma Havaakımı (L/s)
<a href="#">Z12 BANYO</a>	6	13.73	152	6.9	189	18.9
<a href="#">Z10 GENÇ YO</a>	9	22.77	356	13.2	403	40.3
<a href="#">Z15 TERAS 2</a>	8	19.80	133	6.8	155	15.5
<a href="#">Z16 TERAS 3</a>	12	29.14	152	7.2	97	9.7
<a href="#">Z13 ÇOCUK Y ODASI</a>	14	33.00	363	17.4	592	59.1
<a href="#">Z14 GENÇ Y ODASI</a>	13	32.23	180	8.7	220	21.9
<a href="#">Z09 EBEVEYN Y O</a>	16	39.20	659	40.6	1,125	112.4
<a href="#">Z11 HOL</a>	22	53.24	812	49.9	1,160	115.8

## Alan Özeti - Z12 BANYO

Giriş Verileri	
Alan (m <sup>2</sup> )	6
Hacim (m <sup>3</sup> )	13.73
Duvar alanı (m <sup>2</sup> )	6
Çatı Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Kapı Alanı (m <sup>2</sup> )	2
Bölme Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Pencere Alanı (m <sup>2</sup> )	1
Skylight Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Aydınlatma Yüğü (W)	61
Güç Yüğü (W)	61
İnsanların sayısı	1
Hissedilebilir Isı Kazancı / Kişi (K)	73
Gizli Isı Kazancı / Kişi (K)	59
Sızma Hava Akışı (L / s)	1.1
Alan Tipi	Tek Aile (bina tipinden devralınmıştır)
Hesaplanan Sonuçlar	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>152</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 08:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	147
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	5
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	6.9
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>189</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	18.9

Soğutma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	25	16.36%	0	0	25	0	0	0	0	0
Pencere	62	41.16%	0	0	62	0	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	10	6.74%	-	-	-	-	-	-	-	-
Aydınlatma	26	16.86%	-	-	-	-	-	-	-	-
Güç	26	16.86%	-	-	-	-	-	-	-	-
İnsanlar	3	2.02%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Kurul	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>152</b>	<b>100%</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>87</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Isıtma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	92	48.85%	0	0	92	0	0	0	0	0
Pencere	68	36.16%	0	0	68	0	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	28	14.99%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>189</b>	<b>100%</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>161</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## Alan Özeti - Z10 GENÇ YO

Giriş Verileri	
Alan (m <sup>2</sup> )	
Hacim (m <sup>3</sup> )	22.77
Duvar alanı (m <sup>2</sup> )	9
Çatı Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Kapı Alanı (m <sup>2</sup> )	2
Bölme Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Pencere Alanı (m <sup>2</sup> )	3
Skylight Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Aydınlatma Yüğü (W)	100
Güç Yüğü (W)	100
İnsanların sayısı	1
Hissedilebilir Isı Kazancı / Kişi (K)	73
Gizli Isı Kazancı / Kişi (K)	59
Sızma Hava Akışı (L / s)	1.8
Alan Tipi	Tek Aile (bina tipinden devralınmıştır)
Hesaplanan Sonuçlar	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>356</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 08:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	348
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	8
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	13.2
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>403</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	40.3

Soğutma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	31	8.83%	0	0	31	0	0	0	0	0
Pencere	218	61.25%	0	0	218	0	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	17	4.73%	-	-	-	-	-	-	-	-
Aydınlatma	42	11.89%	-	-	-	-	-	-	-	-
Güç	42	11.89%	-	-	-	-	-	-	-	-
İnsanlar	5	1.42%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Kurul	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Genel Toplam</b>	<b>356</b>	<b>100%</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>250</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Isıtma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	117	29.07%	0	0	117	0	0	0	0	0
Pencere	239	59.34%	0	0	239	0	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	47	11.60%	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Genel Toplam</b>	<b>403</b>	<b>100%</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>357</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



## Alan Özeti - Z15 TERAS 2

Giriş Verileri	
Alan (m <sup>2</sup> )	
Hacim (m <sup>3</sup> )	19.80
Duvar alanı (m <sup>2</sup> )	6
Çatı Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Kapı Alanı (m <sup>2</sup> )	3
Bölme Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Pencere Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Skylight Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Aydınlatma Yüğü (W)	87
Güç Yüğü (W)	87
İnsanların sayısı	1
Hissedilebilir Isı Kazancı / Kişi (K)	73
Gizli Isı Kazancı / Kişi (K)	59
Sızma Hava Akışı (L / s)	1.2
Alan Tipi	Tek Aile (bina tipinden devralınmıştır)
Hesaplanan Sonuçlar	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>133</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 06:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	126
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	7
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	6.8
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>155</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	15.5

Soğutma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	43	32.19%	0	32	11	0	0	0	0	0
Pencere	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	11	8.52%	-	-	-	-	-	-	-	-
Aydınlatma	36	26.98%	-	-	-	-	-	-	-	-
Güç	36	26.98%	-	-	-	-	-	-	-	-
İnsanlar	7	5.32%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Kurul	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>133</b>	<b>100%</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Isıtma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	123	79.70%	2	89	33	0	0	0	0	0
Pencere	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	31	20.30%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>155</b>	<b>100%</b>	<b>2</b>	<b>89</b>	<b>33</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## Alan Özeti - Z16 TERAS 3

Giriş Verileri	
Alan (m <sup>2</sup> )	
Hacim (m <sup>3</sup> )	29.14
Duvar alanı (m <sup>2</sup> )	4
Çatı Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Kapı Alanı (m <sup>2</sup> )	3
Bölme Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Pencere Alanı (m <sup>2</sup> )	3
Skylight Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Aydınlatma Yüğü (W)	129
Güç Yüğü (W)	129
İnsanların sayısı	1
Hissedilebilir Isı Kazancı / Kişi (K)	73
Gizli Isı Kazancı / Kişi (K)	59
Sızma Hava Akışı (L / s)	0.8
Alan Tipi	Tek Aile (bina tipinden devralınmıştır)
Hesaplanan Sonuçlar	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	152
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 06:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	145
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	7
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	7.2
Tepe Isıtma Yüğü (W)	97
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	9.7

Soğutma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	29	19.15%	0	16	1	12	0	0	0	0
Pencere	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	7	4.66%	-	-	-	-	-	-	-	-
Aydınlatma	53	34.68%	-	-	-	-	-	-	-	-
Güç	53	34.68%	-	-	-	-	-	-	-	-
İnsanlar	10	6.84%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Kurul	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	152	100%	0	16	1	12	0	0	0	0
Isıtma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	77	79.70%	2	45	2	28	0	0	0	0
Pencere	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	20	20.30%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	97	100%	2	45	2	28	0	0	0	0

## Alan Özeti - Z13 ÇOCUK Y ODASI

Giriş Verileri	
Alan (m <sup>2</sup> )	
Hacim (m <sup>3</sup> )	33.00
Duvar alanı (m <sup>2</sup> )	17
Çatı Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Kapı Alanı (m <sup>2</sup> )	6
Bölme Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Pencere Alanı (m <sup>2</sup> )	3
Skylight Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Aydınlatma Yüğü (W)	146
Güç Yüğü (W)	146
İnsanların sayısı	1
Hissedilebilir Isı Kazancı / Kişi (K)	73
Gizli Isı Kazancı / Kişi (K)	59
Sızma Hava Akışı (L / s)	3.3
Alan Tipi	Tek Aile (bina tipinden devralınmıştır)
Hesaplanan Sonuçlar	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>363</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 13:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	351
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	13
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	17.4
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>592</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	59.1

