

T.C.  
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MİMARLIK ANABİLİM DALI  
MİMARLIK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ  
VE  
SERTİFİKALI YEŞİL BİNALAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan  
Deniz OSMANÇELEBİOĞLU

Danışmanı  
Yrd. Doç. Dr. Jülide EDİRNE ERDİNÇ

İstanbul – 2015

T.C.

HALIÇ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

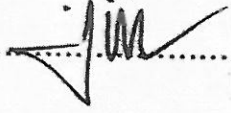
~~MİMARLIK~~ Anabilim/Anasanat Dalı ~~MİMARLIK~~ Programı Tezli Yüksek Lisans  
öğrencisi ..DENİZ..OSMANÇELEBİOĞLU..... tarafından hazırlanan  
“...SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ VE SERTİFİKALI.....  
.....YEŞİL BİNALAR.....”

adlı bu çalışma jürimizce Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Tarihi :08/02/2016

( Jüri Üyesinin Ünvanı, Adı, Soyadı ve Kurumu ) :

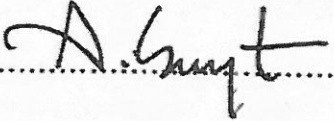
İmzası :

Jüri Üyesi: Yrd.Doç.Dr. ÜMİDE EDİRNE ERDİNG.....

Danışman:..HALIÇ.....Üniv. MİMASB/ABD Öğr.Üyesi

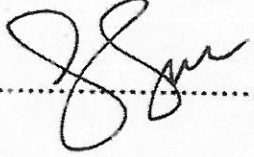
Jüri Üyesi: Yrd.Doç.Dr. ATILLA SÄĞÜT

MİSGSÜ.....Üniv. İÇM ASD/ ABD Öğr. Üyesi



Jüri Üyesi: Doç.Dr. FUSUN SEĞED KARIPTAŞ

..HALIÇ.....Üniv. İÇM ASD/ ABD Öğr. Üyesi



Jüri Üyesi: .....

.....Üniv. .... ASD/ ABD Öğr. Üyesi (Yedek)

Jüri Üyesi: .....

.....Üniv. .... ASD/ ABD Öğr. Üyesi (Yedek)

---

Tez çalışmamda “Mimaride Sürdürülebilirlik ve Yeşil Bina” olgusu irdelenmiş olup, “Türkiye’deki yeşil bina uygulama örnekleri” hakkında incelemeler yapılmıştır.

Aralık, 2015

Deniz OSMANÇELEBİOĞLU

ÖNSÖZ .....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
KISALTMA LİSTESİ .....	vi
ŞEKİL LİSTESİ .....	vii
ÖZET .....	ix
ANAHTAR KELİMELER.....	ix
ABSTRACT .....	x
<b>BÖLÜM 1</b> .....	<b>1</b>
1. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK .....	1
1.1 Ortaya Çıkma Sebebi .....	1
1.2 Tarihsel Gelişim Süreci .....	1
1.3 Sürdürülebilir Mimarlık .....	6
1.4 Sürdürülebilir Yapı Kavramı.....	6
1.4.1 Sürdürülebilir Yapı Amaçları.....	7
1.4.2 Sürdürülebilir Yapı Prensipleri.....	8
1.5 Yeşil Bina Kavramı .....	8
1.5.1 Yeşil Bina Tasarım Kriterleri .....	9
1.6 Enerji Verimliliği .....	11
1.6.1 Enerji Etkin Yapı.....	12
<b>BÖLÜM 2</b> .....	<b>15</b>
2. SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK .....	15
2.1 Kaynak Yönetimi.....	15
2.1.1 Suyun Etkin Kullanımı.....	15
2.1.2 Malzemenin Etkin Kullanımı.....	19
2.1.3 Enerjinin Etkin Kullanımı .....	20
2.2 Enerjinin Verimli Kullanımında Aktif ve Pasif Yöntemler .....	21
2.2.1 Aktif Sistemler .....	21
2.2.1.1 Isıl Güneş Teknolojileri .....	22
2.2.1.2 Fotovoltaik Piller ( Güneş pilleri).....	23
2.2.2 Pasif Sistemler .....	24
2.2.2.1 Direkt Kazanım Sistemleri .....	24
2.2.2.2 Dolaylı Kazanım Sistemleri .....	25
2.2.2.3 İzole Edilmiş Kazanç Sistemleri .....	27
2.3 Yapılarda Yaşam Döngüsü .....	30
2.3.1 Yapım Öncesi Aşama .....	31
2.3.1.1 Arazi Seçimi .....	32
2.3.1.2 Yapı Formu Tasarımı .....	33
2.3.1.3 Yapı Kabuğu Tasarımı .....	33
2.3.1.4 Malzeme Korunumu .....	34
2.3.1.5 Su Korunumu .....	35
2.3.1.6 Peyzaj Tasarımı.....	35
2.3.1.7 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı .....	35
2.3.2 Yapım Aşaması .....	36



2.3.3	Yapım Sonrası Aşama .....	37
2.3.3.1	Yeniden Kullanım .....	38
2.3.3.2	Geri Dönüştürme .....	38
2.3.3.3	Yapısal Atıkların Bertaraf Edilmesi .....	39
<b>BÖLÜM 3</b>	.....	<b>40</b>
<b>3. YEŞİL BİNA DEĞERLENDİRME VE SERTİFİKALANDIRMA SİSTEMLERİ</b>	.....	<b>40</b>
3.1	LEED (Enerji ve Çevre Gelişiminde Liderlik).....	42
3.1.1	Uygulama Alanları ve Süreçleri .....	42
3.1.2	LEED'in yaptığı ölçümler .....	43
3.1.2.1	Sürdürülebilir Sahalar .....	43
3.1.2.2	Su Verimliliği .....	43
3.1.2.3	Enerji ve Atmosfer .....	43
3.1.2.4	İç Ortam Kalitesi .....	44
3.1.2.5	Yer ve Bağlantılar .....	44
3.1.2.6	Bilinç ve Eğitim .....	44
3.1.2.7	Tasarımda Yenilik .....	44
3.1.2.8	Bölgeye Verilen Öncelik .....	45
3.1.3	Sertifika alma şekli .....	45
3.1.4	Leed Çeşitleri .....	45
3.2	BREEAM .....	46
3.3	SBtool .....	48
3.4	Green Star .....	49
3.5	CASBEE .....	51
3.6	DGNB .....	51
<b>BÖLÜM 4</b>	.....	<b>53</b>
<b>4. SERTİFİKALANDIRILMIŞ ÖRNEKLER</b>	.....	<b>53</b>
4.1	SIEMENS GEBZE TESİSLERİ.....	53
4.1.1	Genel Bilgiler .....	53
4.1.2	Projedeki Yeşil Bina Uygulamaları .....	54
4.1.2.1	Sürdürülebilir Araziler .....	54
4.1.2.2	Su Verimliliği .....	56
4.1.2.3	Enerji ve Atmosfer .....	57
4.1.2.4	Malzemeler ve İç Ortam.....	61
4.2	VARYAP MERİDİAN PROJESİ .....	64
4.2.1	Genel Bilgiler .....	64
4.2.2	Tasarım .....	64
4.2.3	Varyap Meridian Projesindeki Yeşil Bina Uygulamaları .....	65
4.2.3.1	Sürdürülebilir Araziler .....	66
4.2.3.2	Su Verimliliği .....	66
4.2.3.3	Enerji .....	67
4.2.3.4	Malzemeler ve İç Ortam.....	67
4.2.3.5	Tasarım Kalitesi .....	68
4.3	ERKE GREEN ACADEMY PROJESİ .....	70
4.3.1	Genel Bilgiler .....	70
4.3.2	Tasarım .....	71

4.3.2.1	Bina Kabuğu (Duvar, atı, Cam ve Doğrama) .....	72
4.3.2.2	Baca Etkisi .....	74
4.3.2.3	Gün Işığı ve Manzara.....	75
4.3.2.4	Gürültü Kontrolü ve Hacim Akustiği .....	75
4.3.3	Erke Green Academy Projesindeki Yeşil Bina Uygulamaları .....	76
4.3.3.1	Malzeme.....	76
4.3.3.2	Elektrik ve Mekanik Sistemler .....	77
4.3.3.3	Ulaşım .....	82
SONUÇ VE ÖNERİLER.....		83
KAYNAKLAR .....		84
ÖZGEMİŐ .....		87

## KISALTMA LİSTESİ

ASHRAE	American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CASBEE	Japan's Sustainable Building system
CFC	Chlorofluorocarbon
CO2	Carbondioksit
ÇEDBİK	Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği
DALI	Dijital Adrese Dayalı Aydınlatma Arayüzü
DB	Desibel
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
GBCA	Green Building Council of Australia
GBCI	Green Building Certificate Institute
GREEN STAR	Green Building System of Australia
HCFC	Hydrochlorofluorocarbon
HVAC	Heating, Ventilation, Air Conditioning
JaGBC	Japon Yeşil Binalar Konseyi
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LEED-CI	LEED for Commercial Interiors
LEED-CS	LEED for Core and Shell Projects
LEED-EB	LEED for Existing Buildings
LEED-H	LEED for Homes
LEED-NC	LEED for New Construction and Major Renovations
LEED-ND	LEED for Neighbourhood
SBtool	Sustainable Building Tool
PV	PhotoVoltaic
USGBC	United State Green Buildin Council
VOC	Volatile Organic Compound
WGBC	World Green Building Council

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Freiberg riesenfeld yerleşimi, artı enerjili binalar (1999, mimar rolf disch) .....	14		
Şekil 2: Etkin su kullanımı.....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>		
Şekil 3: Yağmur suyunun bahçe sulamasında kullanımı .....	17		
Şekil 4: Etkin su kullanımı Yağmur suyu döşeminin kullanıldığı sistemler (Tek döşem) .....	18		
Şekil 5: Etkin su kullanımı Şebeke döşeminin yağmur suyu döşemini direk beslemesi .....	18		
Şekil 6: Etkin su kullanımı Güneş kolektörlü sıcak su sistemi .....	22		
Şekil 7: Dolaylı Kazanç Sistemleri .....	25		
Şekil 8: İzole Edilmiş Kazanç Sistemleri .....	27		
Şekil 9: Sera tipi güneş odası	Şekil 10: Sundurma.....	29	
Şekil 11: Termosifon sistem .....	30		
Şekil 12: Yapılarda Yaşam Döngüsü .....	31		
Şekil 13: Konum Seçimi .....	32		
Şekil 14: Malzeme Yaşam Döngüsü .....	34		
Şekil 15: Kirleticiler ve Etkileri .....	37		
Şekil 16: Leed Puanlama Dereceleri.....	46		
Şekil 17: Breeam Sisteminin Kullanıldığı Ülkeler şeması .....	48		
Şekil 18: SBtool performans kategorileri ve dağılım oranları .....	49		
Şekil 19: SBTOOL Sistemi Sertifika Düzeyleri (URL-10,2013) .....	49		
Şekil 20: GREEN STAR performans kategorileri ve dağılım oranları .....	50		
Şekil 21: Siemens Gebze Tesisleri .....	53		
Şekil 22: Perdeleme Çalışması	Şekil 23: Yıkama Ünitesi	Şekil 24: Toprak Çökeltme Sistemi ...	54
Şekil 25: Ağaçlandırma Çalışmaları .....	55		
Şekil 26: Yağmur Suyu Arıtma Sistemi .....	56		
Şekil 27: Ofis Aydınlatma Armatürleri .....	57		
Şekil 28: Güneş Kırıcılar.....	57		
Şekil 29: Değişken Hava Debili Klima Sistemleri	Şekil 30: VAV Cihazı .....	58	
Şekil 31: Isı Geri Kazanımlı Soğutucu Ünite	Şekil 32: Soğutucu Ünite .....	58	
Şekil 33: Isı Geri Kazanımlı Hava Kompresörü .....	59		
Şekil 34: Isı Geri Kazanım Sistemi.....	59		
Şekil 35: Güneş Kolektörü .....	60		
Şekil 36: Doğal Havalandırma .....	60		
Şekil 37: Varyap Meridian Projesinin Konumu .....	64		
Şekil 38: Varyap Meridian Yeşil Bina Tasarımı .....	68		
Şekil 39: Varyap Meridian Yeşil Bina Uygulamaları Kazanımları.....	69		
Şekil 40: Varyap Meridian Projesi Temsili Yeşil Alan Kullanımı .....	69		
Şekil 41: Erke Green Academy Yönetim Ofisi .....	70		
Şekil 42: Bina Tasarımı .....	72		
Şekil 43: Yapı Elemanları ve U-Değerleri.....	72		
Şekil 44: Gün Işığı .....	73		
Şekil 45: ERKE Green Academy	Şekil 46: Baca Etkisi .....	74	
Şekil 47: Mekan ve Gün Işığı İlişkisi.....	75		
Şekil 48: Su Döngüsü .....	78		
Şekil 49: Güneş Panelleri.....	80		

<b>Şekil 50: Pompa Sistemleri</b> .....	81
<b>Şekil 51: Bina Otomasyon Sistemi</b> .....	82

Küreselleşen dünyamızda; gelişen teknolojilere bağlı olarak artan yaşam standartları küresel ısınma, iklimde değişiklik, su sorunu, kirlilik ve doğal kaynakların yok olmaya başlaması gibi sorunları da beraberinde getirmiştir. Kaybolan bu ekolojik dengenin yeniden sağlanması düşüncesi sürdürülebilirlik kavramını ortaya çıkarmış ve tüm dünyada sorunun çözümü için enerjinin etkin kullanımına önem verilmeye başlanmıştır.

1960 yıllarından başlayarak geliştirilen sürdürülebilirlik kavramı tüm birimlerde giderek önemli bir rol almış, mimarlık eğitimine olan yaklaşımlarda da etkili olmuştur. Bu doğrultuda günümüzde "sürdürülebilir, ekolojik, yüksek performanslı, çevre dostu, akıllı, pasif, yeşil, karbon-sıfır bina" gibi nitelendirilen birçok uygulamaya rastlanmaktadır.

Bu çalışmada sürdürülebilirlik ve yeşil bina kavramları ile günümüzdeki yetersiz kaynaklardan minimum yararlanıp; maksimum enerji, malzeme, su tasarrufu elde etme konuları üzerinde durulmuş, sürdürülebilirlik ve yeşil bina kavramları hakkında insanları bilinçlendirip, sürdürülebilirlik kavramının tasarımın önde gelen parametrelerinden olması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında; birinci bölümde sürdürülebilirlik kavramı ve enerji verimliliği üzerinde durulmuş, bu kavramların mimarlık alanına yansımaları ise ikinci bölümde irdelenmiştir. Yeşil bina uygulamalarının belirli bir çerçevede, somut ve objektif olarak kıyaslanması için geliştirilen Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri üçüncü bölümün konusu olmuştur. Dördüncü bölüm kapsamında Türkiye'de uygulanan yeşil bina örnekleri incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir Mimari, Enerji Etkinlik, Yenilenebilir Enerji, Yapılarda Yaşam, Yeşil Bina Değerlendirme Çeşitleri

## ABSTRACT

In a globalizing world, increased living standards as a result of emerging technologies have brought problems such as global warming, climate change, water shortages, pollution and the rapid consumption of natural resources. The idea of restoring this ecological balance created the concept of sustainability and the effective use of energy has started being taken seriously around the world.

Since 1960's, the concept of sustainability has gained an increasing role in several fields and it has been effective in its approach towards architectural education as well. In this respect, it is very common today to see such applications as "sustainable, ecological, high performance, environmentally friendly, smart, passive, green, zero-carbon buildings".

In this study, it has been focused on the concepts of sustainability, green building and; gaining maximum energy, materials, and water savings by utilizing minimum amount of today's insufficient resources. It has been aimed to create public awareness of sustainability and green building concepts, and to make sustainability a major parameter of design.

In the first chapter of this study, it is focused on the concept of sustainability and energy efficiency. The reflections of these concepts in the field of architecture are discussed in the second chapter. Green Building Assessment Systems, which was developed for the comparison of green building applications in a concrete and objective frame, is the content of the third chapter. In the fourth chapter, examples of green building applications in Turkey are examined.

**Keywords:** Sustainability, Sustainable Architecture, Energy Efficient Design, Renewable Energy, Life Cycle of Buildings, Green Building Assessment Systems

### 1. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

#### 1.1 Ortaya Çıkma Sebebi

Endüstri devriminden sonra hızla gelişen teknoloji hızlı bir nüfus artışını da beraberinde getirmiştir. Bu artışa paralel denetimsiz gelişen kentler, fiziksel ve sosyal çevrenin de aynı hızla tahrip olmasına neden olmuştur. Doğal ve yapma çevre arasındaki farkın hızla büyümesi doğal dengenin bozulması ve canlı tüm varlıkların hayatlarının riske girmesi tehlikesini ortaya koymuştur. Bilinçsiz doğal kaynak kullanımı ve hızlı nüfus artışının bir sonucu olan kirlilik, küresel ısınma ve ozon tabakasındaki aşınma dünyanın tüm ülkelerinde kendini göstermekte ve geleceği tehdit etmektedir. Birbirini tetikleyen ve olumsuz şartların oluşmasına ve büyümesine neden olan küresel ısınma, iklimde değişiklik, kirlilik ve su ve enerji kaynaklarının yok olmaya başlaması, ekosistem dengesinin bozulması vb. etkenler yerellikten uzaklaşarak tüm ülkelerin ortak sorunu haline gelmiştir. Kısacası insanoğlunun faaliyetleri ve ortaya çıkardığı etkiler “yeryüzünün taşıma kapasitesi” ni zorlamaktadır. [Sev, A., 2009. Sürdürülebilir Mimarlık, YEM Yayın, İstanbul.] Bu ciddi durumun farkındalığı ise uzun zaman almakla beraber günümüzde doğal çevre ve korunumu başlığı ile sıkça dile getirilmektedir. Bu doğrultuda gelişen ve canlı ve doğal kaynakların varlığının devam ettirilmesi ve ekolojik bilinç ile gelecek nesillere aktarılmasını hedefleyen sürdürülebilirlik kavramı ortaya konmuştur. Çok geniş bir çerçevede ele alınan kavram ekonomik, sosyolojik, siyasal, kültürel ve ekolojik birçok etken ve veriden beslenmektedir.

#### 1.2 Tarihsel Gelişim Süreci

Sürdürülebilirlik tanımı tarihten bugüne çok kez ele alınmış, 1960 yıllarından başlanarak geliştirilmiş ve çeşitli tanımlar ortaya çıkmıştır. Bu gelişim tarihsel süreç ile aşağıdaki gibi özetlenebilmektedir:

1971 yılında İsviçre’de düzenlenen, sürdürülebilirlik kavramının ilk kez ele alındığı ve sürdürülebilir kalkınma yaklaşımının oluşturulduğu uzmanlar paneli bu gelişimin başlangıcı olarak kabul edilmektedir.

1972 yılında, İsveç’de gerçekleştirilen Dünya Çevre Konferansı’nda “İnsan ve Çevre” konu



başlığı üzerinde durulmuş ve insan merkezci yaklaşım yerine çevre-merkezci yaklaşım savunulmuştur. Konferans sonrası deklarasyonda, insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkilerinin sorgulanması, çevre ve doğal kaynak konumunu konusunda uluslararası çapta alınabilecek önlemlerin belirlenmesi ve sağlıklı ve temiz çevre oluşumu not edilmiş ve gerekli çalışmaların başlatılması kararı alınmıştır.

“İnsanın; özgürlük, eşitlik ve yeterli yaşam koşulları sağlayan onurlu ve refah içindeki bir çevrede yaşamak temel hakkıdır. İnsanın, bugünkü ve gelecek kuşaklar için çevreyi korumak ve geliştirmek için ciddi bir sorumluluğu vardır.” fikri Stockholm Bildirgesi (1972) ile kabul edilmiştir. [Sarier, N., Özay, S. ve Özkılıç, Y., 2012]

Bu çalışmaların yanında Roma Kulübü tarafından “Büyümenin Sırrı” konu başlığı ile bir rapor yayımlanmış ve hızlı büyüyen çevre ve kaynak kullanımı arasındaki ilişkiye dikkate çekilmiştir. Bu rapora göre; sorunları ortadan kaldırmak için gereken , “denetimsiz” büyümenin durdurulmasıdır. “sıfır büyüme raporu” olarak anılan bu rapor, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında yaklaşım farklılıkları nedeniyle yoğun tartışmalar başlatmış ve ekonomi, sanayi ve çevre üçlüsü arasındaki sorgulamayı derinleştirmiştir.

1977 yılına gelindiğinde ise Dennis Pirages’ın, Sürdürülebilir Toplum yapıtıyla bilim dünyasında sürdürülebilirlik kavramı tartışma ortamı yaratmıştır. [İncedayı, D., 2004]

1987 yılında, Birleşmiş Milletler Genel kuruluna bağlı Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu “ ortak geleceğimiz Brundtland Raporu adıyla bir rapor yayınlamış ve bu rapor çevreci hareketin temelini oluşturmuştur. Rapor; çevre konusunu, yoksulluk, eşitsizlik, nüfus artışı ve çevre bozulması arasındaki karşılıklı ilişkiler çerçevesinde ele alarak analizini ve önerilerini bu temel üzerine biçimlendirmekte, değişimin zorunluluğundan hareketle, tüm ülkeler için çevreyle uyumlu yeni bir büyüme modelini önermektedir. [Tuğlu, U. H., 2005.]

1992 yılında, Gerçekleşen Heidelberg Buluşması, 60'tan fazla dünya çapında ünlü bilim insanının bir araya gelmesiyle, gerçekleşen tüm çevre hareketlerine karşı suçlayıcı bir tavırla rasyonellikten uzak çalışmalar yapıldığına dair fikirlerin öne sürüldüğü bir toplantıdır. Bu olumsuz gelişmeye karşın, aynı yılın Haziran ayında Rio de Janeiro’da Çevre ve Kalkınma Konferansı düzenlenmiştir. Bu Dünya zirvesinde ana konu ekonominin doğal kaynaklara dayandırılmış bir şekilde geliştirilip büyümesidir. Bu, sürdürülebilir kalkınmanın temelidir.

Konferanstan çıkan “gerekli değişikliklerin ancak alışkanlık ve davranışlarımızın değişmesiyle

gerçekleşebileceği” mesajı, içinde bulunulan sorunların çözümü için geniş çapta kalıcı değişikliklerin yapılması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu konferansla hükümetler aşağıda belirtilen maddeler üzerine görüşlerini yazılı kayıt altına almışlardır:

- Üretim biçimlerinin (özellikle katı atıklar ve toksik maddeler) sistematik olarak incelenmesi gereğini,
- İklimde değişikliğe yol açan fosil yakıtlar yerine alternatif enerji kaynaklarına yönelinmesi gereğini,
- Araçların yol açtığı salınımların, trafik ve hava kirliliğinden doğan sağlık sorunlarının azaltılması amacıyla toplu taşımaya yönelinmesi gereğini, kabul etmişlerdir. Ayrıca, artmakta olan susuzluk ile ilgili de endişeler dile getirilmiştir.

Konferans sonucunda hükümetler, geleneksel kalkınma anlayışını değiştirmeyi amaçlayan Gündem 21, Rio Deklarasyonu yayınlamış ve Orman Prensipleri Raporu’na imza atmışlardır.

1993 yılı Haziran ayında, Chicago’da yapılan Uluslararası Mimarlar Birliği Dünya Kongresinde, yapı tasarımcılarının çalışmalarını sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde yürütmeleri gerekliliği üzerinde durulmuştur. Gerek çevresel, gerek sosyal sürdürülebilirliği benimseyen kongre üyeleri şu kararları almıştır:

- Çevresel ve sosyal sürdürülebilirliği çalışmalarımızın odağına yerleştirmek,
- Sürdürülebilir tasarım uygulamasını sağlayacak yöntemler, ürünler, hizmetler ve standartlar geliştirerek, bunların sürekliliğini sağlamak,
- Mimarları, yapı endüstrisi üyelerini, mal sahiplerini, işverenleri, öğrencileri ve toplumun her kesimini bu konu ve önemi hakkında eğitmek,
- Hükümet düzeyinde politikalar, çeşitli yönetmelikler ve düzenlemeler hazırlayarak sürdürülebilir tasarımı olağan bir uygulama haline getirmek
- Yapma çevrenin mevcut ve gelecekte var olacak elemanlarını, tasarımları, üretimleri kullanım açısından sürdürülebilirlik standartlarına ulaştırmak.

1996 yılında, süreç içinde devam eden Birleşmiş Milletler konferanslarının yanında İstanbul Habitat “ Kent Zirvesi “ gerçekleştirilmiştir. [Özcuhadar, T., 2007. Sürdürülebilir Çevre için Enerji Etkin Tasarımın Yaşam Döngüsünde İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, , İTÜ, İstanbul]

1997 yılında, Kyoto’da Birleşmiş Milletler tarafından gerçekleştirilen konferanslardan biri olan İklim Değişimi Çerçeve Konvansiyonu sonrası 2 toplantı daha yapılmış ve 189 ülkenin de katılımı

ile Kyoto Protokolü kabul edilmiştir. Protokole imza atmış her ülke 1990 yılından 2010 yılına kadar sera gazını %8 azaltmayı hedefleyeceğini kabul etmiştir.

Gerçekleştirilen tüm bu konferans ve zirvelerde ele alınmış sürdürülebilirlik kavramı için kullanılan net bir tanım olmamakla beraber birçok alternatif yorum bulunmaktadır. Çevre ve insan ilişkisini farklı ifadeler ile sürdürülebilirlik kavramına bağlayan tanımlardan bazıları şunlardır;

Sürdürülebilirlik, çevre hareketi içinde ortaya çıkan oldukça yaygın olarak kabul gören ve içeriği siyasal süreç içinde, sürekli olarak yeniden belirlenmeye çalışılan bir ahlak ilkesidir. [Tekeli, İ., 2001]

Sürdürülebilirlik için en sık kullanılan tanım ise Birleşmiş Milletler tarafından kurulan Brundtland Komisyonuna aittir. Sürdürülebilirlik, ekonomik, çevresel ve toplumsal gereksinimlerin, gelecek kuşakların yaşam koşullarına zarar vermeden karşılanması olarak tanımlanmaktadır.

Peter Cookson Smith ise sürdürülebilirliği, biyosferin taşıma kapasitesini ekosistemi ve kaynakları göz önünde bulundurarak yaşam kalitesi sağlamaktır. Sürdürülebilir yaşam biçimi ise, her neslin elindeki ana sermayeyi harcamak yerine bir önceki nesilden kendine kalan mirastan elde ettiği karla yaşamak şeklinde tanımlanmaktadır. [Sev, A., 2009]

Sürdürülebilirlik kavramına ait bir diğer tanım L. Mumford'a aittir. "Düşünmeye değer ne varsa hepsi ekolojik olmak zorundadır. İnsanın doğasının değişmesi gereklidir" demektedir. Bu fikre göre, ekoloji bir düşünce biçimi olarak algılanmalıdır. [Keleş, R. ve Meltem, Y., 2003]

Bunca farklı yaklaşıma karşın, bu noktada altı çizilecek olan "çevre" ve "sürdürülebilirlik" kavramlarının siyasi seçimlerin izdüşümleri olarak algılanmamaları gereğidir. Süreçlerin (düşünce, politika, karar verme, kullanma vb.) birbirleriyle ilişkileri ve iç içe gelişmeleri ekoloji fikrinin temelini oluşturmakta ve gelişimine yön vermektedir. Bu gözle bakıldığında kavramın yaklaşıma bağlı tanımlanabileceği saptaması yapılabilir. [İncedayı, D., 2004]

Öte yandan, sürdürülebilirlik kavramı mimarlık eğitimine olan yaklaşımlarda da etkili olmuştur. Örneğin 2009'da Oxford'da yapılan "50 Yıl Sonra Mimarlık Eğitimi Kongresi"nde Amerikan Mimarlık Öğrencileri Enstitüsü (AIAS) tarafından sunulan kapsamlı bir araştırma sonucuna göre, gelecek nesillerin mimarlık eğitimi ve mimarlıktan beklentilerini yansıtan dokuz maddenin ilk üçünü "ekolojik çeşitlilik ve sürdürülebilirlik", "sosyal sorumluluk" ve "küresel değişim"

oluşturmaktadır. Bunun dışında, Batı üniversitelerinin mimarlık programlarında, geleneksel doku ve kültürel kimlik bakımından zengin olan Türkiye, Arap Emirlikleri, İtalya, İspanya, ya da Uzakdoğu ülkeleri gibi yerlere yapılan çalışma ziyaretleri için büyük kaynaklar ayrılmakta, hatta bazı üniversitelerde, bu konuda kürsüler kurulmaktadır.[Oktay, D., 2011]

Türkiye’de tüm bu kavram ve tanımları algılama, yorumlama dönemine girmiş ve çeşitli çalışmaların başlatılmasına olanak sağlamıştır. İnsan ve çevre ilişkisi ile doğal kaynak kullanımı konuları büyük kitlelerin dikkatini çekmektedir. Bu konudaki yasal düzenlemeler ışığında gelişim göstermesi beklenen kavramın genel bilincin oluşturulması ile desteklenmesi beklenmektedir. Bu amaçla anayasanın 56. Maddesindeki aşağıdaki açıklama dikkate alınmıştır.

“Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek devletin ve vatandaşların ödevidir.” Anayasa (Madde 56)

Konu ile ilgili farkındalığın artması için çeşitli eğitimler düzenlenmekte ve sürdürülebilirlik anlayışının desteklenmesi için uğraşılmaktadır. Bu konu ile ilgili bilincin artırılması hedefi ile mevcut üniversite müfredatları incelenmiş ve mimarlık eğitimi kapsamında sürdürülebilirlik başlığının yer alıp almadığı sorgulanmıştır. Araştırma sonucuna göre bütün okullarda mimarlık müfredatında yapı fiziği, çevre kontrolü, fiziksel çevre denetimi ve benzer isimler altında zorunlu dersler olduğu görülmektedir.[Kobaş, B. ve Bahadır, Ö., 2011] Ancak yeterli bilgi birikimi kısıtlı ders olanağı nedeniyle aktarılamamaktadır. Bu sebeple tüm disiplinler ele alınarak tekrar bir yapılanma da söz konusu olabilmektedir.

Sonuç olarak bakıldığında aslında tüm dünya insanların farkında olduğu ve etkilerini günden güne artarak hissedilen doğa tahribi tehdidi tüm bu kavramların asıl çıkış noktasıdır. Onarımı her geçen gün zorlaşan ve büyük çabalar gerektiren olumsuz koşullar için küresel çözüm önerileri ise mecburiyet olarak değerlendirilmelidir. Birey insan yararının değil toplum ve çevre yararının gözetileceği bir yaklaşım izlenmeli ve çevre kalitesi ile yaşam kalitesinin artırılması hedeflenmelidir. Sahip olunan kaynakların maksimum verimle kullanılarak devamlılığın sağlanması için her sektör üzerine düşen sorumluluğu yerine getirmeye çalışmalıdır. Özellikle enerji konusundaki hassasiyetinde, tüketimde büyük payı olan sektörlerce dikkate alınması gerekmektedir. İnşaat sektörünün sürdürülebilirlik kapsamındaki rolü çok önemlidir. Bu durumda inşaat sektörünün yapı taşı mimari tasarı dikkate alınmakta ve sürdürülebilirlik

kavramı doğrultusunda irdelenmektedir.

### 1.3 Sürdürülebilir Mimarlık

Sürdürülebilirlik çatısı altında yer alan birçok kavramdan biri olan ve mimari yaklaşımda farklı bir yol izlenmesini hedefleyen anlayışla kurgulanmış olan sürdürülebilir mimarlık, çevreye verilen zararda en büyük role sahip inşaat sektörünü doğrudan etkileyen bir olgudur.

Kavram, içinde bulunduğu koşullarda ve varlığının her döneminde, gelecek nesilleri de göz önüne alarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına öncelik veren, çevreye duyarlı, enerji, su, malzeme ve bulunduğu alanı verimli şekilde kullanan, sağlık ve konfora önem veren yapılar üretme faaliyetlerinin tümü olarak tanımlanmaktadır. [Sev, A., 2009]

### 1.4 Sürdürülebilir Yapı Kavramı

Sürdürülebilirlik kavramı, tasarım ve mimari açıdan ele alındığında insan varlığının her döneminde içinde bulunduğu ve doğal kaynak kullanımı konusunda oldukça büyük bir paya sahip olup çevre kirliliğinde de etkisi olan yapılar öne çıkmaktadır. Dünya üzerinde, harcanan enerjinin % 50'si, suyun %42'si (yapının inşaatı veya kullanımı süreçlerinde) harcanır. Küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının %50'si, içme sularındaki kirlenmenin %40'ı, hava kirliliğinin %24'ü, CFC ve HCFC emisyonlarının %50'si yapılarla ilişkili faaliyetlerden kaynaklanmaktadır.

Geçmişte izlenen geleneksel yapı tasarım ve yapım yöntemleri günümüz koşulları karşılaştırıldığında bu metotlarından birçoğu kullanılabilir ve kabul edilir değildir. İhtiyacın farklılaşmasına bağlı olarak gelişen ve değişen metotlar alternatif yapım yöntemleri geliştirilmesine neden olmuştur. Artan nüfusa karşın hızla büyüyen yapı sektörünün bilinçsiz uygulamaları ise sürdürülebilirlik gereklilikleri ile çelişmektedir.

Örneğin, iskelet sistemli yapılara geçilmesi ile

- Yapının yükünü hafifletme ihtiyacı doğmuş ve duvarlar incelmış,
- İnce duvarlar enerji kaybına yol açmış,
- Isı yalıtımı ihtiyacı nedeniyle yapılar nefes alamaz hale gelmiş,
- Nem bariyerleri gibi farklı endüstrileşmiş malzemeler kullanılmaya başlanmış,
- İç konfor rahatsızlığını önlemek amacıyla klima gibi ısı ve nem düzenleyici aletlere ihtiyaç duyulmuştur.