Soğutma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	43	11.73%	6	22	6	9	0	0	0	0
Pencere	192	52.95%	0	192	0	0	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	31	8.44%	-	-	-	-	-	-	-	-
Aydınlatma	47	12.87%	-	-	-	-	-	-	-	-
Güç	47	12.87%	-	-	-	-	-	-	-	-
İnsanlar	4	1.14%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Kurul	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Genel Toplam</b>	<b>363</b>	<b>100%</b>	<b>6</b>	<b>214</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Isıtma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	268	45.21%	107	101	20	39	0	0	0	0
Pencere	239	40.43%	0	239	0	0	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	85	14.37%	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Genel Toplam</b>	<b>592</b>	<b>100%</b>	<b>107</b>	<b>341</b>	<b>20</b>	<b>39</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## Alan Özeti - Z14 GENÇ Y ODASI

Giriş Verileri	
Alan (m <sup>2</sup> )	
Hacim (m <sup>3</sup> )	32.23
Duvar alanı (m <sup>2</sup> )	9
Çatı Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Kapı Alanı (m <sup>2</sup> )	5
Bölme Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Pencere Alanı (m <sup>2</sup> )	3
Skylight Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Aydınlatma Yüğü (W)	142
Güç Yüğü (W)	142
İnsanların sayısı	1
Hissedilebilir Isı Kazancı / Kişi (K)	73
Gizli Isı Kazancı / Kişi (K)	59
Sızma Hava Akışı (L / s)	1.7
Alan Tipi	Tek Aile (bina tipinden devralınmıştır)
Hesaplanan Sonuçlar	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>180</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 06:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	169
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	11
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	8.7
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>220</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	21.9

Soğutma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	36	19.94%	15	14	6	0	0	0	0	0
Pencere	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	16	8.92%	-	-	-	-	-	-	-	-
Aydınlatma	58	32.38%	-	-	-	-	-	-	-	-
Güç	58	32.38%	-	-	-	-	-	-	-	-
İnsanlar	11	6.38%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Kurul	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Genel Toplam</b>	<b>180</b>	<b>100%</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Isıtma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	175	79.70%	116	40	19	0	0	0	0	0
Pencere	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	45	20.30%	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Genel Toplam</b>	<b>220</b>	<b>100%</b>	<b>116</b>	<b>40</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## Alan Özeti - Z09 EBEVEYN Y O

Giriş Verileri	
Alan (m <sup>2</sup> )	
Hacim (m <sup>3</sup> )	39.20
Duvar alanı (m <sup>2</sup> )	26
Çatı Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Kapı Alanı (m <sup>2</sup> )	9
Bölme Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Pencere Alanı (m <sup>2</sup> )	5
Skylight Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Aydınlatma Yüğü (W)	173
Güç Yüğü (W)	173
İnsanların sayısı	1
Hissedilebilir Isı Kazancı / Kişi (K)	73
Gizli Isı Kazancı / Kişi (K)	59
Sızma Hava Akışı (L / s)	4.9
Alan Tipi	Tek Aile (bina tipinden devralınmıştır)
Hesaplanan Sonuçlar	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>659</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 16:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	638
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	21
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	40.6
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>1,125</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	112.4

Soğutma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	71	10.80%	6	36	0	30	0	0	0	0
Pencere	339	51.38%	0	50	0	289	0	0	0	0
Kapı	85	12.85%	0	85	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	46	7.02%	-	-	-	-	-	-	-	-
Aydınlatma	54	8.22%	-	-	-	-	-	-	-	-
Güç	54	8.22%	-	-	-	-	-	-	-	-
İnsanlar	10	1.51%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Kurul	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>659</b>	<b>100%</b>	<b>6</b>	<b>171</b>	<b>0</b>	<b>319</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Isıtma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	339	30.17%	82	126	0	132	0	0	0	0
Pencere	359	31.92%	0	120	0	239	0	0	0	0
Kapı	298	26.49%	0	298	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	128	11.42%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>1,125</b>	<b>100%</b>	<b>82</b>	<b>543</b>	<b>0</b>	<b>371</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## Alan Özeti - Z11 HOL

Giriş Verileri	
Alan (m <sup>2</sup> )	
Hacim (m <sup>3</sup> )	53.24
Duvar alanı (m <sup>2</sup> )	36
Çatı Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Kapı Alanı (m <sup>2</sup> )	10
Bölme Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Pencere Alanı (m <sup>2</sup> )	5
Skylight Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Aydınlatma Yüğü (W)	235
Güç Yüğü (W)	235
İnsanların sayısı	1
Hissedilebilir Isı Kazancı / Kişi (K)	73
Gizli Isı Kazancı / Kişi (K)	59
Sızma Hava Akışı (L / s)	7.0
Alan Tipi	Tek Aile (bina tipinden devralınmıştır)
Hesaplanan Sonuçlar	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>812</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 16:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	782
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	30
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	49.9
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>1,160</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	115.8

Soğutma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	152	18.73%	6	26	46	73	0	0	0	0
Pencere	433	53.36%	0	0	0	433	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	66	8.11%	-	-	-	-	-	-	-	-
Aydınlatma	74	9.07%	-	-	-	-	-	-	-	-
Güç	74	9.07%	-	-	-	-	-	-	-	-
İnsanlar	14	1.66%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Kurul	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>812</b>	<b>100%</b>	<b>6</b>	<b>26</b>	<b>46</b>	<b>507</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Isıtma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	618	53.28%	86	93	115	324	0	0	0	0
Pencere	359	30.97%	0	0	0	359	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	183	15.76%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>1,160</b>	<b>100%</b>	<b>86</b>	<b>93</b>	<b>115</b>	<b>683</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## Ek C. (Devamı). A Konutu Projesi Zemin Kat Planı Isıtma ve Soğutma Yükleri Raporu

### Proje Özeti

Konum ve Hava	
Proje	Proje İsmi
Adres	
Hesaplama Zamanı	14 Ekim 2019 Pazartesi 20:17
Rapor Tipi	Detaylı
Enlem	40.01°
Boylam	26.33°
Yaz Kuru Sıcaklık	34 °C
Yaz Islak Sıcaklık	23 °C
Kış Kuru Sıcaklık	-3 °C
Ortalama Günlük Değer	11 °C

### Bina Özeti

Girdiler	
Bina Tipi	Tek Aile
Alan (m <sup>2</sup> )	113
Hacim (m <sup>3</sup> )	325.11
Hesaplanan Sonuçlar	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>4,982</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 15:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	4,293
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	689
Maksimum Soğutma Kapasitesi (W)	4,982
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	416.0
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>7,484</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	37.0
Sağlamaları	
Soğutma Yüğü Yoğunluğu (W / m <sup>2</sup> )	44.09
Soğutma Akış Yoğunluğu (L / (s · m <sup>2</sup> ))	3.68
Soğutma Akışı / Yüğü (L / (s · kW))	83.48
Soğutma Alanı / Yüğü (m <sup>2</sup> / kW)	22.68
Isıtma Yüğü Yoğunluğu (W / m <sup>2</sup> )	66.22
Isıtma Akış Yoğunluğu (L / (s · m <sup>2</sup> ))	0.33