Bu aletler gerek harcadıkları enerji, gerekse içerdikleri çevreye zararlı gazlar nedeniyle çevre yükü getirmiştir. Zincirleme tepkimeler sonucunda büyük bir enerji ihtiyacı doğmuştur. Bu ihtiyacın fosil yakıtlardan karşılanması, küresel ısınma, asit yağmurları gibi doğada telafi edilemez sorunlara neden olmuştur. Hem meydana gelen çevre sorunları, hem de doğrudan kullanımları sırasında yapıların içerisinde ortaya çıkan zararlı gazlar nedeniyle insan sağlığına negatif etkiler ortaya çıkmış ve probleme kalıcı çözümler bulunması gerekliliği belirmiştir. [Ayaz, E., 2002]

Bu durumda yapım ve yapım sonrası çevreye duyarlı yapı tasarım kriterlerinin oluşturulması, sürdürülebilir yapı kavramının ortaya çıkması sağlanmıştır. İnsan yaşamının büyük bir zaman dilimini geçirdiği yapılar geçmişten günümüze insan ikametini, rahatını, sağlığını korumak ve devam ettirmek üzere inşa edilmiştir. İlk amacın konfor ve huzurun yaratmanın olduğu yapı tasarımlarında sürdürülebilirliğin sağlanması için enerji korunumu, sağlık açısından malzeme seçimi, iç mekân kalitesi gibi konulara dikkat çekilmiştir. Yaratılan yapıların uzun ömürlü ve verimli olmasının koşullarından olan bu konular tüm dünyayı ilgilendiren kaynak korunumu açısından da büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak sürdürülebilir yapı tanımı çevresindeki doğa, iklim, toplum ve kültüre uyum gösteren, tarihsel süreklilik sağlayan, üretiminde ve kullanımında minimum enerji harcayan, malzemelerin yerel kaynaklardan elde edilip kullanımı sonrasında geri dönüşebilen, ekonomik kaynaklar kullanan ve ekosistemde bir döngü hedefleyen tasarım ürünü olarak özetlenebilmektedir.

#### **1.4.1 Sürdürülebilir Yapı Amaçları**

Yapının çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin minimuma indirilmesi ve doğal kaynak tüketiminin önlenmesi temellerine dayanan sürdürülebilir yapı oluşumunun iki amacı vardır:

1. Binalar kullanım süresinde ve var oldukları süre boyunca yapısal çevresel etkilerini azaltarak yeryüzünde ölçülü davranmalıdırlar. Sürdürülebilir yapıların küçük karbon ayak izi olmalıdır.
2. Binalar çevresinin psikolojik ve fiziksel refahını geliştirirken insanların pratik ihtiyaçlarına yol göstererek sosyal çevreye pozitif ve uygun bir katkı yapmalıdır. [Sev, A., 2009]

Çevreyi kirletmeyen, doğaya uyumlu, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan yapı tasarımlarının hayata geçirilmesiyle, çevre sorunlarına yol açan etkenlerin azaltılması ise ortak hedeftir.



Mimari tasarımda enerji duyarlılığı konusunun geleneksel ve modern yapılar üzerinde yapılan araştırmalar ile ele alınması gerekmektedir. İklimin mimarinin vazgeçilmez unsuru olarak vurgulanması, bu doğrultuda çözüm aranması, alternatif enerji kaynaklarının yapılarda kullanımının mimari açıdan değerlendirilmesi gerekmektedir. Hiç şüphe yok ki bu arayış ve teşviki gerekmektedir. Mimar kendi başına deneysel bir yaklaşımla bunu arayamaz. Yapı üretimi, doğası gereği birden fazla bileşenlidir. Öncelikle bu talebin işveren tarafından gelmesi, yönetmeliklerin buna yöneltmesi, yönetimlerin farklı teşviklerle bu yatırımları kârlı kılabilecek hale getirmesi gerekmektedir. Bu yaklaşımın ancak, merkezî olarak benimsenecek bir ulusal politika ile sağlanabileceği düşünülmektedir. [Tuna, B., 2011]

#### **1.4.2 Sürdürülebilir Yapı Prensipleri**

Sürdürülebilirlik kavramı, coğrafya, iklim ve kültür gibi birçok etkene bağlı olarak gelişen ülke mimarisinde farklı yöntemlerle ele alınmış ve yapılara yansıtılmıştır. Ancak belirlenen 3 ana unsur sürdürülebilir yapı temelini oluşturmaktadır. Bu kriterler aşağı sıralanmaktadır;

- Enerji ve Doğal Kaynakların Korunumu
- Yapı Yaşam Döngüsü Tasarımı
- Biyolojik Yapı Tasarımı

#### **1.5 Yeşil Bina Kavramı**

Yeşil Mimarlık; “doğumundan ölümüne kadar ekolojik sistemlere zarar vermek bir yana dursun, bu sistemlere katkı sunarak eklenilebilecek, tasarruf odaklı kullanmaya, zararlı atık üretmemeyi benimsemiş çevreler yaratmaya özenen bir yaklaşımdır. [Utkuğ, G., 2005.]

Konuya ait tanımlardan bir diğeri ise sürdürülebilir, ekolojik, yeşil, çevre dostu gibi pek çok isimle önümüze çıkan çevreye uyumlu yapılar, yapının doğumundan başlayarak yaşam döngüsü çerçevesinde bakıldığında, bütüncül, sosyal ve çevresel sorumluluk anlayışıyla tasarlandığı, iklim ve yerel koşullara uygun, gerektiği kadar tüketen, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan, doğal ve atık sorunu olmayan malzemelerin kullanıldığı katılımı teşvik eden, ekosistemlere duyarlı yapılar olarak tariflenmektedir. [Yeşil Binalar Nedir?, Aralık.2012]

Yapı sektöründe binalar, inşaat ve kullanım süreçlerinde dünya tatlı su kaynaklarının yüzde on altısı, ağaç kaynaklarının yüzde yirmi beşi, malzeme kaynaklarının yüzde otuzu ve enerji kaynaklarının yüzde kırk kadarını tüketmektedir. Bunun yanısıra çevreye salınan karbon

dioksitin yüzde otuz beşi inşaat ve kullanım kaynaklıdır. Toprak israfının yüzde kırkı inşaat ve inşaat atıklarının depolanması sonucu oluşur, stratosferdeki ozon tabakasını eritmeye neden olan kimyasalların yüzde ellisi yapı sektörü tarafından üretilir.[ Sarier, N., Özay, S. ve Özkılıç, Y., 2012. Sürdürülebilir Yeşil Binalar, Çevre Dostu Binalar] Tüketim oranlarının minimum düzeye indirilmesi ve çevreye verilen zararın yok edilmesi amacıyla tasarlanan, sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda yeni tasarım ve yapım yöntemleri ile geliştirilen yapılar, çevreye duyarlı kimlikleri ile yeşil bina olarak isimlendirilmektedir.

Sürdürülebilir yapı ya da yeşil bina olarak değerlendirilen binalarda amaç aynıdır. Sürdürülebilir yapı kavramının genelinden özelleştirilmiş yeşil bina tanımı daha çok yapı etiketleme metodu olarak kullanılmaktadır. Bu kavram özellikle yeşil bina değerlendirme metotları ve sertifika sistemleri ile özdeşleşmiştir. Genellikle enerji etkin bina ya da yüksek performanslı bina kavramları ile aynı anlamda da kullanılmaktadır.

Sonuç olarak yeşil binaların, doğal kaynağı en etkin kullanabilecek şekilde tasarlanan, üretilen ve kullanılan yapılar olduğu söylenebilmektedir. Yeşil binalar, kullanıcıların sağlığını korumak, çalışanların verimini maksimize etmek, su, enerji ve diğer kaynakları daha verimli kullanmak, ortaya çıkacak negatif etkileri minimize etmek amacıyla inşa edilmektedir.[ Sarier, N., Özay, S. ve Özkılıç, Y., 2012]

### **1.5.1 Yeşil Bina Tasarım Kriterleri**

Yeşil bina tanımı çerçevesinde ele alınan tüm konuların, yapı fiziğini etkileyen tüm verilerin ve kararların değerlendirilmesi sonucu toplanan başlıklar yeşil bina tasarımında dikkat edilmesi gereken kriterler listesini oluşturmuştur.

Yeşil bina tasarımda öne çıkan konu başlıkları vurgulanmıştır. Bunlar aşağıdaki gibi özetlenmektedir:

- Arsa ve ekolojinin sürdürülebilirliğinin sağlanması
- Enerji etkin arazi kullanımı
- Binanın çevresi ile uyumu
- Flora ve faunanın korunması
- Doğal sınırların ve kabullerin korunması
- Kullanıcıları toplu taşımaya sevk etmek bu sayede yeşil alanları korumak ve ulaşım etkilerini



en aza indirmek.

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması (güneş, rüzgâr toprak)
- Yapının kendi enerjisini üretmesi ya da enerji verimliliğinin sağlanması
- Su verimliliğinin sağlanması
- Atık suların geri kazanımı
- Gün ışığından faydalanmak
- Yapının en uygun şekilde yönlendirilmesi
- Etkin ısı yalıtımı
- Sağlık ve konfor şartlarının sağlanması
- İç mekân kalitesinin doğal havalandırma metotları ile geliştirilmesi
- Çevreye uyum sağlamış peyzaj tasarımı
- Enerji etkin peyzaj tasarımı
- Yerel malzeme kullanımı
- Sürdürülebilir yeşil etiket almış malzeme kullanımı ile tehlike madde tehdidinin ortadan kaldırılması
- Hızla yenilenebilir kaynaklardan elde edilen malzemelerin kullanılması
- Geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanılması
- Dayanıklı yapı ürünlerinin ve malzemelerinin kullanılması
- Isı adası etkisinin önlenmesi
- Isısal performansı yüksek yapı kabuğu tasarımı
- Atık ayrıştırılmasının ve yönetiminin sağlanması
- Kullanıcı dostu bina yönetim sistemlerinin kullanılması

Yeşil binalarda sağladığı faydalar ise aşağıdaki gibidir.

- Enerji tüketimi azalır.
- Ekosistemler korunur.
- Kullanıcı sağlığı yükselir.
- Verimlilik artar.
- Enerji verimli binalar zaman içerisinde bina işletim giderlerini azaltırlar. Enerji tüketimi giderek artan binalarda enerji verimliliğinin sağlanması değerli bir etkidir. Örneğin, binalar pasif

güneş enerjisinin yararlarından ve binaya hizmet eden daha uygun bir havalandırma sisteminden faydalanılarak yeşil inşa daha ucuz bir hale getirilebilir.

- Yeşil binalar korumaya katkı sağlar, kısıtlı bir kaynağı korumanın en uygun yollarındandır. Eğer yeni binalar enerji ve malzemeleri koruyan bir teknikle ele alınırsa, bu kaynaklar daha uzun ömürlü olacak ve projelerin kaynak ihtiyacı artışlarını da azaltacaktır.

- Yeşil binaların desteklenmesinin bir başka nedeni de iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarını azaltmaya yardımcı olmasıdır. Bilim adamları tarafından sera azlarının son 150 yıldır arttığına dair genel bir kanı vardır ve atmosfer ve okyanuslardaki ortalama sıcaklıkta bu süre boyunca yükselmiştir.

Sonuçlara genel bir çerçeveden oransal olarak bakıldığında da yeşil bina kriterleri doğrultusunda geliştirilen yapıların enerji faturalarında %30-35 kar, karbon emisyonunda %35-40 azalma, su kullanımında %30-50 tasarruf, atıkların geri dönüştürülmesi ve tekrar kullanımında da %50-90 karlılık sağladığı belirtilmektedir.

## **1.6 Enerji Verimliliği**

Enerji verimliliği konusu, çevresel sorumluluk, enerji talebinin karşılanması ve uluslararası antlaşmaların gerektirdiği yükümlülükler nedeni ile ülkelerin enerji politikalarında belirleyici rol oynamaktadır.

Enerjinin etkin kullanımı ve doğal çevreyi koruma, sürdürülebilirlik bağlamında mimarlıkta tasarım kararlarını etkileyen en önemli etkenlerin başında gelmektedir. Sağlıklı, konforlu yaşam çevreleri tasarımında, enerji kaynaklarının maksimum fayda ile kullanımı tasarımcının en önemli görevleri arasındadır. Sürdürülebilir mimarlık; binaların tasarımından kullanılmasına ve çevreye yöneliktir. Ayrıca binaların çevresi ve kullanıcılarıyla olan ilişkisini düzenlemeyi amaç edinir. Sürdürülebilir mimarlık hedefi, çevreye duyarlı, minimum enerji sarfeden, çevreye minimum olumsuz etki eden, kullanıcıya sağlıklı ortam sunan binaların tasarlanmasıdır. Kısacası, mimarlık sürecinin ekolojik, sosyal ve ekonomik açıdan sürdürülebilir olması demektir. Tasarımda iklim ve topografya verilerinin doğru ve etkin kullanımı, enerji verimliliği, yenilenebilir kaynak kullanımı ve çevre etkisinin en düşük düzeyde tutulması, ekolojik sürdürülebilirlik kapsamında ele alınır. Yaşayan, yaşanan yer ve yaşam döngüsü arasındaki denge, yaşam kalitesi ve sosyal sürdürülebilirlik kapsamında; daha ekonomik üretim ve değer yaratma ise ekonomik sürdürülebilirlik kavramları içerisinde yer alır. İstenen amaca

ulaşabilmek için, sürdürülebilirliğin, çevresel, ekonomik, toplumsal alanlarda bir arada ele alınması ve uygulanması gerekmektedir. Sürdürülebilir gelişme ile ilgili tanımlar değişen siyasal, toplumsal yapıya ve söz konusu alana (ekonomi, çevre, yapı, kültür vb.) bağlı olarak sürekli gelişmekte ve değişmektedir.

Sürdürülebilir mimarlık anlayışı çerçevesinde enerji verimliliğine yönelik birçok gelişme yaşanmıştır. Enerji verimliliği, enerjinin etkin kullanımı olarak tanımlanır ve mimaride planlama'dan geri dönüşüm sürecine dek tüketilen tüm enerjinin değerlendirilmesi anlamındadır. Enerji tüketiminde en büyük pay binalara aittir. Bilindiği üzere ülkeler genelinde olduğu üzere Türkiye'de de yapı sektörünün toplam enerji kullanımındaki payı dünya ortalaması ile benzerlikler göstermekte olup, binalarda mevcut enerji tasarruf potansiyelinin yaklaşık %30 ila %50 arasında olduğu öngörülmektedir. Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin 4 Ocak 2003 tarihinde yürürlüğe giren "Binalarda Enerji Performansı Direktifi" ile, Avrupa'da yapı üretiminde ortak bir yöntem geliştirilmesi, belirli standartlar aracılığı ile enerji performansı şartlarının belirlenmesi, enerji sertifikası uygulanması, düzenli bir kontrol mekanizması aracılığı ile binalarda enerjinin daha verimli kullanılması amaçlanmaktadır. Söz konusu direktifti ülkemize uyumlaştırma çalışmaları kapsamında Binalarda Enerji Performansı (BEP-TR) yönetmeliği yayınlanmış olup, uygulamaya konmuştur.

### **1.6.1 Enerji Etkin Yapı**

Enerji etkin bina tasarımı "bir binanın, yapım aşamasından kullanım aşamasına kadar tüm yaşam sürecinde, enerji gereksinimini en aza indirebilecek ve yenilenebilir enerji kaynaklarından en çok yararlanabilecek biçimde planlanması" olarak tanımlanmaktadır.

Bina, yapım sürecinde tükettiği enerjinin dışında kullanım süresi boyunca,

•Isıtma, soğutma,

•Aydınlatma,

•Havalandırma,

•Bina işlevine bağlı etkinlikler

için enerjiye gereksinim duyar. Bu gereksinimler için yapının tüketeceği enerji miktarı;

•dış iklim koşulları; sıcaklık, nem, yağış, rüzgar, güneş ışınım miktarı,

•dış çevre koşulları; gölgeleme, bitki örtüsü, su ögesi ve çevre özellikleri,

•yapı kabuğu; kesit özellikleri, saydam alan oranı,

•yapı formu,

•yönlenme,

•planda bölgeleme (zonlama),

•doğal havalandırma,

•doğal aydınlatma

özellikleri ile birlikte kullanıcı sayısı ve tüketim alışkanlıklarına bağlı olarak değişir.

Enerji tüketimi, insan gereksinimlerinin karşılanması ve gelişimin sürebilmesi için vazgeçilmez bir olgudur. Enerji kaynaklarının sınırlı olması ve denetimsiz tüketimin neden olduğu çevresel sorunlar, geleneksel enerji kaynakları kullanımının sınırlandırılması gereğini ortaya çıkarmıştır.

Yapılarda, yenilenemeyen enerji kullanımının en aza indirilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımının sağlanması; kaynak tüketimi, zararlı atıkların ve çevreye verilen zararın azaltılmasını sağladığından sürdürülebilir yapının en önemli konularından biridir. Bir bina enerjiyi, sürekli değişen iklim koşullarına karşı kullanıcı konforunu sağlamak için birçok sistemi etkileşimli olarak çalıştırarak tüketir. Enerji verimliliği, bina tasarım aşamasından başlayıp işletim süresince devam eden bir dizi kararın bütüncül tasarım anlayışı doğrultusunda alınmasını gerektirmektedir. Yönlenme - güneş ilişkisi, kompakt yapı formu, mekanda zonlama - organizasyon, bina kabuğu geçirimsizliği, ısı köprülerinin engellenmesi, U-değeri düşük cam kullanma, bitki örtüsünün uygun kullanımı temel tasarım kriterleridir. Enerji tüketim değerlerine bağlı olarak sınıflandırılan enerji etkin binalar, Düşük Enerji (Low Energy), Sıfır Enerji (Zero Energy), Artı Enerji Ev

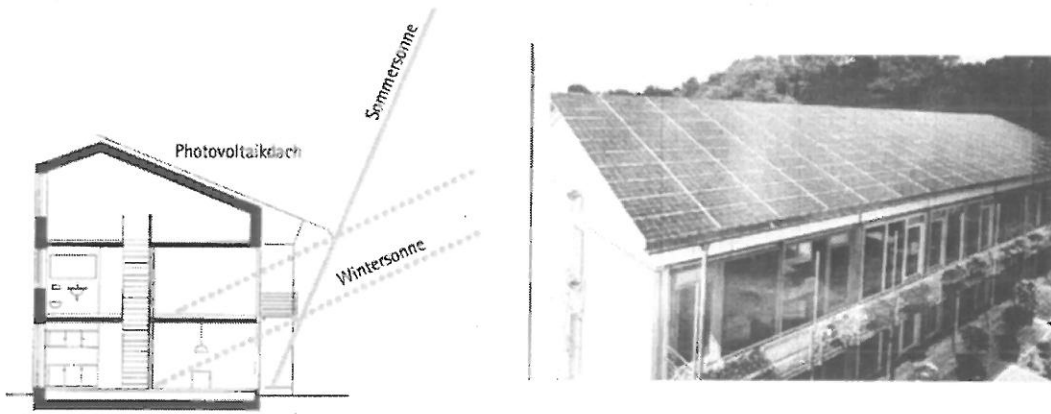
(Plus Energy) şeklinde adlandırılmaktadır. 1970'li yıllardan başlayarak yalıtım önlemleri başta olmak üzere, gelişen teknolojilerin binalarda kullanılması ile enerji tüketiminin giderek azaldığı görülmektedir.