### Kat Özeti - Zemin Kat Planı

Girdiler	
Alan (m <sup>2</sup> )	38
Hacim (m <sup>3</sup> )	122.00
Hesaplanan Sonuçlar	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>1,583</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 15:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	1,513
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	70
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	150.7
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>1,872</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	12.3
Sağlamaları	
Soğutma Yüğü Yoğunluğu (W / m <sup>2</sup> )	42.17
Soğutma Akış Yoğunluğu (L / (s · m <sup>2</sup> ))	4.01
Soğutma Akışı / Yüğü (L / (s · kW))	95.17
Soğutma Alanı / Yüğü (m <sup>2</sup> / kW)	23.71
Isıtma Yüğü Yoğunluğu (W / m <sup>2</sup> )	49.86
Isıtma Akış Yoğunluğu (L / (s · m <sup>2</sup> ))	0.33

## Bölge Özeti – Varsayılan

<b>Girdiler</b>	
Alan (m <sup>2</sup> )	113
Hacim (m <sup>3</sup> )	325.11
Soğutma ayar noktası	23 °C
Isıtma ayar noktası	21 °C
Hava Sıcaklığı Kaynağı	12 °C
İnsanların sayısı	2
Sızma (L / s)	38.1
Hava Hacmi Hesaplama Tipi	VAV – Tek Kanal
Bağıl nem	44.00% (Hesaplanmış)
<b>Psikrometri</b>	
Psikrometrik Mesaj	Yok
Kuru-Soğutucu Sıcaklığına Giren Soğutma Bobini	28 °C
Islak-Ampul Sıcaklığına Giren Soğutma Bobini	18 °C
Kuru-Soğutucu Sıcaklığı Bırakan Soğutma Bobini	12 °C
Islak-Soğutucu Sıcaklığını Bırakan Soğutma Bobini	14 °C
Karışık Hava Kuru Ampul Sıcaklığı	28 °C
<b>Hesaplanan Sonuçlar</b>	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>4,982</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 15:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	4,293
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	689
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	416.0
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>7,484</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	37.0
Tepe Havalandırma Hava Akışı (L / s)	37.0
<b>Sağlamaları</b>	
Soğutma Yüğü Yoğunluğu (W / m <sup>2</sup> )	44.09
Soğutma Akış Yoğunluğu (L / (s · m <sup>2</sup> ))	3.68
Soğutma Akışı / Yüğü (L / (s · kW))	83.48
Soğutma Alanı / Yüğü (m <sup>2</sup> / kW)	22.68
Isıtma Yüğü Yoğunluğu (W / m <sup>2</sup> )	66.22
Isıtma Akış Yoğunluğu (L / (s · m <sup>2</sup> ))	0.33
Havalandırma Yoğunluğu (L / (s · m <sup>2</sup> ))	0.33
Havalandırma / Kişi (L / s)	18.5



Soğutma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	753	15.12%	59	120	375	200	0	0	0	0
Pencere	1,027	20.62%	0	180	141	707	0	0	0	0
Kapı	190	3.82%	0	123	0	68	0	0	0	0
Çatı	1,150	23.09%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	430	8.62%	-	-	-	-	-	-	-	-
Havalandırma	524	10.52%	-	-	-	-	-	-	-	-
Aydınlatma	387	7.76%	-	-	-	-	-	-	-	-
Güç	387	7.76%	-	-	-	-	-	-	-	-
İnsanlar	46	0.92%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Kurul	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Fan Isısı	88	1.76%	-	-	-	-	-	-	-	-
Yeniden Isıtmak	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>4,982</b>	<b>100%</b>	<b>59</b>	<b>422</b>	<b>515</b>	<b>975</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Isıtma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	3,367	44.98%	994	473	1,013	887	0	0	0	0
Pencere	1,329	17.76%	0	314	383	633	0	0	0	0
Kapı	783	10.46%	0	485	0	298	0	0	0	0
Çatı	776	10.37%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	624	8.34%	-	-	-	-	-	-	-	-
Havalandırma	605	8.08%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>7,484</b>	<b>100%</b>	<b>994</b>	<b>1,272</b>	<b>1,395</b>	<b>1,818</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## Mevcut Alanlar

Alan İsmi	Alan (m <sup>2</sup> )	Hacim (m <sup>3</sup> )	Tepe Soğutma Yüğü (W)	Soğutma Havaakımı (L/s)	Tepe Isıtma Yüğü (W)	Isıtma Havaakımı (L/s)
<a href="#">Z08 TERAS 1</a>	12	43.00	715	64.9	417	4.2
<a href="#">Z01-1 SALON-1</a>	25	79.00	937	85.8	1,455	8.1
<a href="#">Z04 BANYO</a>	5	11.62	423	39.9	469	1.8
<a href="#">Z06 KILER</a>	5	12.82	369	34.2	363	1.8
<a href="#">Z07 ISITMA MERKEZİ</a>	9	25.87	419	32.6	941	3.1
<a href="#">Z02 YEMEK BÖLÜMÜ</a>	15	40.61	645	57.9	709	4.8
<a href="#">Z03 GİRİŞ HOLÜ</a>	21	58.45	618	43.0	1,082	6.8
<a href="#">Z05 MUTFAK</a>	20	53.74	661	57.8	1,443	6.4

## Alan Özeti - Z08 TERAS 1

Giriş Verileri	
Alan (m <sup>2</sup> )	
Hacim (m <sup>3</sup> )	43.00
Duvar alanı (m <sup>2</sup> )	1
Çatı Alanı (m <sup>2</sup> )	13
Kapı Alanı (m <sup>2</sup> )	4
Bölme Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Pencere Alanı (m <sup>2</sup> )	5
Skylight Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Aydınlatma Yüğü (W)	137
Güç Yüğü (W)	137
İnsanların sayısı	1
Hissedilebilir Isı Kazancı / Kişi (K)	73
Gizli Isı Kazancı / Kişi (K)	59
Sızma Hava Akışı (L / s)	0.1
Alan Tipi	Tek Aile (bina tipinden devralınmıştır)
Hesaplanan Sonuçlar	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>715</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	June 14:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	712
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	2
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	64.9
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>417</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	4.2

Soğutma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	0	0.03%	0	0	0	0	0	0	0	0
Pencere	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	625	87.45%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	1	0.14%	-	-	-	-	-	-	-	-
Aydınlatma	42	5.95%	-	-	-	-	-	-	-	-
Güç	42	5.95%	-	-	-	-	-	-	-	-
İnsanlar	3	0.49%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Kurul	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>715</b>	<b>100%</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Isıtma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	15	3.68%	15	0	0	0	0	0	0	0
Pencere	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	399	95.74%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	2	0.59%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>417</b>	<b>100%</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## Alan Özeti - Z01-1 SALON-1