Düşük Enerjili Bina (Low Energy), sürdürülebilirlik bağlamında sahip olduğu niteliklerine göre alışılmış binalara kıyasla daha az enerji harcayarak aynı konforu elde edebilen evleri tanımlar. Ulusal standartların değişiklik göstermesi nedeniyle bazı Avrupa ülkelerinde Düşük Enerjili Bina enerji tüketimi  $70\text{kWh/m}^2$  ile sınırlandırılmaktadır.

Sıfır Enerji Binası (Zero Energy) ise sıfır enerji tüketen ve sıfır karbon salan binaları tanımlar. Şehir hattından bağımsız olan sıfır enerji binalarında enerji yerinde üretilir. Sıfır enerji yaklaşımı,

karbon salımını azaltma ve fosil yakıtlara bağımlılığın azaltılması gibi sorunlara karşı potansiyel bir çözüm olarak sunulmakta ve sayıları az sayıda olmalarına karşın giderek önem kazanmaktadır. Aynı anlamda kullanılan bir diğer olgu da Sıfır Karbon Evi (Zero Carbon House)'dir. "Sıfır Karbon Evi yıllık en fazla 15 kWsaat/m<sup>2</sup> değerinde enerji tüketimini kasteder. Avrupa Pasif Ev tanımına yakın bir değerdedir"

Artı Enerji Evi (Energy Plus), gereksinim duyduğu enerjiden daha fazlasını üreten binaları tanımlar. Üretilen fazla enerji elektrik dağıtım şebekesine aktarılır. Üst düzey yalıtım ve edilgin enerji kazanmak gibi çözümlerin yanında, yer seçimi, uygun yönlenme, atık ısıdan yararlanma, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teknolojileri (güneş toplacıları, PV sistemler) kullanır. Freiburg'da 120 artı enerjili binayı kapsayan Riesefeld yerleşimi buna örnektir .



**Şekil 1:** Freiburg riesefeld yerleşimi, artı enerjili binalar (1999, mimar rolf disch)

Etkin tasarımda iklimsel koşullar ve fiziksel çevrenin verileri en önemli tasarım giderleri arasındadır. Düşük enerji tüketimi işe konforlu mekan tasarımında uygun yönlenme ve bina formu , yalıtım önlemleri , gölgeleme , toprak ısısından yararlanma ( ön ısıtma / soğutma ) güneş enerjisinden pasif kazanç sağlama , doğal aydınlatma ve doğal havalandırmanın yanı sıra güneş enerjisinden sıcak su kazancı ve PV modüller aracılığı ile enerji elde edimi dikkate alınması gereken önemli kriterler olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca mikro-klima etkisi sağlamaya yönelik olarak mekan içi ya da dışında su ve peyzaj öğelerinden yararlanmak , görsel etki dışında enerji kazancını da sağlayacaktır

## BÖLÜM 2

### 2. SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK

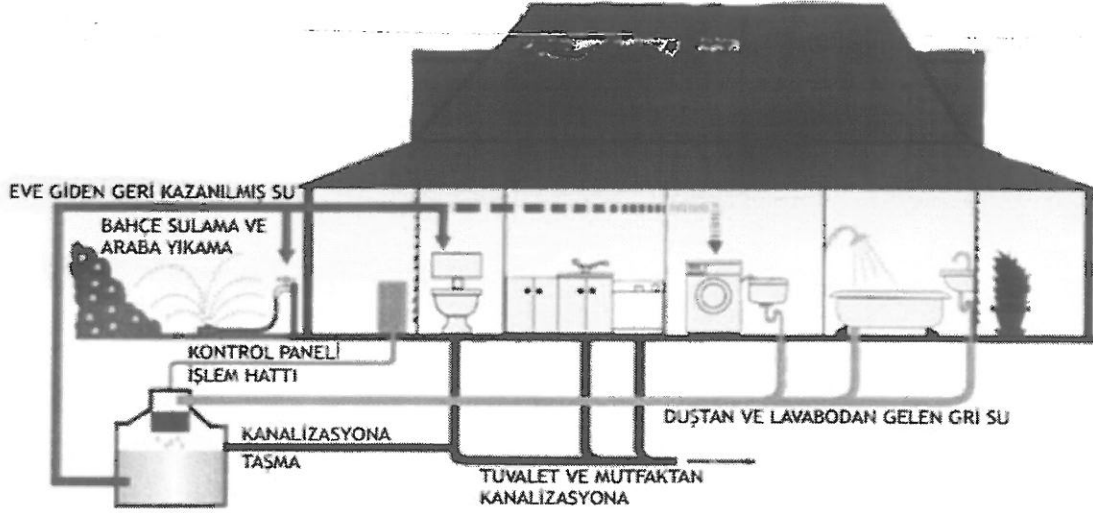
#### 2.1 Kaynak Yönetimi

Binalar, ekolojik ürünlerin %50'sinin tüketiminden sorumludur. Bir binayı, yaşayan uzun ömürlü bir varlık olarak kabul edersek, binanın yapım sürecinden itibaren, binayı oluşturan tüm materyallerin, zamanla değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Sürdürülebilir bir mimarıktan söz edilecekse, kullanılan bu kaynakların hammaddelerini, yenilenemez kaynaklardan değil, olabildiğince ekolojik ve geri dönüşümlü malzemelerden seçmeye özen gösterilmelidir. Sürdürülebilir mimarıtta kaynak yönetimi; enerjinin, suyun ve malzemenin etkin kullanımı ilkeleri ile sağlanmaktadır.

##### 2.1.1 Suyun Etkin Kullanımı

Su, bir canlının yaşamındaki en önemli ihtiyaçtır. İçilebilecek su kaynaklarımız; çarpık kentleşme, artan nüfus, sanayileşme vb. nedenlerle azalmaktadır. Dünyanın önemli bir bölümü bünyesinde su kaynaklarını buldursa da, bu kaynakların ancak % 3'ü içilebilir sudur. Bu kaynakların da çoğu, buzdan oluşur ve suların kullanılabilirliği % 0,007 düzeyindedir. Bundan dolayı insanlar susuzluk riskiyle karşılaşacaktır. Bunu önleyebilmenin yolu kaynakların verimli kullanımınıdır.

Konutlarda kullanılan su azımsanmayacak bir orandadır. Bu nedenle binalarda su tüketiminin azaltılması gerekmektedir. [<http://www.erkegreenacademy.com/index.asp>]



Yapılarda kullanılan sular, gri ve siyah su şeklinde sınıflandırılmaktadır. Yapıda tuvaletler dışında toplanan ve arındırılması daha kolay olan su türü gri su, tuvaletlerden toplanan ve arıtılması

**Şekil 2:** Etkin su kullanımı

daha yoğun olan atık sular ise siyah su türüdür. Gri sular, çok kirli sular olmadığı için yapı içinde kurulmuş bir düzenele toplanıp geri dönüştürülerek tuvaletlerde ve bahçe sulamada kullanılabilir. Gri su kalitesi, yapıda kullanılan sabun ve deterjanlarla daha kaliteli ve organik hale getirilebilir. Fakat siyah suyun dönüştürülmesi sağlık açısından uygun olmayabilir. Gri su, geri dönüştürme ve kullanma prosedürleri, insan sağlığı açısından birçok ülkede denetimden geçtikten sonra gerçekleştirilebilir. Atık suyun kullanımı, su tasarrufu açısından çok önemli olsa da insan ve çevre sağlığı açısından dikkat gerektirir.

Su korunumu için yapıda alınabilecek önlemlerden birkaçı aşağıda belirtilmiştir:

• **Düşük Debili, Basıncılı Armatürler, Vakumlu ve Biyokompoze Tuvaletler:**

Günümüzde yaygın olarak kullanılan basıncılı su armatürlerinin su tasarrufunu %30 oranında azalttığı bilinmektedir. Birçok ülkede suyun kullanımından tasarruf ettirecek armatürlerin kullanımı yönetmeliklerle belirlenmiştir. Su yerine kimyasal bir sıvı kullanan pisuarlar ve biyokompoze tuvaletler sayesinde su tüketimi büyük ölçüde azaltılmaktadır. Biyokompoze tuvaletleri bilinen türlerinden ayıran özelliği, atık suyun arıtımını yapmalarıdır.

- **Su Tüketimini Azaltan Teknolojik Sistemlerin Kullanılması:**

Binada su tasarrufu, kullanılmakta olan ürünlerin tasarruf sağlayacak özellikte olanlarla değiştirilerek kolayca sağlanabilir. Ayrıca; suyun debisini azaltan ürünlerin kullanımı ile su tüketimi minimum seviyeye inmektedir.

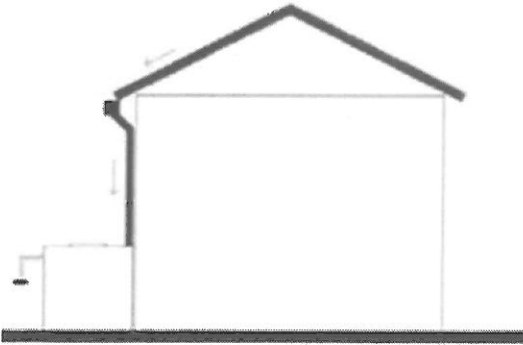
- **Yağmur Suyunun Toplanması:**

Yağmur suyu, gri su sınıfına girer. Çatıda, zeminde biriken yağmur sularının toplanıp dönüştürülmesiyle yapıda sudan kazanç sağlanır. Çatı oluklarında toplanan yağmur sularının yeniden kullanımı, sifonlarda ve bahçe sulamasında kullanımı su tüketimi minimum seviyeye indirmektedir.

### **Yağmur Suyunun Bina Dışında Kullanılması**

Yağmur suyu bina dışında; araçların yıkanması, süs havuzlarının dolumu, bahçe sulamalarda kullanılmaktadır. Konutta tesisat maliyeti, yağmur suyunun bina dışında kullanılmasını daha uygun duruma getirir. Yağmur suyunun basit bir şekilde toplanılarak bahçe sulamasında kullanılması daha yaygındır. [<http://www.nobel.gen.tr/Makaleler/TABAD-Issue2011>]

Çatı yüzeyinden toplanan yağmur suyu, bölümündeki filtreden geçerek yağmur suyu deposunda toplanmaktadır. Buradan dalgıç pompa ile bahçeye verilir.



**Şekil 2:** Yağmur suyunun bahçe sulamasında kullanımı

- **Yağmur Suyunun Bina İçerisinde Kullanılması**

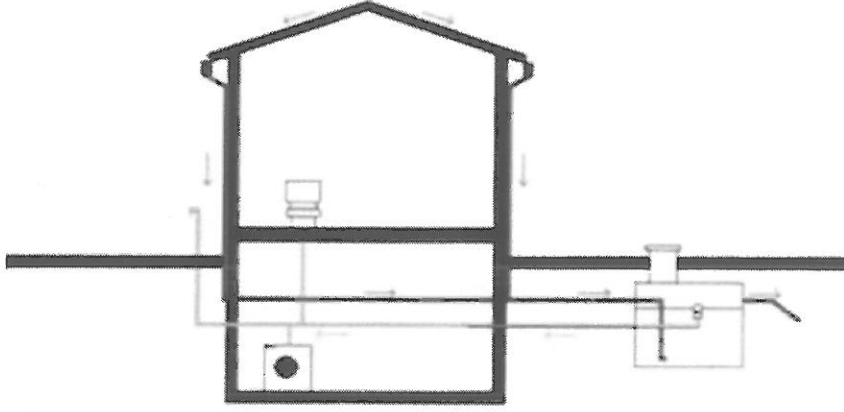
Yağmur suyu konutlarda dezenfeksiyondan geçmeden tuvalet rezervuarlarında ve çamaşır makinelerinde kullanılır.



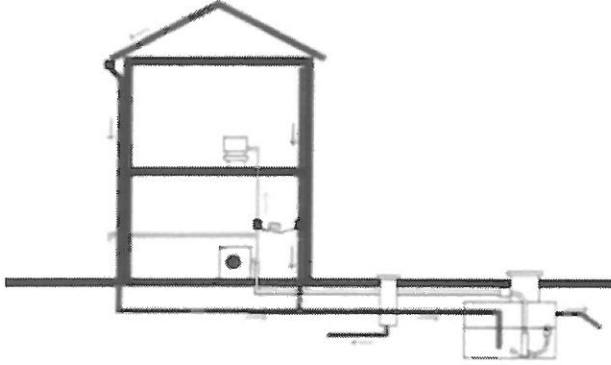
Konut içerisinde;

- Yağmur suyu döşeminin kullanıldığı sistemler (tek döşem),
- Şebeke döşeminin yağmur suyu dşemini beslediği sistemler
- Yağmur suyu döşemi ile şebeke döşeminin birbirinden bağımsız olarak kullanıldığı sistemler (çift döşem)

Şeklinde farklı uygulama seçenekleri bulunmaktadır.



Şekil 3: Etkin su kullanımı Yağmur suyu döşeminin kullanıldığı sistemler (Tek döşem)



Şekil 4: Etkin su kullanımı Şebeke döşeminin yağmur suyu dşemini direk beslemesi

- **Doğal peyzaj uygulamaları:**

Ekolojiye saygılı, çevre kaygısıyla uygulanmış bahçe ve çatı uygulamaları, su tasarrufuna büyük katkı sağlamaktadır. Peyzaj düzenlemesinde kullanılan yerel ve doğal bitkilerin bakımında

yağmur suyu yeterli olmakta, sulamanın yetersiz geldiği durumlarda ise suyun etkin kullanımını sağlayan sprinklerle sudan tasarruf sağlanmaktadır.

### 2.1.2 Malzemenin Etkin Kullanımı

Yapılarda kullanılan malzemelerin organik olması, insan sağlığına etkisi, maliyeti, piyasadaki mevcut durumu göz önüne alınarak seçilmesi durumunda, sürdürülebilirliğe büyük katkı sağlamış olacaktır. Malzemelerin ham maddelerinin elde edilme yöntemi de, en az malzemenin mevcut çevrede var olması kadar önem taşımaktadır. Ömrünü tamamlayan binaların yıkılması durumunda çok fazla atık oluşmaktadır. Bu faktörü de göz önüne alarak yapıyı oluşturan malzemelerin geri dönüşümlü olmasına da özen gösterilmelidir. Bu sayede, malzeme üretimindeki kirlenme ve doğal kaynakların gereksiz kullanımı önlenmiş olur, hammadde üretimi için harcanan enerjiden tasarruf edilir, kirlilik problemi azalır ve geri dönüşümün sanayileşmesiyle de insanlara istihdam sağlanır.

[[http://www.emo.org.tr/ekler/ca820ac522febc6\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/ca820ac522febc6_ek.pdf)]



### Ekolojik Yaşam Döngüsü

Bu konuda tasarımcılara çok büyük görevler düşmektedir. Bilinen standartlaşmış yapı elemanı ve malzemeleri kullanmalıdırlar. Modüler malzemeler kullanarak iş gücüne katkı sağlanır. Aksi durumda malzeme kesimi için hem kaynak kaybı yaratmakta hem de atık oluşumuna neden olmaktadır.

Yapıların tasarım aşamasında, kullanıcı ihtiyaçlarının hem şimdiki zamana hem de geleceğe hitap etmesi, gereksiz enerji harcanmasını ve malzeme kullanımını engellemektedir. İşlevi

olmayan hacimler gereksiz miktarda hem enerji hem de malzeme tüketimine neden olacaktır. Kullanıcı ihtiyaçlarına göre yapılmamış her alan, yapının iklimlendirme ve havalandırma sistemlerinde enerji sarfiyatına neden olacaktır.

Malzemelerinde bir yaşam süresi vardır. Her malzeme kullanıldıkça eskimeye başlamaktadır. Yapılar ve malzemeler yaşam sürelerini doldurdukları zaman malzemeleri değiştirip yapıyı yıkmak yerine yeniden kullanımını sağlamak, sürdürülebilirlik ilkelerine uygun olacaktır. Ayrıca işlevini yitirmiş, terk edilmiş binalar ekonomik anlamda büyük yük oluşturmaktadır. Bu binalara bir uygulama yapılmadan önce, yıkım ya da rehabilite edilmesi maliyetinin karşılaştırılması gerekmektedir.

Yaşam süresi tamamlanan yapılar yıkıldığında, çok miktarda atık ortaya çıkmaktadır. Fakat bu atıkların organik olması sağlanabilir ya da ıslah edilirse yapılacak diğer yapılar için malzeme stoğu oluşturulabilir [<http://www.guvenctin.com/Enerji/GunesEnerjisi/GunesEnerjisi1.htm>]

### **2.1.3 Enerjinin Etkin Kullanımı**

Sürdürülebilir mimaride, daha az kaynak tüketen, ekonomi ve ekosistem arasındaki dengeyi bozmayan, ekoloji açısından sürdürülebilir nitelikte ekonomik kalkınma amaçlanır. Çevresel sorunların temelinin, ekolojik ilkelere uymayan enerji kullanımı olduğu artık kabul görmüştür. Bu nedenle ekolojik dengeleri bozmayacak bir enerji sisteminin geliştirilmesi gerekir. Mimaride 1970'li yıllardan bu yana sürdürülebilirlik ile doğrudan ilişkili, çevre bilinçli olarak nitelenebilecek mimari yönelmeler ortaya çıkmıştır. Bugün kullanmakta olduğumuz enerjinin büyük kısmı fosil yakıtlardan sağlanmaktadır. Bitkilerin ve diğer hayvanların çürümesi ile fosil yakıtlar oluşmuştur. Bu fosil yakıtlara ulaşabilmenin yolu da, sondaj veya kazmaktır. Fosil yakıtlar oluşumundan daha hızlı tüketilmektedir. Bu sebeple fosil yakıtlar kısa süreçte yenilenemeyenler şeklinde tarif edilebilirler. Özellikle denüfus artışı, şehirleşme ve sanayileşme pek çok yıldır bu yakıtlarla karşılanan enerji gereksiniminin daha da artmasına neden olmaktadır.

Bu yakıtların azalmasının yanı sıra, yanmaları sonucu çevreye verdikleri zararlar ve sağlık üzerindeki etkileri de büyüktür. Bu denli enerjiye bağımlı olarak yaşadığımız dünyada güneş, rüzgar ve jeotermal enerji gibi çevreye daha az zarar veren, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı için yeni teknikler geliştirilmesine olan gereksinim artmaktadır. Dünya genelindeki bu sorunlara ek olarak ülkemiz için bir diğer sorun da enerji ihtiyacının yaklaşık %60'ının yabancı

kaynaklardan karşılanmasıdır. Enerji tasarrufu konusunda alınacak önlemler ile enerji talebinin %25 oranında düşürülmesi mümkün olabilecektir. Enerji tasarrufunu sağlamak için alternatif enerji kaynaklarına yönelmek gerekir. Üretim maliyeti bulunmaması dolayısıyla akla ilk gelen alternatif enerji kaynağı *güneş enerjisi* olmaktadır. Ülkemiz güneşten alınabilecek enerji düşünüldüğünde önemli bir bölgede yer almasına karşın bu enerjiden yeterince faydalanılamamaktadır. Ülkemizde ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat, yıllık güneş enerjisi ışınım şiddeti 1311 kWh/m<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Ülkemizde güneş enerjisi potansiyeli Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde en fazla, Karadeniz Bölgesi'nde ise en düşüktür. Güneşlenme süresi göz önüne alındığında Güney Doğu Anadolu Bölgesi yılda 3015.8 saat ile en zengin bölgemizdir.

Bu kadar güneş enerjisi potansiyeline sahip ülkemizde bu enerjiden sıcak su eldesinde, bina ısıtılması ve soğutulmasında, sera ısıtılmasında yararlanıldığı görülmektedir. Ülkemizde yapı sektörü tüm enerji sarfiyatımızın önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Isıtma amaçlı bu sarfiyatın ülkemiz ve bina özelliklerine bağlı olarak önemli kısmının güneş enerjisinden karşılanabilme imkanı bulunmaktadır.

## **2.2 Enerjinin Verimli Kullanımında Aktif ve Pasif Yöntemler**

Güneş enerjisinden iki şekilde yararlanılabilir. İlki, güneş enerjisini toplamak, depolamak ve dağıtmak için çeşitli aparatlardan oluşan aktif ısıtma sistemlerini kullanmaktır. Bir diğeri ise enerji kullanan sistemleri işin dışında tutarak tasarım parametrelerinin güneş enerjisinden maksimum yarar sağlanacak şekilde belirlenmiş değerler ile yapı sistemini oluşturmaktır. Bu şekilde tasarlanan yapılar pasif sistem olarak işlev görmektedir. Aktif sistemin rejime girmediği bir yapı pasif sistem olarak tanımlanmaktadır. Aktif sistemlerin binalardaki görevinin minimuma indirilerek enerji ekonomisi sağlanması, binaların iklim elemanlarının etkilerini optimize edecek pasif sistemler olarak tasarlanması ile olanaklı olabilmektedir.

### **2.2.1 Aktif Sistemler**

Güneş ışınlarını ısıya dönüştüren çok çeşitli sistemler bulunmaktadır. Basit güneş kolektörleri ile yüzlerce watt, güneş enerjisi istasyonlarıyla yüzlerce megawatt enerji elde edilebilmektedir. Aktif sistemler, ısıtma, soğutma ve elektrik üretimi gibi amaçlarla kullanılabilir.

Aktif güneş enerjisi teknolojileri,

iki ana gruba ayrılmaktadır.

- Isıl Güneş Teknolojileri
- Fotovoltaik Piller (Güneş pilleri)

### 2.2.1.1 Isıl Güneş Teknolojileri

Bu sistemlerin çıkış noktası Güneş'ten ısı elde edilmesidir. Bu ısı doğrudan kullanılabilceği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir. Isıl güneş teknolojileri kendi içinde ikiye ayrılmaktadır.

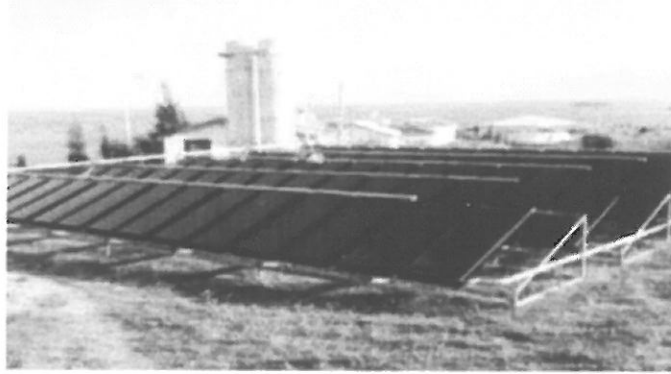
- Düşük sıcaklık sistemleri
- Yoğunlaştırıcı sistemler

#### Düşük Sıcaklık Sistemleri

Bu sistemler genel olarak güneş kolektörlü sıcak su sistemleridir.

#### Güneş kolektörlü sıcak su sistemleri

Güneş kolektörlü sıcak su sistemleri, güneş enerjisini toplayan düzlemsel kolektörler, ısınan suyun toplandığı depo ve bu iki kısım arasında bağlantıyı sağlayan yalıtımlı borular, pompa ve kontrol edici gibi sistemi tamamlayan elemanlardan oluşmaktadır. [25]



Şekil 5: Etkin su kullanımı Güneş kolektörlü sıcak su sistemi

Güneş kolektörlü sistemler tabii dolaşimli ve pompalı olmak üzere ikiye ayrılırlar.

#### Yoğunlaştırıcı Sistemler

Güneş enerjisi uygulamalarında düzlemsel güneş kolektör sistemleri dışında çok yüksek sıcaklıklara ulaşmak için yoğunlaştırıcı kolektör sistemleri de kullanılabilir.

Kolektörlerde güneş enerjisinin direk alındığı alana "açıklık alanı" ve güneş enerjisinin yutulmuş ısı enerjisine dönüştürüldüğü alana ise "alıcı yüzey" denir. Düzlemsel güneş kolektörlerinde

açıklık alanı ile alıcı yüzey alanları birbirine denktir. Yoğunlaştırıcı kolektörlerde ise güneş enerjisi, alıcı yüzeye gelmeden önce optik olarak yoğunlaştırıldığı için alıcı yüzey, açıklık alanından daha küçük olabilmektedir. Güneş enerjisini yoğunlaştıran kolektörlerde en önemli kavram ise "yoğunlaştırma oranı" dır. Yoğunlaştırma oranı, açıklık alanının alıcı yüzey alanına oranı şeklinde tarif edilir. Yoğunlaştırma oranı, iki boyutlu yoğunlaştırıcılarda (parabolik oluk) 300, üç boyutlu yoğunlaştırıcılarda (parabolik çanak) 40000 dolayındadır.

Bu tür kolektörlerde güneş enerjisi, yansıtıcı veya ışın kırıcı yüzeyler yardımı ile doğrusal ya da noktasal olarak yoğunlaştırılabilir.

### **2.2.1.2 Fotovoltaik Piller ( Güneş pilleri)**

Artan sanayileşme ve konfor ihtiyacı, elektrik enerjisine olan talebi de arttırmıştır. Artan talep sonucunda, ortaya çıkan alternatif elektrik üretim yöntemlerinden biri de güneş pillerinden (fotovoltaik pillerden) faydalanmaktır.

Fotovoltaik (photovoltaic) terimi, ışıktan gerilim üretilmesi anlamına gelir ve genellikle "PV" ile ifade edilir. Fotovoltaik piller için kullanılan ortak terim "Güneş Pilleri" olmakla birlikte, piller her tür ışık altında elektrik üretebilmektedir. Güneş pilleri, enerjiyi depolayamazlar. Işık kaynağı (örneğin güneş) ortadan kalktığında, pilin ürettiği elektrik de kesilmektedir. Eğer elektrik gece boyunca da kullanılacaksa, devreye bir elektrik depolayıcı (akü) eklenmelidir.

Depolanan enerjinin, sürekli kullanılıyor olmasına karşılık, piller harcanan enerjiyi, ancak gün ışığında ve genellikle de birkaç saat içinde depolamaya çalışmaktadırlar. Sistem dizayn edilirken, çözülmesi gereken önemli sorun, bu dengeyi sağlamaktır.

Bir sistem tasarlamaya başlarken göz önüne alınacak 3 kriter vardır. Bunlar sırasıyla, uygulamanın tipi, hava koşulları ve kullanıcıdır. Her yük tek tek ele alındığında, bir gün boyunca ne kadar zaman kullanılacağı, çekeceği akım ve gerilim değerleri bilinmelidir. Daha sonra, mevsimlere göre güneş ışınımı değerleri değişmekte olduğundan, kullanılacak zaman dilimi belirlenmelidir. Bu bilgiye göre, modülün güneş ışığını en iyi alabileceği açı hesaplanarak yerleştirilmesi yapılacaktır.

Sistemin çalışacağı yer ve hava koşulları da dizayn için önemli kriterlerdendir. Gerekli olan güneş ışınımı değerleri, yer ve zamana göre, belirlenmiş değerlerden seçilmektedir. Bundan dolayı, sistemin çalışacağı bölgenin koordinatları bilinmelidir. Koordinatlara ve sistemin yıl

içinde kullanılacağı zamana göre, güneşlenme oranı belirlendikten sonra, kullanıcı bilgileri... kriterine geçilir.

Bu kriter, kullanıcının tasarım üzerindeki taleplerini karşılamak içindir. Sistemin zamanla büyüyebileceği düşünülerek, monte edileceği yer seçilmelidir. Aydınlatma için tasarruflu ampuller seçilebilir.

Gerekli olan yük değerine göre, örgülerde yer alacak modül sayısı, bağlantı şekilleri (seri veya paralel) bulunmakta ve bu değere göre, akü sayısı hesaplanmaktadır. Kablo bağlantıları, devre kesiciler, sigortalar, topraklama ekipmanları seçilir. Sistemin tek başına veya destekli kullanılıp kullanılmayacağı belirlenir. Bu sistemler şebeke sistemine bağlanarak mevcut sistemle birlikte çalışabilmektedirler.

### **2.2.2 Pasif Sistemler**

Pasif güneş sistemleri, güneş enerjisi kullanımı için geliştirilen en eski sistemlerden biridir. Başlıca, binaların ısıtma ve soğutması için kullanılmaktadır. Güneş mimarisinde, güneş ışınımının etkilerini optimize etmek önem kazanmaktadır.

Güneş enerjisinden yararlanmada kullanılan pasif sistemler,

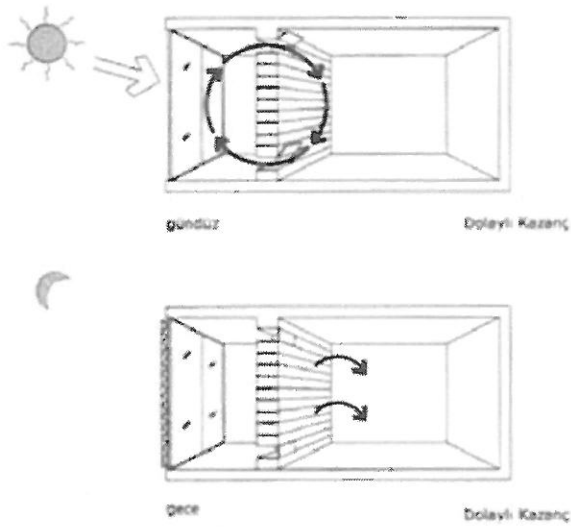
#### **2.2.2.1 Direkt Kazanım Sistemleri**

Bu sistemlerde, güneş enerjisi kuzey yarım küre için, güneye bakan yönde pencereler yardımıyla toplanır. Güney cephesindeki saydam alanın çift cam olarak oluşturulmasıyla bu sistemin verimi artar. Gün boyunca saydam yüzeyden geçen güneş enerjisi, beton döşeme ve masif duvarlar (taş duvarlar) gibi bina elemanları aracılığı ile toplanır ve gece kullanılmak üzere depolanır.

Kışları soğuk geçen iklim bölgelerinde tercih edilmez. Doğu ve batıya yerleştirilen açıklıklardan, kışın güney cephesine kıyasla az olmakla birlikte, güneşten faydalanmak olanaklıdır. Fakat, yaz güneşinin sabah ve öğleden sonra eğik gelmesi nedeniyle, bu açıklıkları korumak çok güçtür ve aşırı ısınma sorunu ortaya çıkabilir. Güneye bakan pencereler ise, kışın eğik gelen güneş ışınlarından gün boyu yararlanabilir; yazın ise daha dik gelen ışınlardan korunmaları kolaydır. Dolayısı ile açıklıklar, güney cephesinde büyük, kuzey, doğu ve batı cephelerinde ise, doğal aydınlatma ve havalandırmayı sağlayacak kadar olmalıdır.

Direkt kazanım sisteminin yapım maliyeti oldukça düşüktür. Döşeme, duvarlar ve hatta iç mekandaki duvarlar bile ısı depolama görevi yapmaktadırlar. Güney cephedeki pencerelerin büyüklüğü ve sayısı isteğe ve ihtiyaca göre ayarlanabilmekte fakat fazla miktarda kullanılan cam parlama, kamaşma ve mahremiyet gibi problemlere neden olabilmektedir. Güney cephesindeki pencereler, yazları gölgeleme elemanlarına ve kış geceleri de yalıtıma ihtiyaç duymaktadır. Gece izolasyonları dıştan panellerle, içten kumaşlarla kepenk veya panjurlarla sağlanabilir. Çatı açıklıkları aracılığı ile güneş ışınımının termal kütle olarak kullanılan döşeme ve duvarlara ulaşması sağlanabilir.

### 2.2.2.2 Dolaylı Kazanım Sistemleri



**Şekil 6: Dolaylı Kazanım Sistemleri**

Dolaylı kazanım sistemlerinde, termal depolayıcı bir kütle güneşten direkt kazanılan ısıyı daha sonra yaşama alanlarına iletmek için toplar ve depolar. Dolaylı kazanım sistemlerini farklı türlerde oluşturmak mümkündür.

- Trombe duvar
- Bidon duvar
- Çatı havuzu sistemleri

#### **Trombe Duvar**



Bu sistem bir cam yüzey ve arkasına yerleştirilmiş, tercihen siyaha boyanmış ya da seçici yüzeye sahip ısıyı hapseden uygun bir ısıl kütlede oluşur. Bu sistem Trombe duvarı olarak adlandırılmaktadır. Trombe duvarı, özellikle yeterince güneş alan fakat soğuk iklim bölgeleri için çok uygundur.

Gece, ısı kaybını engelleyerek hapsedilen ısının tümünün içeriye alınmasını sağlamak, yazın da yapıyı gölgeleyerek ısınmamasını sağlamak amacıyla yalıtım elemanı ile hava şartlarından korunması sistemin verimini arttırmaktadır. Isıl kütlede ısıyı içeriye geç iletme sorunu camın 20 cm kadar arkasına yerleştirilmiş olan seçici yüzeye sahip duvara eklenen havalandırma açıklıklarıyla çözülebilmekte, bu sistemde cam ile duvar arasındaki boşlukta ısınan ve yükselen hava duvarda tavana yakın yerleştirilen açıklıklardan içeriye alınmakta; mekanın serin olan havası da, zemine yakın olan açıklıklardan duvarla cam arasına girmekte, burada ısınan hava yükselerek sürekli dolaşım sağlamaktadır.

Yazları cam yüzeydeki kanatların ve odadaki herhangi bir pencerenin açılmasıyla doğal havalandırma sağlanmaktadır. Yaz gölgesi ve kış gece yalıtımı önlemlerinin yanı sıra, kış akşamları için alınması gereken bir diğer önlem de hava hareketinin tersine dönerek ısınan havanın cam yüzeyle duvar arasına kaçması, böylece alttaki deliklerden içeriye soğuk havanın çekilmesiyle iç mekanın soğumasının engellenmesi amacıyla duvardaki havalandırma açıklıklarının kapatılmasıdır.