Giriş Verileri	
Alan (m <sup>2</sup> )	
Hacim (m <sup>3</sup> )	79.00
Duvar alanı (m <sup>2</sup> )	44
Çatı Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Kapı Alanı (m <sup>2</sup> )	4
Bölme Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Pencere Alanı (m <sup>2</sup> )	14
Skylight Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Aydınlatma Yüğü (W)	267
Güç Yüğü (W)	267
İnsanların sayısı	1
Hissedilebilir Isı Kazancı / Kişi (K)	73
Gizli Isı Kazancı / Kişi (K)	59
Sızma Hava Akışı (L / s)	8.4
Alan Tipi	Tek Aile (bina tipinden dev alınmıştır)
Hesaplanan Sonuçlar	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>937</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 16:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	867
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	70
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	85.8
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>1,455</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	8.1

Soğutma bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	173	18.47%	12	27	88	46	0	0	0	0
Pencere	487	51.94%	0	0	108	379	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	95	10.12%	-	-	-	-	-	-	-	-
Aydınlatma	84	8.91%	-	-	-	-	-	-	-	-
Güç	84	8.91%	-	-	-	-	-	-	-	-
İnsanlar	15	1.63%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Kurul	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>937</b>	<b>100%</b>	<b>12</b>	<b>27</b>	<b>196</b>	<b>425</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Isıtma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	688	47.33%	171	96	218	204	0	0	0	0
Pencere	628	43.20%	0	0	314	314	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	138	9.48%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>1,455</b>	<b>100%</b>	<b>171</b>	<b>96</b>	<b>532</b>	<b>518</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## Alan Özeti - Z04 BANYO

Giriş Verileri	
Alan (m <sup>2</sup> )	
Hacim (m <sup>3</sup> )	11.62
Duvar alanı (m <sup>2</sup> )	10
Çatı Alanı (m <sup>2</sup> )	6
Kapı Alanı (m <sup>2</sup> )	2
Bölme Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Pencere Alanı (m <sup>2</sup> )	1
Skylight Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Aydınlatma Yüğü (W)	58
Güç Yüğü (W)	58
İnsanların sayısı	1
Hissedilebilir Isı Kazancı / Kişi (K)	73
Gizli Isı Kazancı / Kişi (K)	59
Sızma Hava Akışı (L / s)	2.0
Alan Tipi	Tek Aile (bina tipinden dev alınmıştır)
Hesaplanan Sonuçlar	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>423</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 14:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	407
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	15
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	39.9
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>469</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	1.8

Soğutma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	53	12.65%	0	10	36	7	0	0	0	0
Pencere	29	6.77%	0	0	25	4	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	279	66.08%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	22	5.29%	-	-	-	-	-	-	-	-
Aydınlatma	19	4.41%	-	-	-	-	-	-	-	-
Güç	19	4.41%	-	-	-	-	-	-	-	-
İnsanlar	2	0.39%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Kurul	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>423</b>	<b>100%</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>61</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Isıtma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	183	39.09%	0	44	109	30	0	0	0	0
Pencere	73	15.49%	0	0	68	4	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	180	38.49%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	32	6.93%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>469</b>	<b>100%</b>	<b>0</b>	<b>44</b>	<b>177</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## Alan Özeti - Z06 KİLER

Giriş Verileri	
Alan (m <sup>2</sup> )	
Hacim (m <sup>3</sup> )	12.82
Duvar alanı (m <sup>2</sup> )	7
Çatı Alanı (m <sup>2</sup> )	6
Kapı Alanı (m <sup>2</sup> )	2
Bölme Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Pencere Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Skylight Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Aydınlatma Yüğü (W)	58
Güç Yüğü (W)	58
İnsanların sayısı	1
Hissedilebilir Isı Kazancı / Kişi (K)	73
Gizli Isı Kazancı / Kişi (K)	59
Sızma Hava Akışı (L / s)	1.4
Alan Tipi	Tek Aile (bina tipinden dev alınmıştır)
Hesaplanan Sonuçlar	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>369</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 14:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	358
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	11
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	34.2
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>363</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	1.8

Soğutma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	13	3.56%	7	0	6	0	0	0	0	0
Pencere	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	301	81.58%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	16	4.32%	-	-	-	-	-	-	-	-
Aydınlatma	19	5.04%	-	-	-	-	-	-	-	-
Güç	19	5.04%	-	-	-	-	-	-	-	-
İnsanlar	2	0.45%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Kurul	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>369</b>	<b>100%</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Isıtma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	145	39.83%	126	0	19	0	0	0	0	0
Pencere	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	196	53.80%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	23	6.36%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>363</b>	<b>100%</b>	<b>126</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## Alan Özeti - Z07 ISITMA MERKEZİ

Giriş Verileri	
Alan (m <sup>2</sup> )	
Hacim (m <sup>3</sup> )	25.87
Duvar alanı (m <sup>2</sup> )	30
Çatı Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Kapı Alanı (m <sup>2</sup> )	6
Bölme Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Pencere Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Skylight Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Aydınlatma Yüğü (W)	102
Güç Yüğü (W)	102
İnsanların sayısı	1
Hissedilebilir Isı Kazancı / Kişi (K)	73
Gizli Isı Kazancı / Kişi (K)	59
Sızma Hava Akışı (L / s)	5.8
Alan Tipi	Tek Aile (bina tipinden dev alınmıştır)
Hesaplanan Sonuçlar	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>419</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 05:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	371
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	48
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	32.6
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>941</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	3.1

Soğutma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	156	37.30%	24	34	79	19	0	0	0	0
Pencere	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Kapı	125	29.76%	0	125	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	-0.02%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	65	15.59%	-	-	-	-	-	-	-	-
Aydınlatma	31	7.47%	-	-	-	-	-	-	-	-
Güç	31	7.47%	-	-	-	-	-	-	-	-
İnsanlar	10	2.43%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel kurul	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>419</b>	<b>100%</b>	<b>24</b>	<b>159</b>	<b>79</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Isıtma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	524	55.68%	167	89	226	42	0	0	0	0
Pencere	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Kapı	322	34.19%	0	322	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.03%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	95	10.09%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>941</b>	<b>100%</b>	<b>167</b>	<b>411</b>	<b>226</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## Alan Özeti - Z02 YEMEK BÖLÜMÜ

Giriş Verileri	
Alan (m <sup>2</sup> )	
Hacim (m <sup>3</sup> )	40.61
Duvar alanı (m <sup>2</sup> )	21
Çatı Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Kapı Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Bölme Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Pencere Alanı (m <sup>2</sup> )	4
Skylight Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Aydınlatma Yüğü (W)	160
Güç Yüğü (W)	160
İnsanların sayısı	1
Hissedilebilir Isı Kazancı / Kişi (K)	73
Gizli Isı Kazancı / Kişi (K)	59
Sızma Hava Akışı (L / s)	4.1
Alan Tipi	Tek Aile (bina tipinden dev alınmıştır)
Hesaplanan Sonuçlar	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>645</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 16:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	611
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	35
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	57.9
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>709</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	4.8

Soğutma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	111	17.26%	0	0	84	27	0	0	0	0
Pencere	379	58.74%	0	0	0	379	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	46	7.09%	-	-	-	-	-	-	-	-
Aydınlatma	50	7.75%	-	-	-	-	-	-	-	-
Güç	50	7.75%	-	-	-	-	-	-	-	-
İnsanlar	9	1.42%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Kurul	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>645</b>	<b>100%</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>84</b>	<b>406</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Isıtma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	329	46.33%	0	0	208	121	0	0	0	0
Pencere	314	44.31%	0	0	0	314	0	0	0	0
Kapı	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	66	9.37%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>709</b>	<b>100%</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>208</b>	<b>435</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## Alan Özeti - Z03 GİRİŞ HOLÜ

Giriş Verileri	
Alan (m <sup>2</sup> )	
Hacim (m <sup>3</sup> )	58.45
Duvar alanı (m <sup>2</sup> )	37
Çatı Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Kapı Alanı (m <sup>2</sup> )	9
Bölme Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Pencere Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Skylight Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Aydınlatma Yüğü (W)	224
Güç Yüğü (W)	224
İnsanların sayısı	1
Hissedilebilir Isı Kazancı / Kişi (K)	73
Gizli Isı Kazancı / Kişi (K)	59
Sızma Hava Akışı (L / s)	7.1
Alan Tipi	Tek Aile (bina tipinden dev alınmıştır)
Hesaplanan Sonuçlar	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>618</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 06:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	556
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	62
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	43.0
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>1,082</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	6.8

Soğutma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	209	33.83%	23	38	56	92	0	0	0	0
Pencere	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Kapı	127	20.49%	0	0	0	127	0	0	0	0
Çatı	0	-0.01%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	80	13.03%	-	-	-	-	-	-	-	-
Aydınlatma	92	14.87%	-	-	-	-	-	-	-	-
Güç	92	14.87%	-	-	-	-	-	-	-	-
İnsanlar	18	2.93%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Kurul	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>618</b>	<b>100%</b>	<b>23</b>	<b>38</b>	<b>56</b>	<b>219</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Isıtma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	667	61.61%	169	104	175	218	0	0	0	0
Pencere	0	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0
Kapı	298	27.54%	0	0	0	298	0	0	0	0
Çatı	0	0.03%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	117	10.81%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>1,082</b>	<b>100%</b>	<b>169</b>	<b>104</b>	<b>175</b>	<b>516</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



## Alan Özeti - Z05 MUTFAK

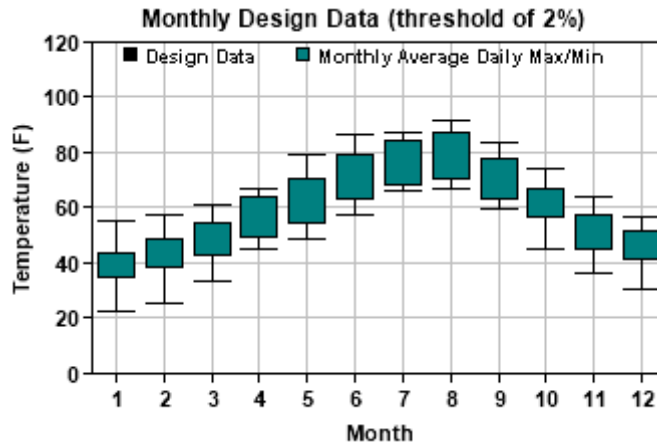
Giriş Verileri	
Alan (m <sup>2</sup> )	
Hacim (m <sup>3</sup> )	53.74
Duvar alanı (m <sup>2</sup> )	47
Çatı Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Kapı Alanı (m <sup>2</sup> )	2
Bölme Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Pencere Alanı (m <sup>2</sup> )	4
Skylight Alanı (m <sup>2</sup> )	0
Aydınlatma Yüğü (W)	211
Güç Yüğü (W)	211
İnsanların sayısı	1
Hissedilebilir Isı Kazancı / Kişi (K)	73
Gizli Isı Kazancı / Kişi (K)	59
Sızma Hava Akışı (L / s)	9.2
Alan Tipi	Tek Aile (bina tipinden dev alınmıştır)
Hesaplanan Sonuçlar	
Tepe Soğutma Toplam Yüğü (W)	<b>661</b>
Tepe Soğutma Ayı ve Saati	August 12:00
Tepe Soğutma Hassas Yüğü (W)	590
Tepe Soğutma Gizli Yüğü (W)	71
Tepe Soğutma Hava Akımı (L / s)	57.8
Tepe Isıtma Yüğü (W)	<b>1,443</b>
Tepe Isıtma Hava Akışı (L / s)	6.4

Soğutma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	136	20.64%	20	31	15	70	0	0	0	0
Pencere	243	36.81%	0	243	0	0	0	0	0	0
Kapı	36	5.46%	0	36	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.07%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	103	15.62%	-	-	-	-	-	-	-	-
Aydınlatma	68	10.23%	-	-	-	-	-	-	-	-
Güç	68	10.23%	-	-	-	-	-	-	-	-
İnsanlar	6	0.93%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Kurul	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>661</b>	<b>100%</b>	<b>20</b>	<b>310</b>	<b>15</b>	<b>70</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Isıtma Bileşenleri	Toplam (W)	Yüzde	Kuzey (W)	Güney (W)	Doğu (W)	Batı (W)	Kuzeydoğu (W)	Güneydoğu (W)	Kuzeybatı (W)	Güneybatı (W)
Duvar	816	56.53%	345	140	58	273	0	0	0	0
Pencere	314	21.77%	0	314	0	0	0	0	0	0
Kapı	163	11.29%	0	163	0	0	0	0	0	0
Çatı	0	0.02%	-	-	-	-	-	-	-	-
Bölme	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavan Penceresi	0	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sızma	150	10.39%	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	<b>1,443</b>	<b>100%</b>	<b>345</b>	<b>617</b>	<b>58</b>	<b>273</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

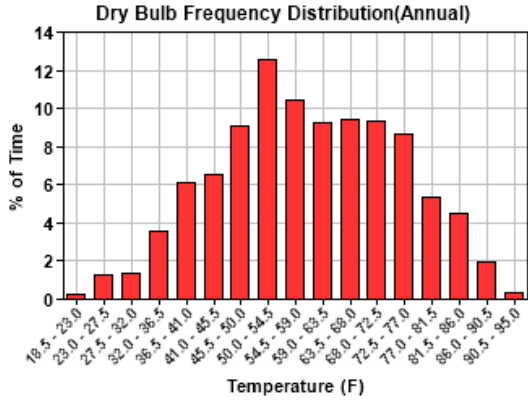
## Ek D. A Konutu Projesi Meteoroloji İstasyonu Verileri

Soğutma Derecesi Günü		Isıtma Derecesi Günü	
Eşik	Değer, kıymet	Eşik	Değer, kıymet
18.3 ° C	1202	18.3 ° C	3378
21.1 ° C	610	15.5 ° C	2321
23.8 ° C	207	12.7 ° C	1429
26.6 ° C	26	10 ° C	795