Bu sistemlerin avantajı, iç mekanı dış şartlardan koruması, duvar arkasındaki mekanın sıcaklık değişimlerinden etkilenmesini engellemesi, istenmeyen veya malzemelere zarar verebilecek güneş ışığından korumasıdır. Sistemin bir diğer avantajı da kolay yapımı ve hareketli parça olmamasıdır. Isıl kütlede hapsedilen ısının akşam saatlerinde de içeriye ısı vermeye devam etmesi ve içeridekilerin en azından ılık duvar veya tavanla yüz yüze kalmalarıdır. Temel olumsuzlukları ise ısıl kütlede sabahları geç ısınması, sonra da içeriye aktarılan ısının istenmediği durumlarda denetlenememesidir. Güney cephesinde kullanılan trombe duvarından dolayı doğal aydınlatma ve manzaraya açılma gibi gerekliliklerden yararlanılamaz .

### **Bidon Duvar (Isı depolayıcı akışkan olarak su kullanılan duvarlar)**

Bu sistemin çalışma prensibi, kullanılan ısı depolama malzemesi ve kullanım şekli dışında Trombe duvarı ile benzemektedir. Sistemi oluşturan elemanlar geniş cam yüzey ve buna bitişik masif ısı depolama kütesidir.

Bu sistemde ısı depolama kısmı (bidonlar) su veya benzer bir sıvı ile doludur.

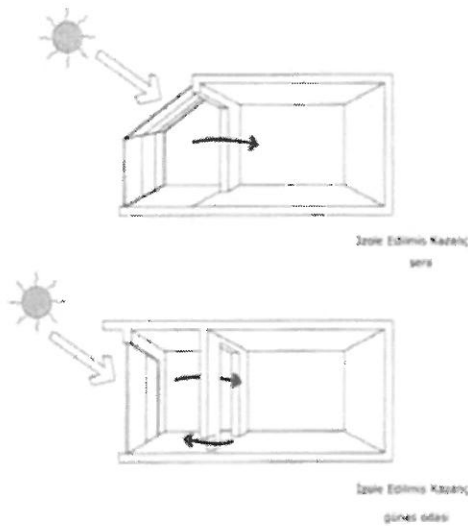
Bidonlar siyaha boyanarak ışın toplayıcı yüzey oluşturmakta, böylece bidonlar toplayıcı ve ısı depo görevlerini beraber yapmaktadırlar. Camdan geçen ışınlar bidonun siyah yüzeyi tarafından yutulmakta ve ısı enerji bu şekilde bidonun içindeki suyu ısıtmaktadır. Isınan bidonlar ışıma ve taşınım yoluyla enerjilerini binanın içine aktarırlar. Gündüz kazanılanı gece yitirmemek için duvar şeklindeki yalıtılmış kapaklar akşamları kapatılarak ısı kayıpları önlenmektedir.

Büyük depolama hacmine sahip olan duvarlar, uzun süreli depolama kapasitesine sahip olmaktadır.

### Çatı Havuzu Sistemleri

Dolaylı sistemlerin çatı açıklıkları ısı kütlelerinin su olması durumunda, çatı havuzu olarak da adlandırılabilir. Çatı havuzu sistemi yaz dönemi için sıcaktan korunma sağlamaktadır. Kış döneminde ise havuzdaki su gün boyu güneş ışınımının etkisi ile ısınmaktadır. Böylece çatı havuzunun etkisi mekandaki havanın da ısınmasını sağlamaktadır.

### 2.2.2.3 İzole Edilmiş Kazanç Sistemleri



Şekil 7: İzole Edilmiş Kazanç Sistemleri

İzole edilmiş pasif kazanç sistemlerinde, ısı toplama ve depolama mekanı binanın ana kullanım alanlarından izole edilmiştir. Böylece bu sistem ısı toplama ve depolama görevini binadan

bağımsız olarak gerçekleştirmektedir. İzole edilmiş kazanç sistemleri iki farklı türde oluşturulabilir.

- Seralar

- Güneş odaları

**Seralar**, içerisi ve dışarısı arasında geçişi sağlayan, binaya ısı, temiz hava ve nem sağlayan, içinde yaşanabilen toplaçlardır. Güneşe bakan cam yüzeylerin artması kış günlerinde ısı kazancını arttırmakta, güneşin olmadığı zamanlarda ısı kaybının, yazın da istenmeyen ısı kazancının artması gibi negatif durumlar getirebilir. Bu nedenle, kış akşamları için gece yalıtımı, yaz gündüzleri için de güneşten korunma güney pencerelerine göre daha büyük önem taşımaktadır. Gün içinde termal kütle güneş ışınımı sayesinde ısınmaktadır. İlerleyen saatlerde iç mekanda ki serin hava termal kütle üzerindeki açıklıklardan izole edilmiş mekana geçmekte ve burada ısınmaktadır. Daha sonra ısınan hava üstteki açıklıktan tekrar iç mekana dönmektedir. Sürekli olan bu sirkülasyon sayesinde iç mekan da ısınmaktadır. Gece saatlerinde termal kütle üzerindeki kapaklar kapatılmakta ve hem termal kütlede depolanan ısı hem de iç mekanda ısınan hava sayesinde konfor şartları sağlanmaktadır .

En kolay çözümlerden biri , binaların güney cephesine eklenen cam ya da şeffaf plastik örtü ile oluşturulan seralar, bir anlamda pasif güneş enerjisi kullanımı sağlayan alanlardır. Bitki yetiştirmeye uygun ortamı yüzünden eski adı "limonluk" olan serada, ısınan havanın yükselip tavana yakın kısımdan binaya girmesi ve buna karşılık içerdeki soğuk havanın yere yakın seviyeden seraya dönmesi, geniş yüzeyli güneş bacası oluşturmasını sağlar. Aşırı güneşin rahatsız edici etkileri, kontrollü perdeler veya güneş kırıcıları ile engellenebilir.

Mekandaki ısı, kışın çakıl doldurulan kısımda depolanabilir. Yazın ise gündüz aşırı ısınma, hareketli gölgelendirme sistemleri ile engellenebilir. Ayrıca seranın bina ile hava alışverişi kesilir, dış hava ile sirkülasyon sağlanabilirse, geceleri diğer duvar malzemelerine göre daha hızlı soğuyan şeffaf malzemelerin etkisi ile bu bölge soğuk hava kaynağı olarak hizmet verebilir.

Sıcak iklim kuşağında bu nedenle, güney serasının benzeri bir kuzey serası oluşturulabilir. Tavanda ve yerde yapısal ya da mekanik kanallarla iki sera arasında sirkülasyon oluşturulduğunda, kuzey serasındaki serin havanın gece ve gündüz soğutma amacı ile kullanılma olanağını elde edilebilir. Yazın tavandaki menfez kapatılır ve her iki kısmın da pencereleri açılır. Böylelikle güney serasında ısınan hava pencereden dışarı çıkarken, bunun

yerine kuzeydeki camlı bölümden giren serin hava tabandaki kanallar aracılığı ile binanın en çok ısınan güney bölümüne yönlendirilir.

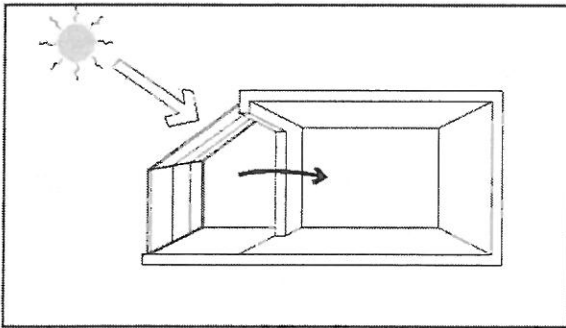
**Güneş odaları**, yapıda iç mekan ile dış mekan arasında bulunan, dış mekandan saydam bir yüzeyle ayrılmış ve diğer mekanlardan izole edilerek oluşturulmuş olup bağlantılı olduğu mekanlardan gelen ısı kayıpları ve güney cephesindeki saydam yüzeylerden kazanılan güneş ışınları tarafından ısınmaktadır. Güneş odasının avantajı, ısı toplamasının yanı sıra yapıya ek bir yaşama mekanı kazandırmasıdır.

Güneş odaları güneş kolektörlerine göre daha az verimli olmasına rağmen, yıl boyu birçok saatin geçirileceği enerji tasarrufu sağlayan yaşama mekanı yaratmaktadır .

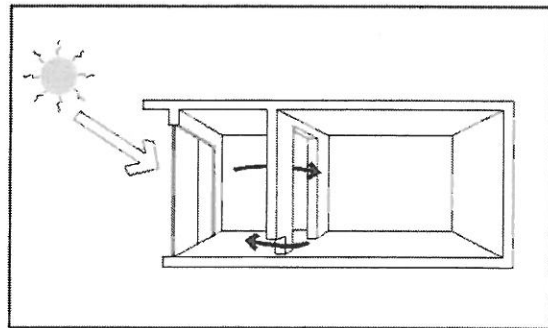
Bu sistem, direkt kazanım ve Trombe duvarı sistemlerinin bir kombinasyonu gibi olup pencere ile güney yönündeki duvar arasında bir sera oluşturulmuş şeklindedir ve uygun yönlendirilmiş bir sera ile uygun yönlendirilmiş duvarın bir araya getirilmesiyle oluşmaktadır. İçteki duvar bu amaçla yalıtılarak rüzgarın soğutucu etkisinden korunmuştur. Bu sistem hacim ısıtmada kullanılmaktadır.

Binanın ana mekanlarından ayrılarak dış ortam ile iç mekanlar arasında ani ısı değişikliklerini dengeleyerek bir tampon bölge oluşturması nedeniyle direkt kazancın sağlandığı mekanlara göre daha fazla avantaj sağlamaktadır.

Güneş odaları eklendikleri yapıya kışın ve geçiş mevsimlerinde ek bir yaşama mekanı sağlamanın yanı sıra hareketli ve kontrollü gölgelendirme elemanları ve havalandırma üniteleriyle yıl boyu konfor değeri yüksek yaşanabilir mekanlar olarak işlev görmektedir. Isısal özellikler ve yapını tasarımı düşünüldüğünde iki tip güneş odasından söz edilebilir.



**Şekil 8:** Sera tipi güneş odası

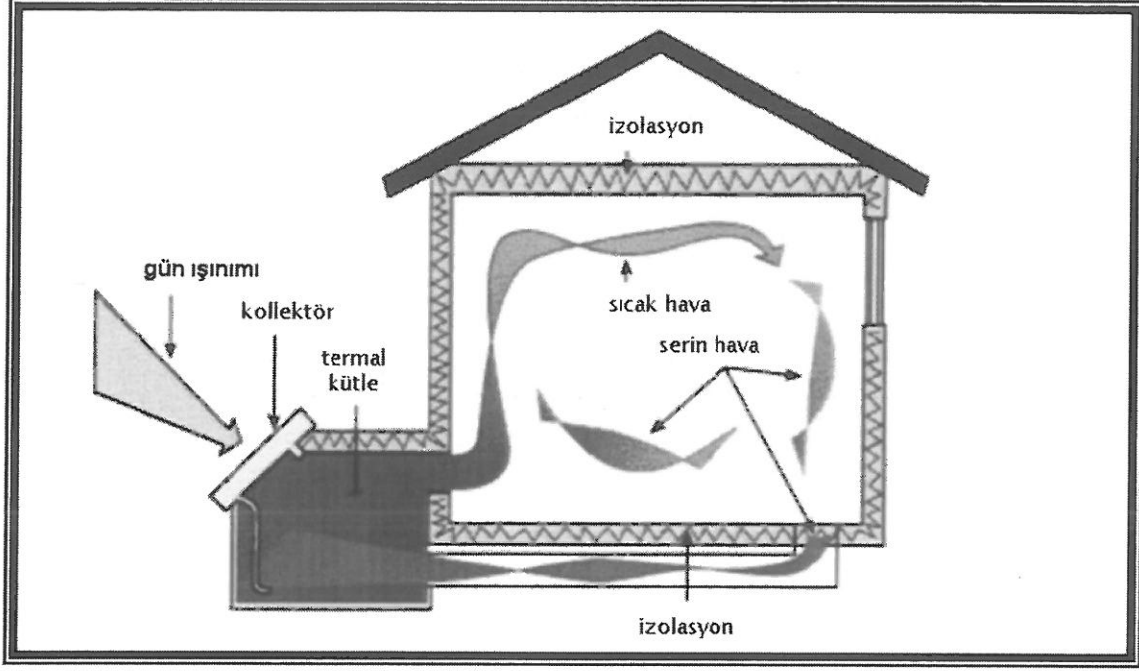


**Şekil 9:** Sundurma

– Sera tipi güneş odaları : eğimli çatıdan ve bazen de eğimli cam / saydam duvarlardan oluşmaktadır.

Güneş sundurmaları : yatay opak ve yalıtılmış çatıdan ve dikey/düşey saydam yüzeylerden oluşmaktadır.

### Termosifon Sistemler



Şekil 10: Termosifon sistem

Bu sistemde, bina cephesinden ayrı olarak direkt güneş ışınımı ve yaşama mekanı arasında ki bağlantıyı sağlayacak şekilde bir toplayıcı alan bulunur. Soğuk hava veya akışkan, toplayıcı alanının en düşük seviyesinde iken, güneş ışınımı aracılığı ile ısınır ve depolayıcı kütleyle doğru yükselerek hareket eder ve yukarıya yükselen sıcak havanın yada akışkanın yerine soğuk hava veya akışkan ile yer değiştirerek sirkülasyon sağlanır.

### 2.3 Yapılarda Yaşam Döngüsü

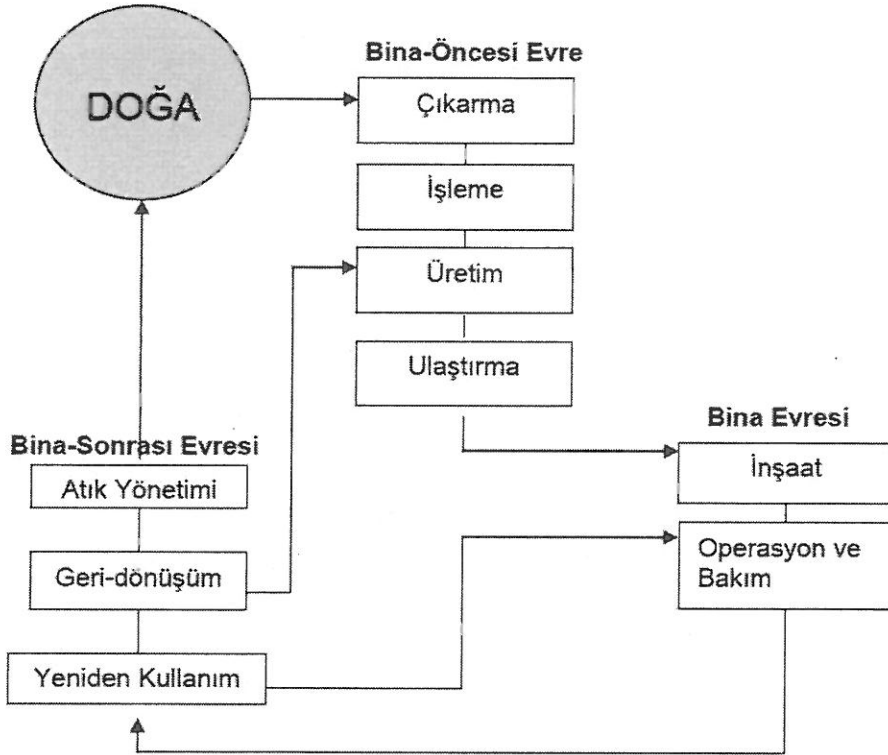
Yapı sektörü; dünyada binalarda kullanılan enerjinin toplam enerji kullanımındaki payı ve bu enerjinin fosil yakıt kaynaklı olması, iklimlendirme ve havalandırma sistemlerindeki gaz salınımları, malzeme tedarikinde tüketilen doğal kaynaklar, binalarda kullanılan su tüketimi, boş arazilerin tüketilmesi gibi pek çok etmenler ile dünya üzerinde çevre ile ilgili tüketimin en temel sorumlusudur. Yapı sektörü yeni iş alanları yaratması ve iş olanakları sunması açısından kalkınmanın en temel gücüdür. Bu nedenle yapı sektörünü korurken küresel anlamda da dönüşüme katkı sağlayabilmesi, dış hedeflere odaklanması ile sağlanabilir. Bu konuda etkili

olabilmesi ise sürdürülebilir bir tasarım ve yapım ile gerçekleştirilir.

Sürdürülebilir bir yapı tasarımını ortaya koymadan önce yapı arsasının bulunduğu, sosyal, kültürel ve çevresel sorunların ayrıntılı olarak irdelenmesi ve etkin çözümler oluşturulması gerekmektedir. Sürdürülebilir olmanın koşullarından biri olan yaşam döngüsü tasarımında; çevre değerlerinin ve doğal kaynakların bilinen yöntemlerle, şimdiki ve gelecek kuşakların hak ve yararları da göz önünde bulundurularak kullanılması anlayışının önem kazanması ile yapıyı oluşturan tüm malzemelerin doğaya geri verilmesi amacı yatmaktadır.