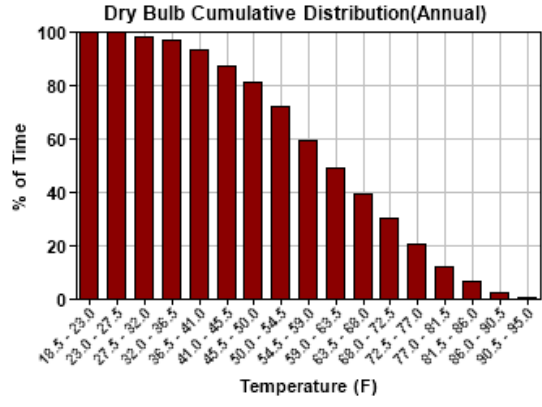
Yıllık Tasarım Koşulları				
Eşik	Soğutma		Isıtma	
	Kuru Sıcaklık (° C)	MCWB (° C)	Kuru Sıcaklık (° C)	MCWB (° C)
% 0.1	33.7	22.3	-5.5	-5.8
% 0.2	33.1	22.3	-5.2	-5.5
% 0.4	32	21.1	-4.7	-4.8
% 0.5	31.7	21	-4.3	-4.7
% 1	31	20.7	-3.2	-3.7
% 2	30.1	21.1	-1.6	-2.8
% 2.5	29.7	20.8	-0.6	-1.8
% 5	28.2	20.2	1.7	0.7



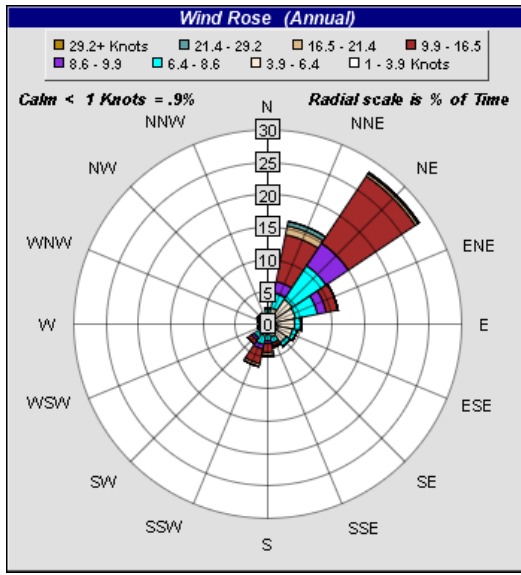
Aylık Tasarım Verileri (%2 Eşiği)



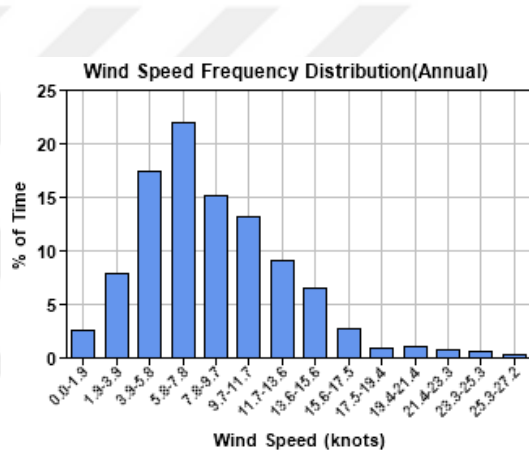
Kuru Sıcaklık Frekans Dağılımı (Yıllık)



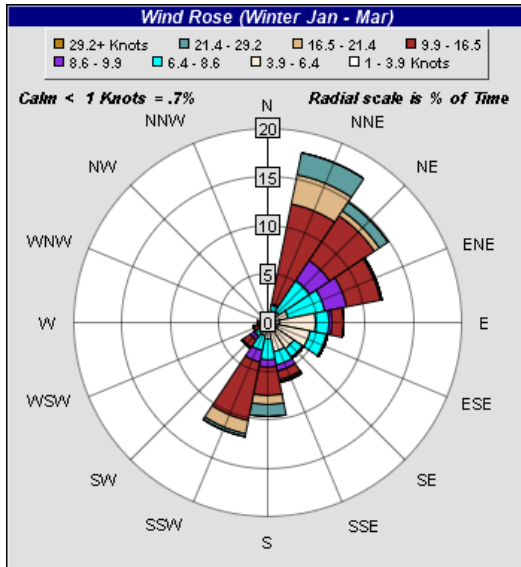
Kuru Sıcaklık Kümülatif Dağılımı (Yıllık)



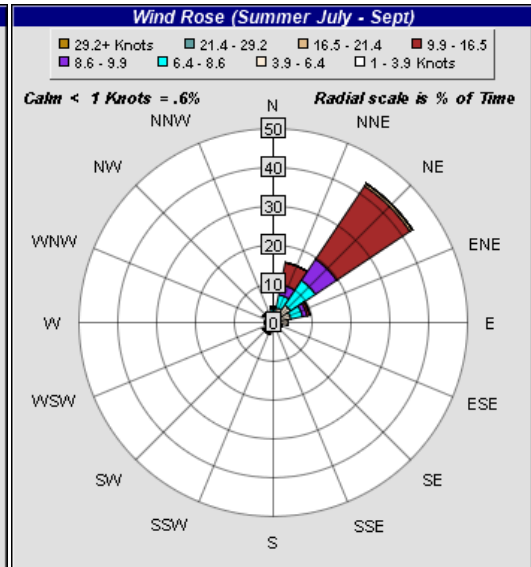
Rüzgâr Gülü (Yıllık)



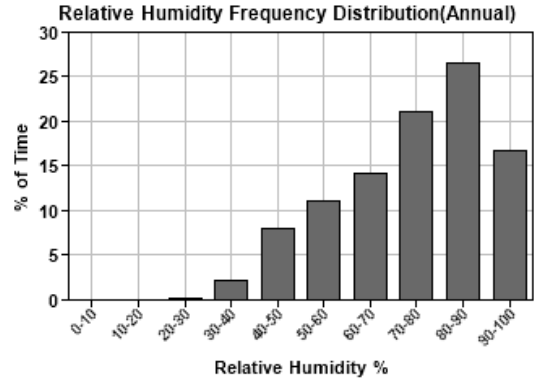
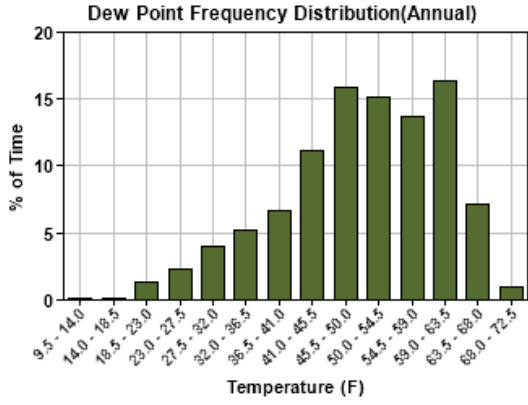
Rüzgâr Hızı Frekans Dağılımı (Yıllık)



Rüzgâr Gülü (Kış Ocak-Mart)