Yapılarda yaşam döngüsü üç aşamalı uygulanmaktadır;

- Yapım Öncesi Aşama
- Yapım Aşaması
- Yapım Sonrası Aşama



Şekil 11: Yapılarda Yaşam Döngüsü [5]

### 2.3.1 Yapım Öncesi Aşama

Arazi seçimi, yapı formu ve kabuğu, yapı malzemeleri, suyun korunumu, peyzaj tasarımı ve temiz enerji kullanımı kriterlerine uyum sürdürülebilir mimarinin ana gereksinimlerindedir.

## Arazi Seçimi

Yapının konumlandırılacağı arazinin fiziksel koşulları ve iklim özellikleri, yapının iklimlendirilmesi bakımında önem taşımaktadır. Mevcut araziye müdahale olabildiğince az yapılmalıdır. Yapının konumlanacağı arazinin güneş ile ilişkisi, yapının yaz kış ısısal konforu ve doğal ışıktan en fazla yararlanma açısından önem taşımaktadır. Konum;

- Arazi parçasının baktığı yön,
- Arazi parçasının eğimi,
- Arazi parçasının örtüsü (güneş ışınımı yansıtma özelliği) kapsamında değerlendirilmektedir.

[Ovalı P.K. ,2009]

Yapının konumlanmasında rüzgarın etkisi de çok önemlidir. Rüzgardan yararlanmak isteniyor ise tepelere, korunmak isteniyor ise yamaçların altlarına yerleşmek gerekmektedir. Bütün bu unsurlar dikkate alınarak yapı konumlandığında, ısısal ve ışıksal anlamda enerji tasarrufunda bulunmaktadır.

İklim bölgesi	Konum	Eğim
Soğuk	Güney ve güneydoğuya bakan yamaçların rüzgârdan korunmuş vadi tabanına yakın alt kısımları tercih edilir.	Eğimli (en fazla 22°)
Ilıman-nemli	Güneydoğuya bakan yamaçların serin rüzgâr alabilecek üst kısımları tercih edilir.	Eğimli (en fazla 22°)
Ilıman-kuru	Güney ve güneydoğuya bakan yamaçların rüzgârdan korunan alt kısımları tercih edilir.	Eğimli (en fazla 22°)
Sıcak-nemli	Güneye bakan yamaçların serin rüzgâr alan yüksek kısımları (tepeler) veya kuzey yön tercih edilir.	Düzlük (0-6° arası)
Sıcak-kuru	Doğu veya güneydoğuya bakan yamaçların serin rüzgâr alan vadi tabanları (çukurlar) tercih edilir.	Düzlük (0-6° arası)

Şekil 12: Konum Seçimi [46]

### **2.3.1.1 Yapı Formu Tasarımı**

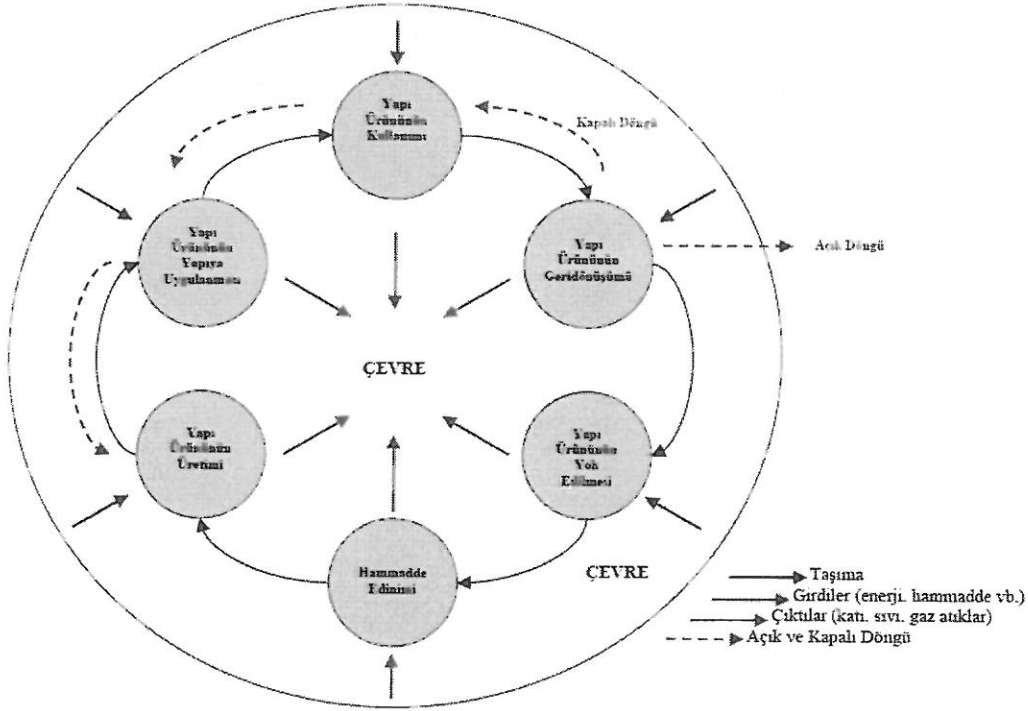
Yapı kabukları, eğimleri ve yüksekliği yapının şeklini ortaya koymaktadır. Yapıdaki enerji kaybının en aza indirilmesi için ısı kayıplarına yol açan yapı kriterlerinin ihtiyaca göre düzenlenmesi gerekmektedir. Yapılan incelemelerle hacim değerleri aynı olan geometrik yapılarda, silindirik ve küresel formların ısı kaybının, diğer formlara göre daha az olduğu tespit edilmiştir. Yapılarda ısı alışverişini sağlayan yüzey alanlarının azaltılması, ısı kayıplarının azalmasını sağlamaktadır.

### **2.3.1.2 Yapı Kabuğu Tasarımı**

Çatılar ve cepheler çatının kabuk sistemini oluşturup binanın dış ortamla ilişkisini kesen, ısısal kazanç ve kayıplara neden olan yapı elemanlarıdır. Bu nedenle, kuzey yarım küredeki yapıların güney cepheleri şeffaf, kuzey cepheleri, ise az boşluklu yapılmaktadır. Binaların sürdürülebilir olması için, dış cepheler olabildiğince yeşillendirilmeli, burada performansı yüksek camlar, çift kabuk sistemler ya da fotovoltaik cepheler kullanılmalıdır. Bu yöntemlerle binalardaki enerji kaybının %40'a kadar önlenmesi sağlanabilmektedir.



### 2.3.1.3 Malzeme Korunumu



Şekil 13: Malzeme Yaşam Döngüsü [30]

**Kapalı Döngü:** Kullanımı sona eren yapı malzemesinin benzeri yapı malzemesi üretiminde kullanılmak üzere geri dönüştürülmesi

**Açık Döngü:** Kullanımı sona eren yapı malzemesinin yeni bir yapı malzemesi üretiminde kullanılmak üzere geri dönüştürülmesi

Yapının oluşmasını sağlayan malzemelerin yapının yaşam döngüsünde doğaya uyumlu olması, sürekli bakım onarım istememesi sürdürülebilirliğin ilkelerindedir. Yapı malzemelerinin temininde, ekolojik çevreye minimum seviyede zararlı malzemeler seçilmeli, işlenmesinde ve yapı alanına getirilmesinde çevreye verilen zararlar belirlenmeli ve en aza indirilmesine özen gösterilmelidir. Ekolojiye zararsız malzemelerin ihtiyaçtan fazla kullanımı da bu malzemeleri yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakmaktadır. Bu tehlikeyi azaltmak için doğal – yapay ekolojiye yük getirmeyecek malzemelerin kullanılması gerekmektedir. Bu da eski binaların yıkımı sonrası ortaya çıkan kullanılabilir nitelikteki malzemelerin, yeni binaların yapımında hammadde veya

ürün madde olarak kullanımı sağlanmalıdır.

#### **2.3.1.4 Su Korunumu**

Yapılarda kurulan atık su toplama düzenekleriyle toplanan yağmur suları ve arıtılmış gri suların, yapının hijyen gerektirmeyen sıhhi tesisatında ve bahçe sulama işlemlerinde kullanılmasıyla büyük oranda su korunumu sağlanmış olur. Aynı zamanda gereksiz su kullanımını önleyici tesisat ve malzemelerin kullanılması da suyun korunumuna katkı sağlamaktadır.

#### **2.3.1.5 Peyzaj Tasarımı**

Doğru doğa ürünleri kullanılarak yapıların çevre düzenlemelerinden enerji tasarrufu sağlanabilir. Peyzaj tasarımındaki sert zeminini sınırlamak yoluyla yağmur suyu kaybı en aza indirgenebilir. Yapıların batı ve kuzeybatı cephelerinin maruz kaldığı akşam güneşini, yapının bu cephesinin önüne ağaçlar dikerek engellemek mümkündür. Binanın güneyine yaprak döken, kuzey cephesine ise her zaman yeşil kalan ağaçların yerleştirilmesiyle de, soğuk kış rüzgarlarından, yaz güneşinden korunma sağlanır. Buharlaşıma ile serinleten su materyalleri kullanılarak hem göze hitap eden hem de yarar sağlayan bir dış cephe oluşturulabilir. Yapı çatısının yeşil çatı olarak tasarlanması ile havadaki CO2 oranının azalmasını ve yağmur suyunun depolanmasını sağlayarak suyun korunumuna katkı sağlanmış olur. Ayrıca çatı örtüsünün altında kalan yapı elemanın, uzun ömürlü ve dayanıklı olmasını sağlar. Kuşlar ve diğer canlılar için doğal yaşam alanı oluşturarak, arazi üzerinde kapladığı alan tekrar yeşil doku olarak kazanılmış olur. Yeşil çatı kullanımı, yapının ekolojiden çaldığı alanın tekrar kazanılmasını da sağlar.

#### **2.3.1.6 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı**

Ekolojik dengenin gün geçtikçe bozulmasında önemli bir unsur olan yapı sektörü, sürdürülebilirliği gerçekleştirmek için konuya ilişkin çözümler üretmektedir. Yapı, işletmesinde ihtiyacı olan enerjiden fazlasını kullanmayıp yenilenebilir enerji kaynaklarından (güneş, rüzgar, hidroelektrik, jeotermal, biyokütle enerjisi gibi) faydalanarak ve ekolojik geri dönüşümlü yapı elemanlarını tercih ederek ekolojiye katkıda bulunmaktadır.

### 2.3.2 Yapım Aşaması

Bu süreç, binanın yapımıyla kullanımını kapsayan bir süreçtir. Bu aşamada adım adım düşünülmüş bir şantiye programı önem kazanmaktadır. İyi bir planlamayla iş makinelerinin güzergahının belirlenmesi ile araçların gereksiz alanları kullanmaları engellenebilir. Ayrıca yapılan kazılarda, zemin kaynaklı suların şantiye dışına çıkmasına engel olunmalıdır.

Yapı alanında bulunan ağaç ve yeşil örtülere gerek duyulmadıkça zarar verilmemelidir. Ekolojik önemi olan bölgelerde insan gücüyle işlem sağlanmalıdır. Yapım aşamasında ortaya çıkan atıkların yönetimi de ayrı bir önem taşımaktadır. Ortaya çıkan atıkların sınıflandırılması ile bu atıkların geri dönüşümü sağlanabilmektedir. Kullanılan malzemelerin insan sağlığını tehlikeye atmaması ve iş güvenliğinin sağlanması, birçok ülkede yapı yönetmelikleriyle güvence altına alınmıştır. Elemanların birbiriyle bağlantısını sağlayan yapıştırıcı maddelerin sahip olduğu zararlı bileşenler, yapıdaki hava sirkülasyonu ile tüm yapıyı etkilemektedir. Bu tehlike göz önüne alınarak yapıda kullanılacak tüm malzemelerin ekolojik ve zararsız olması sağlanmalıdır. Sera etkisinin %50'sine yapı sektörü neden olmaktadır. Bu nedenle planlama aşamasında bu oran göz önünde tutularak, kullanılan malzemenin üretin, taşıma ve uygulamalarında minimum seviyede enerjiyi tüketmesi, karbondioksit salınımının indirgenmesi için yapılacak çalışmalar ve izlenecek yollar saptanmalıdır.

KİRLETİCİ		KİRLETİCİNİN BULUNDUĞU YAPI ÜRÜNÜ	KULLANICI SAĞLIĞINA ETKİLERİ
VOCs	Benzen	Mobilyalar, boyalar, kaplamalar	Kanser
	Formaldehit	Kontrplak, halı ve laminat yapıştırıcıları, boyalar, yalıtım ürünleri	Göz yanması ve yaşanması
	Tolüen	Yapıştırıcılar, döşeme kaplamaları, boyalar	Bitkinlik, koordinasyon bozukluğu, uykusuzluk, göz rahatsızlıkları
Asbest		Yalıtım ürünleri, bazı döşeme ve tavan kaplamaları, eski sıvalar	Asbestosis, akciğer kanseri, mezotelyoma, plevra tümörü
Radon		Beton, tuğla, granit, alçı, agrega	Akciğer kanseri
Polivinil Klorür (PVC)		Doğrama profilleri, kaplama, çatı örtüsü, duvar kağıdı, boru, oluk, elektrik döşemi	Baş dönmesi, bitkinlik, baygınlık, baş ağrısı, bulantı, gözlerde yanma, uyku düzensizliği, bellek yitimi, işitme bozuklukları, sınırlılık, deride kalınlaşma, parmak ucu kemiklerinde değişiklikler, parmaklarda kan dolaşımının bozulması, kanın pıhtılaşmaması, çarpıntı, kalp krizi, bağışıklık sistemi zayıflığı, üreme organları sorunları, karaciğer, akciğer, mide, beyin, kan ve lenf kanseri
.....		.....	.....

Şekil 14: Kirleticiler ve Etkileri [30]

### 2.3.3 Yapım Sonrası Aşama

Malzemelerin de bir yaşam süresi vardır. Her malzeme kullanıldıkça eskimeye başlamaktadır. Yapılar ve malzemeler yaşam sürelerini doldurdıkları zaman malzemeleri değiştirip yapıyı yıkmak yerine yeniden kullanımını sağlamak, sürdürülebilirlik ilkelerine uygun olacaktır. Ayrıca işlevini yitirmiş, terk edilmiş binalar ekonomik anlamda büyük yük oluşturmaktadır. Bu binalara bir uygulama yapılmadan önce, yıkım ya da rehabilite edilmesi maliyetinin karşılaştırılması gerekmektedir.

Yapım sonrası aşaması, yapının yıkımında ortaya çıkan atıkların kontrol altına alınma aşamasıdır. Bu durum dünya ülkeleri ile beraber Türkiye’de de yönetmeliklerde yer alarak önem kazanmıştır. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği’nde yer alan birinci madde amacı açıklamaktadır. Bu amaca göre; “her türlü atık ve artığın çevreye zarar verecek şekilde, doğrudan veya dolaylı bir biçimde alıcı ortama verilmesi, depolanması, taşınması, uzaklaştırılması ve benzeri faaliyetlerin yasaklanması, çevreyi olumsuz yönde etkileyebilecek olan tüketim maddelerinin idaresini belli bir disiplin altına alarak havada, suda ve toprakta

kalıcı etki gösteren kirleticilerin hayvan ve bitki nesillerini, doğal zenginlikleri ve ekolojik dengeyi bozmasının önlenmesi ile buna yönelik prensip, politika ve programların belirlenmesi, uygulanması ve geliştirilmesidir.” Ayrıca inşaatlara ruhsat verilebilmesi için uyulması gereken kurallardan biride atık yönetimidir. Bu durum yönetmeliğin 41. maddesinde şöyle ifade edilmiştir: “Belediyeler veya yetkilerini devrettiği kişi ve kuruluşlar, tesisi çevreyi kirletmeyecek, toplumun huzurunu bozmayacak ve yürürlükte olan kanun ve yönetmeliklerde istenilen ürün ve emisyon sınırlarını sağlayacak şekilde çalıştırmak zorundadır. Belediyeler veya yetkilerini devralan kişi veya kuruluşlar bu yönetmelikte ve eklerinde belirtilen ölçümlerini yapmak, sonuçlarını istendiğinde mahallin en büyük mülki amirine, belediye başkanlıklarına ve bakanlığa bildirmek zorundadır.”

Yapı ürünleri; hammaddelerinin edinimi, üretimi, yapıya entegrasyonu, kullanımı ve kullanımının sona ermesi ile geri dönüşümü ya da ortadan kaldırılması gibi çevre ile doğrudan ya da dolaylı bir etkileşim içerisinde olmaktadır. [Başar B. Türkiye’de Yapısal Katı Atıkların Yeniden Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, G.Y.T.E, Fen Bilimleri Enstitüsü] Yapım sonrası aşamada atık yönetimi, geri dönüşüm, yeniden kullanma ve bertaraf etme ile yapılmaktadır.

#### **2.3.3.1 Yeniden Kullanım**

Yıkılacak yapılarda kapı, pencere, asma tavan, bölme duvar gibi yeniden kullanılabilir yapı elemanları ıslah edilerek başka yapılarda değerlendirilebilir. Bu uygulama ile yapıda harcanacak malzemeden tasarruf edildiği gibi kaynak tasarrufu da sağlanmış olur. Bu uygulamalarda ayırma, depolama ve sınıflama gibi ayrımlar yapıp, yapı bileşeninin zarar görmemesine dikkat edilmelidir.

#### **2.3.3.2 Geri Dönüştürme**

Yapı atıklarının geri dönüştürülmesi, yaşam ömrü bitmiş malzemelerin geri dönüşüm yöntemleriyle hammadde üretimine geri kazandırılmasıdır. Sürdürülebilir mimaride, malzemelerin geri dönüşümü oldukça önemlidir. Bu sayede çevre kirliliğinin azalması ile ekosistemin yükünün hafiflemesine, enerji tasarrufunun artmasına katkı sağlanmış olur. Yeniden kullanım ile yok edilmesi gereken atıkların hacimlerindeki azalma, dönüşüm maliyetinin azalmasına da katkı sağlamaktadır.