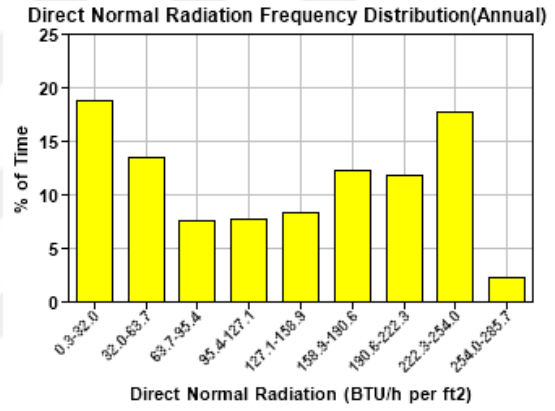
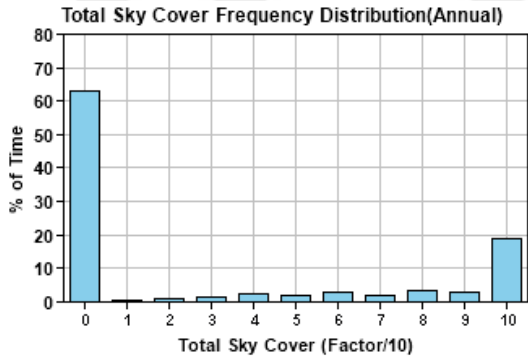


Rüzgâr Gülü (Yaz Temmuz-Eylül)



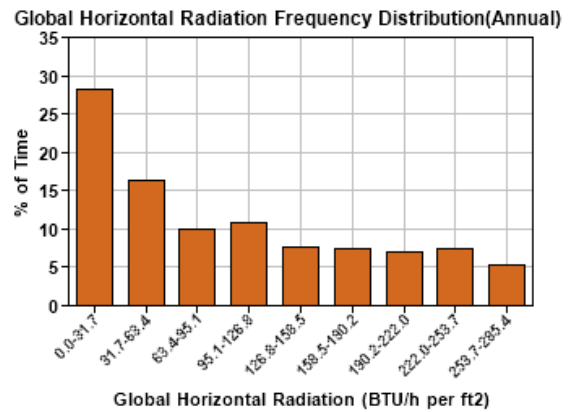
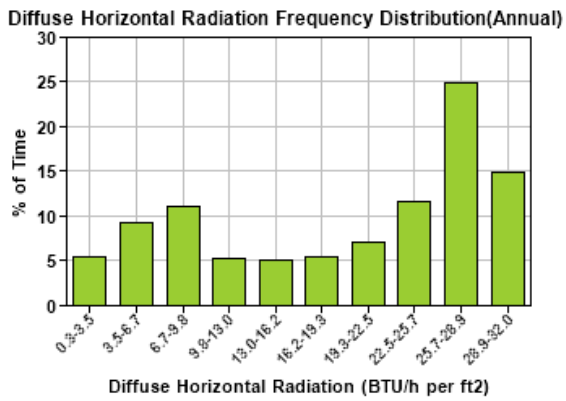
Çiğlenme Noktası Frekans Aralığı (Yıllık)

Bağıl Nem Frekans Aralığı (Yıllık)



Toplam Gökyüzü Örtüsü Frekans Aralığı (Yıllık)

Doğrudan Normal Radyasyon Frekans Aralığı ( Yıllık)



Dağılık Yatay Radyasyon Frekans Aralığı (Yıllık)

Küresel Yatay Radyasyon Frekans Aralığı (Yıllık)

## Ek E. A Konutu Projesi Enerji Analizi Sonuçları

İsim	A KONUTU PROJESİ
Bina Tipi	Single Family
Program	7/24 Facility
Proje Türü	Gerçek Proje: Mevcut Bir Bina Projesi
Adres	Deniz Caddesi No:35
Şehir /Semt	Çanakkale / Erenköy
Ülke	Türkiye
Saat Dilimi	Ulusal Saat Dilimi
Para Birimi	ABD Doları (USD)
<b>Enerji, Karbon ve Maliyet Özeti</b>	
Yıllık Enerji Maliyeti \$ 3837	
Yaşam Döngüsü Maliyeti \$ 52.265	
<b>Yıllık CO<sub>2</sub> Emisyonları</b>	
Elektrik 0.0 Mg	
Yerinde Yakıt 9.2 Mg	
Büyük SUV Eşdeğeri 0.9 SUV / Yıl	
<b>Yıllık enerji</b>	
Enerji Kullanım Yoğunluğu (EUI) 2,193 MJ / m <sup>2</sup> / yıl	
Elektrik 21.963 kWh	
Yakıt 183,691 MJ	
Yıllık Tepe Talebi 6.1 kW	
<b>Yaşam Döngüsü Enerjisi</b>	
Elektrik 658,891 kW	
Yakıt 5,510,727 MJ	

### Rüzgar Enerjisi Potansiyeli

Yıllık Elektrik Üretimi: 3,057 kWh

### Baz Koşusu Karbon Nötr Potansiyel

#### Yıllık CO<sub>2</sub> Emisyonları

Baz Koşusu N / A

Yerinde Yenilenebilir Potansiyel N / A

Doğal Havalandırma Potansiyeli N / A

Yerinde Biyoyakıt Kullanımı N / A

**Net CO<sub>2</sub> Emisyonları N / A**

Net Büyük SUV Eşdeğeri: Yok

### Bölgenizdeki Elektrik Santrali Kaynakları

Fosil	N / A
Nükleer	N / A
Hidroelektrik	N / A
Yenilenebilir	N / A
Diğer	N / A

### LEED Güneşiği

Cam faktörü% 2'nin üzerinde bina alanı yüzdesi: **% 0,0 – LEED Kredisi yok**

### LEED Su Verimliliği

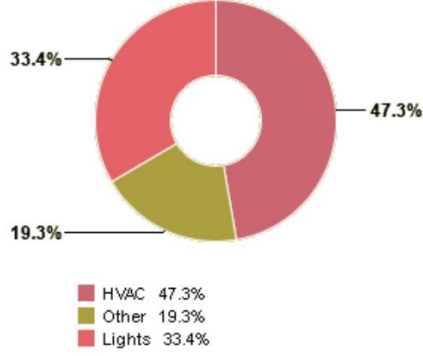
	L / yıl	\$ / yıl
Kapalı:	964446	\$ 1528
Dış mekan:	444056	\$ 306
<b>Toplam</b>	<b>1408502</b>	<b>\$ 1.834</b>

### Fotovoltaik Potansiyel

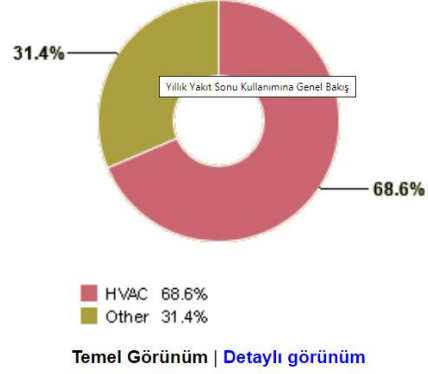
Yıllık Enerji Tasarrufu:	14,634 kWh
Toplam Kurulu Panel Maliyeti:	\$ 92.015
Nominal Nominal Güç:	12 kW
Toplam Panel Alanı:	83 m <sup>2</sup>
Maksimum Geri Ödeme Süresi:	24 yıl @ 0.21 \$ / kWh

## Enerji Sonu Kullanım Tabloları

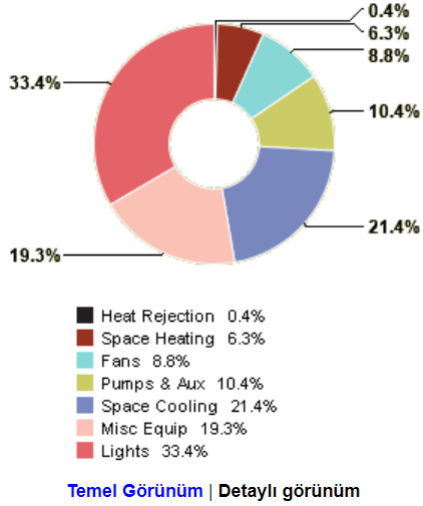
Yıllık Elektrik Kullanımı



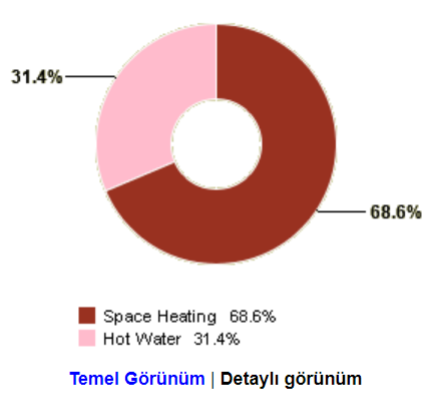
Yıllık Yakıt Sonu Kullanımı



Yıllık Elektrik Kullanımı



Yıllık Yakıt Sonu Kullanımı

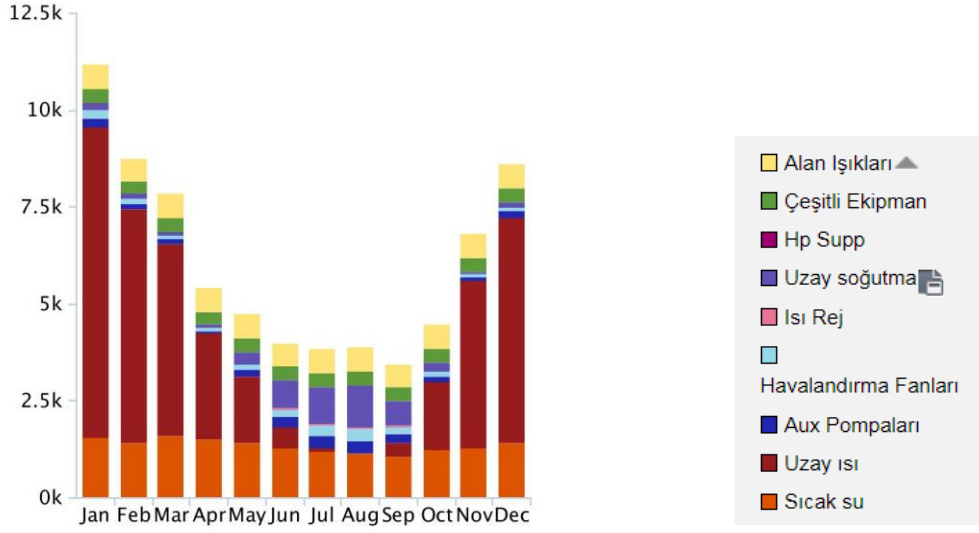


## Doğal Havalandırma Potansiyeli

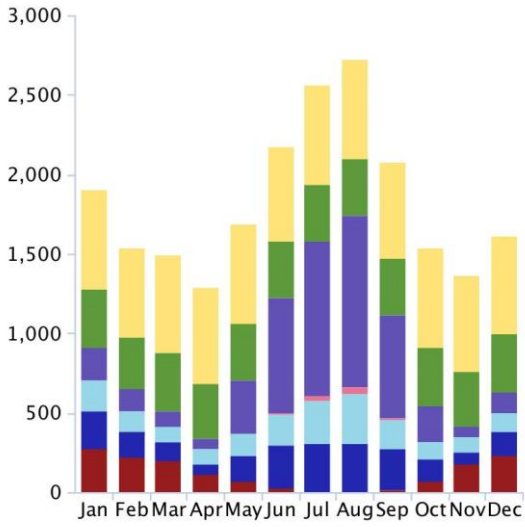
Toplam Saat Mekanik Soğutma Gerekli:	5.381 Saat
Muhtemel Doğal Havalandırma Saatleri:	1.677 Saat
Muhtemel Yıllık Elektrik Enerjisi Tasarrufu:	3,555 kWh
Muhtemel Yıllık Elektrik Maliyet Tasarrufu:	\$ 733
Net Saat Mekanik Soğutma Gerekli:	3,704 Saat

## Aylık Veri

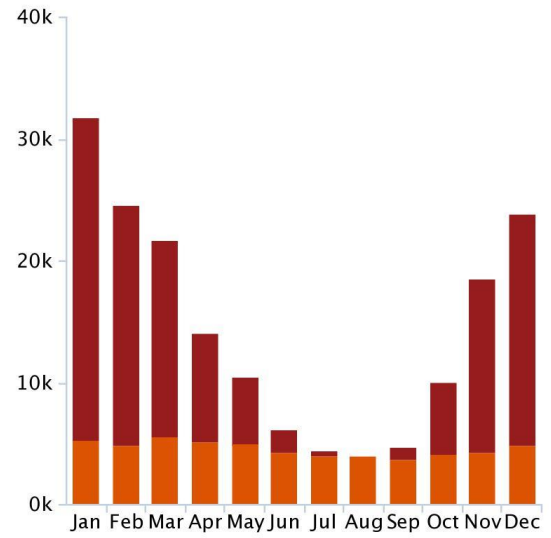
### Enerji ( Birim: kWh )



### Toplam enerji



### Elektrik



### Yakıt (Doğalgaz )(Birim:



## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı ve Soyadı: Esra Gözde TALU

Uyruğu: T.C

Doğum yeri ve Tarihi: TOKAT / Merkez

Evlilik Durumu: Bekâr

Telefon: 0553 695 96 76

Email: esragozdetalu@hotmail.com

### EĞİTİM BİLGİLERİ

	Mezun olduğu okul	Mezuniyet yılı
Yüksek Lisans	Hasan Kalyoncu Üniversitesi	2020
Lisans	Bozok Üniversitesi	2013
Lise	Tokat Gazi Osman Paşa Lisesi	2007

### İŞ TECRÜBESİ

#### Görevi

2019-Halen	İç İşleri Bakanlığı / Memur / Büro Personeli
2016-2019 Elemanı	Tokat Hayat Yapı Denetim Ltd. Şti. / Mimar/ Kontrol
2013-2014 Elemanı	Tokat Simay Yapı Denetim Ltd. Şti./ Mimar/ Kontrol

### YAYINLAR

İstanbul Gedik Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Mimarlık Fakültesi Dergisi / Tokat'ta Geleneksel Konut Mimarisine Üç Örnek: Mustafa Vasfi Süsoy Konağı, Gazi Osman Paşa Konağı, Cevdet Erek Konağı

### YABANCI DİL BİLGİSİ

**YDS:** 60,00 / D Düzeyi, **YÖKDİL:** 73,75 / C Düzeyi