### **2.3.3.3 Yapısal Atıkların Bertaraf Edilmesi**

Yapım sonrasında, atıkların insan ve çevre sağlığı göz önde bulundurularak bertaraf edilmesi en önemli unsurlardan birisidir. Atıkların bertaraf edilmesi sürecinde doğru teknolojinin doğru bir şekilde ve zamanda uygulanması, teknik ve ekonomik olarak araştırılmalıdır. Atıkların bertaraf edilmesi genelde açıkta yakılarak hacminin azaltılmasıyla ya da atık yok etme amacıyla kurulmuş tesislerde gerçekleştirilmektedir.

### 3. YEŞİL BİNA DEĞERLENDİRME VE SERTİFİKALANDIRMA SİSTEMLERİ

Yeşil bina değerlendirme ve sertifikalandırma sistemleri , projelerin tasarım ve uygulama aşamalarında, çevreye karşı duyarlı ve sürdürülebilirlik kavramını destekleyici tutumunun devamlılığını kontrol etmek ve varılan sonucun belgelenmesi amacıyla geliştirilmiştir.

Yapının, içerisinde bulunduğu çevre üzerinde büyük ölçüde etki gücüne sahip bir rol oynadığı düşünüldüğünde yapının tasarım, uygulama ve uygulama sonrası kapsamında ele alınarak yapı bileşenlerinin çıkış noktası olan hammadde edinimi ile başlayan bir süreçte incelenmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Yapının tüm yaşam döngüsü doğrultusunda yapı sektörünün uzun bir süreçte değerlendirilmesi ve gerekli ve belirlenen zaman aralıklarında yapılacak kontrollerle çevreye duyarlı hale getirilmesi gerekmektedir. Bu değerlendirme yapının kendi içerisinde alınacak önlemler ve çevreye ilişkin alınacak önlem ve çalınmalar başlığı altında 2 grupta toplanabilir. Yeşil bina değerlendirme sistemleri ve çevresel değerlendirme metotları olarak birbirinden ayrılan bu sistemler hedefleri ve uygulamaları doğrultusunda birçok ortak özellik de barındırmaktadırlar.

#### Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri

Çevresel etki değerlendirme metotları yapının her anlamda ele alınması için bir kılavuz ihtiyacını doğurmuştur. Bu ihtiyacın asıl nedeni genel değerlendirme çerçevesinde ele alınan konu başlıklarının bina bazına indirilip incelenememesinden kaynaklıdır. Bu durumda yapının kendine ait sürdürülebilirlik kriterlerinin incelenmesi ve çevresel etkisinin belirlenmesi adına ölçütlere dayalı sertifika sistemlerinin ihtiyacı ortaya çıkmıştır. 20. yüzyıl boyunca artan nüfus ve teknolojinin çevre üzerinde yarattığı etkiye yönelik farkındalığın artmasıyla yapı sektöründe, binaların sebep olduğu çevresel etkiyi kontrol altına almak adına yoğunlaşan çalışmalara bağlı olarak „Ölçütlere Dayalı Sertifika Metotları“ üzerinde çalışılmaya başlanmıştır. Ölçütlere dayalı sertifika metotları, binaların „ölçülebilir özelliklerini“ geniş kapsamlı değerlendirilmesi, kolay uygulanabilmeleri ve sonuçların kolay anlaşılır olması açısından ön plana çıkmıştır.

Oluşturulan yeşil bina sertifikasyonlarından her biri bulunduğu ülkede yüzde yüz verimli sonuçlar verebilmekte ancak sertifikayı kabul görmüş diğer bir ülkede kriterlerin revizyonları ya da uyarlamaları sonucunda zorluklar, aksaklıklar yaşanmaktadır.

### **Kullanımı En Yaygın Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri**

Günümüzde World Green Building Council (Dünya Yeşil Bina Konseyi - WGBC) üyesi ülkelerin, çoğunlukla kabul ettiği 4 metot mevcuttur. BREEAM, LEED, Green Star ve CASBEE olarak bilinen bu sistemlerin dışında uluslararası katılımlı SBTTool da birçok ülkede ulusal koşullara uyarlanarak kullanılmaktadır. 1990 yılında İngiltere’de ortaya çıkan BREEAM ve 1998 yılında Amerika Birleşik Devletlerinde kullanımı başlayan LEED ise yeşil bina sertifikasyon sistemleri arasında kullanım açısından en yaygın 2 metottur. Bu sistemlerin yanında Almanya’da Alman Yeşil Bina Konseyi tarafından oluşturulmuş DGNB’nin de gün geçtikçe kullanımı artmaktadır.

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design / Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik)



Amerikan Yeşil Binalar Konseyi tarafından (USGBC) geliştirilerek, 1998 yılında sürdürülebilir bina endüstrisinde yeşil bina tanımlamaya ve değerlendirmeye yönelik uygulamaya geçirilen bir sistemdir. LEED gönüllü başvuru ve ortak akla dayalı olan, şeffaf bir teknik değerlendirme sürecine sahip bir sistemdir. Tüm sistem belgelendirme üzerine kuruludur. LEED’in amacı yapı sektöründe payı olan kişilerin ve kuruluşların, yapıların yaşamı boyunca oluşturdukları çevresel faktörlere dikkat çekerek, faaliyetlerini ve ürünlerini bu etkileri minimuma indirmek doğrultusunda geliştirmektir. USGBC’ye göre LEED’in hedefleri, Yeşil Bina’yı tanımlamak için genel geçer ölçme standartları oluşturarak bütünsel bir bina tasarım sistemi geliştirmek, yeşil rekabet teşviği, yeşil binanın faydaları konusunda tüketici bilincini maksimum seviyeye ulaştırmak olarak belirtilmiştir.



### 3.1 LEED (Enerji ve Çevre Gelişiminde Liderlik)

LEED temelde bir performans standartıdır, yani genellikle bir geliştiricinin, mimarın ya da bina sahibinin belirli değerlendirme rakamlarını nasıl karşılayacağını seçmesini sağlar;

- LEED ABD'nin tamamında hemen hemen tüm ticari ve kurumsal binalarda yeni inşaatlar ve büyük renovasyonlarda kullanılan esnek bir araçtır.
- Ortaya çıkışından bu yana, LEED yeşil binalar oluşturmakla görevli mimarlık ekipleri için değerli bir tasarım aracı olmanın yanında nihai sonucu değerlendirmenin de güvenilir bir yöntemi olmuştur.
- Uluslararası platformda kabul görmüş bir yeşil bina sertifika sistemi olan LEED, en önemli kriterler olan ;

1.enerji tasarrufu,

2.su verimliliği,

3.CO2 emisyonu azaltma,

4.yüksek iç ortam kalitesi,

5.kaynak yönetimi ve

6.hassaslık kriterlerinde

performansı yükseltmeyi amaçlayan stratejilerle tasarlanıp inşa edilen bina ve topluluklar için üçüncü parti bir onaylama sistemidir.

ABD Yeşil Bina Konseyi (USGBC) tarafından oluşturulan LEED,

bina sahiplerine ve operatörlere pratik ve ölçülebilir ;

•yeşil bina tasarım,

•inşaat,

•işletme

•bakım çözümlerini belirlemek ve uygulamak için kısa ve öz bir çerçeve sağlar.

#### 3.1.1 Uygulama Alanları ve Süreçleri

1.LEED ticari ve konut amaçlı tüm bina tiplerine uygulanabilecek kadar esnektir.

2.Tasarım ve inşaat,

3.işletme ve bakım,

4.kiracı ihtiyaçlarının sağlanması ve

5.iyileştirmeler dahil olmak üzere tüm bina yaşam çevrimi boyunca devrededir.

### **3.1.2 LEED'in yaptığı ölçümler**

Gönüllü bir sertifika programı olan LEED tüm bina tiplerine ve her yaşam çevrimi aşamasında uygulanabilir. Aşağıdaki kilit alanlarda performansı değerlendirerek sürdürülebilirlik anlamında tüm binayı kapsayan bir yaklaşım izler;

#### **3.1.2.1 Sürdürülebilir Sahalar**

Bir yapı alanı seçmek ve inşaat sırasında bu alanı yönetmek projenin ilerleyişi açısından önemlidir. Sürdürülebilir Sahalar kategorisi önceden geliştirilmemiş arazilerde

- gelişimin önüne geçer,
- yapının ekosistem ve su yolları üzerindeki etkisini minimum seviyeye indirir,
- bölgeye uygun peyzajlandırma gelişmelerini teşvik eder,
- akıllı ulaşım tercihlerini ödüllendirir,
- yağmur suyu akışını kontrol altında tutar ve
- erozyon, ışık kirliliği, ısı adası etkisi ve inşaatla alakalı kirliliği minimum seviyeye indirir.

#### **3.1.2.2 Su Verimliliği**

Binalar içme suyunun başta gelen kullanıcılarıdır. Su Verimliliği kategorisinin amacı içeride ve dışarıda suyun daha akıllı şekilde kullanılmasını desteklemektir. İçeride daha verimli aygıt ve tesisatlarla ve dışarıda suya uygun peyzaj düzenlemeleriyle su tüketimi elde edilebilir.

#### **3.1.2.3 Enerji ve Atmosfer**

ABD Enerji Departmanı'na göre, binalar ABD'de yıllık olarak üretilen enerjinin %39'unu ve elektriğin %74'ünü kullanmaktadır. Enerji ve Atmosfer kategorisi farklı enerji stratejilerini teşvik etmektedir:

- işletmeye alma,
- enerji kullanımını izleme,
- verimli tasarım ve inşaat,
- verimli aygıtlar, sistemler ve aydınlatma,
- sahada ve saha dışında üretilen yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarının kullanımı ve

•diğer yenilikçi stratejiler:

#### **3.1.2.4 İç Ortam Kalitesi**

ABD Çevre Koruma Örgütü, Amerikalıların günün yaklaşık %90'ını dışarıya kıyasla hava kalitesi çok daha kötü olan iç mekanlarda geçirdiklerini tahmin etmektedir.

İç Ortam kalitesi kategorisi, iç havayı geliştirebilecek stratejileri desteklemenin yanında doğal güneş ışığına ve manzaraya izin vererek akustiği iyileştirir.

#### **3.1.2.5 Yer ve Bağlantılar**

Bina değerlendirme sisteminde kullanılan LEED, bir binanın çevre üzerindeki etkisinin büyük bir bölümünün bulunduğu yerden ve topluma uyum yönüyle ortaya çıktığını kabul etmektedir.

Yer ve Bağlantılar kategorisi evlerin çevresel olarak duyarlı yerlerden uzakta dolgu, önceden geliştirilmiş ve diğer tercih edilebilir sahalara inşa edilmesini teşvik etmektedir. Mevcut altyapıların, topluluk kaynaklarının ve transit geçişlere yakın inşa edilmiş evleri ödüllendirir ve yürüyüş ve fiziksel aktiviteler için açık alan düzenini teşvik eder.

#### **3.1.2.6 Bilinç ve Eğitim**

Ev değerlendirme sisteminde kullanılan LEED, bir evin yeşil olabilmesi için içinde yaşayanların yeşil özellikleri maksimum etki sağlayacak şekilde kullanmaları gerektiğini kabul etmektedir. Bilinç ve Eğitim puanı, inşaatçıların ve emlak uzmanlarının ev sahiplerine, kiracılara ve bina yöneticilere yeşil ev eğitimi ve bu özelliklerin nasıl kullanılabileceğiyle ilgili bilgi ve araçları sağlamalarını teşvik eder.

#### **3.1.2.7 Tasarımda Yenilik**

Tasarımda Yenilik kategorisi, yeni ve yenilikçi teknolojiler ve stratejiler kullanarak diğer LEED kategorilerinde ya da LEED'de belirtilmeyen yeşil bina hususlarında gerekli olan kriterleri aşan bir performans elde eden projelere ek puan kazandırır.

Bu kategori, ekipte bir LEED Akredite Edilmiş Uzman bulundurarak tasarım ve inşaat aşamasına bütünsel ve entegre bir yaklaşım sağlayan projeleri de ödüllendirmektedir.

### 3.1.2.8—Bölgeye Verilen Öncelik

USGBC bölge konseyleri, bölümleri ve bağlı kuruluşları ülkenin yerel anlamda en büyük önemi taşıyan çevresel problemleri belirlemiştir ve her bölge için bu yerel öncelikleri ele alan altı LEED kategorisi seçilmiştir.

Bölgesel öncelik kredisi kazanan proje bir ekstra puan almanın yanında ilgili krediye ait puanları da alır. Bu şekilde en fazla dört ekstra puan kazanılabilir.

### 3.1.3 Sertifika alma şekli

- LEED puanları 100 üzerinden verilir ve krediler potansiyel çevre etkilerini yansıtacak şekilde ağırlıklandırılmıştır.
- Ek olarak, 10 ekstra kredi bulunur ve bunlardan dördü bölgeye özgü çevresel hususları ele alır. Proje tüm ön koşulları karşılamalı ve onaylanacak en az puana sahip olmalıdır.
- Yeşil Bina Sertifikalandırma Enstitüsü (GBCI) tüm LEED Değer Sistemlerinde kayıtlı tüm ticari ve kurumsal projeler için LEED sertifikalarını yönetir.
- Bunu bir bisküvi paketindeki besin etiketi olarak ele alalım: LEED binanın yeşil yönleriyle ilgili aynı türde önemli bilgileri sağlar ve bunlar bir araya geldiğinde yüksek performans elde edilir.

### 3.1.4 Leed Çeşitleri

Öncelikle Yeni Yapılar için geliştirilen LEED programı alanında sonrasında diğer yapı türlerine cevap verecek sürümler de geliştirilmiştir. Farklı yapı türleri için geliştirilen 6 farklı LEED çeşidi vardır;

- LEED-NC (New Construction and Major Renovations) : Yeni yapılar ve önemli onarımlar için geliştirilen ölçütleri içerir.
- LEED-EB (Existing Buildings) : Mevcut yapılara yönelik bakım, güçlendirme, geliştirme çalışmalarının nasıl gerçekleştirileceğine dair ölçütleri içerir.
- LEED-CI (Commercial Interiors) : Ticari iç mekan kullanıcıları için tasarım ölçütlerini içerir.
- LEED-CS (Core and Shell Projects) : Yapı çekirdeği ve kabuğu denenen strükture yönelik ölçütleri içerir.
- LEED-H (Homes) : Konutların yüksek performanslı olmasına yönelik ölçütleri içerir.
- LEED-ND (Neighbourhood) : Mahalle gelişimine yönelik ölçütleri içerir.

e-LEED-Healthcare sağlık yapılarını geliştirmeye yönelik ve LEED-Retail alışveriş merkezlerini geliştirmeye yönelik LEED programları hazırlanmaktadır.



Sertifikalı

40-49 puan

Gümüş

50-59 puan

Altın

60-79 puan

Platin

>= 80 puan

şekil 15: Leed Puanlama Dereceleri

### 3.2 BREEAM

1990 yılında uygulanmaya başlayan Bina Araştırma evre Değerlendirmesi Yöntemi (BREEAM) uluslararası platformda kullanılan ilk evre değerlendirmesi aracıdır. Hem yeni hem de mevcut bina ve topluluklarda evre performansını analiz etmek üzere tasarlanmıştır. BREEAM İngiltere'deki inşaat ve gayrimenkul sektörlerinde çevresel tasarım ve yönetimde en iyi uygulama yöntemi olarak kabul edilmektedir. BREEAM Yeni Zelanda, Avustralya ve Kanada'da benzer programların temelinde kullanılmıştır.

BREEAM müşterilerine, geliştiricilere, tasarımcılara ve diğer şahıslara aşağıdakileri sunar:

- Çevreye etkisi düşük binalar yönünden piyasada tanınırılık,
- binada en iyi çevresel uygulamanın bulunduğu garantisi,
- evre zerindeki etkiyi minimuma indiren yenilikçi çözümler bulmak için ilham,
- yönetmelikten daha yüksek bir karşılaştırma noktası,
- işletme maliyetlerini düşürmeye, çalışma ve yaşam ortamlarını geliştirmeye yardımcı bir araç,
- kurumsal ve organizasyonel dışsal hedeflere yönelik ilerleme gösteren bir standart.

BREEAM geniş yelpazedeki evre ve sürdürülebilirlik hususlarını ele alır ve geliştirici ve tasarımcıların planlamacılara ve müşterilere binalarla ilgili evre bilgilerini vermelerini sağlar:

şeffaf, kolay anlaşılır ve bulgu tabanlı araştırma ile desteklenen bir doğrudan puanlama sistemi sunar,

binaların tasarımı, inşaatı ve yönetiminde olumlu etkiye sahiptir, güçlü kalite güvence ve belgelerle sağlam bir teknik standardı korur.

BREEAM yüksek konfor, çevresel ya da sağlık avantajları sağlayan yönetmelik üzeri performansları ödüllendirir. BREEAM puan ya da kredi verir ve çevreye olan etkileri aşağıdaki şekilde gruplandırır:

- Enerji: işletme enerjisi ve karbondioksit
- Yönetim: yönetim politikası, işletmeye alma, saha yönetimi ve tedarik
- Sağlık ve Mutluluk: iç ve dış sorunlar (gürültü, ışık, hava kalitesi v.b.)
- Ulaşım: ulaşım ile ilgili CO2 ve yerle alakalı faktörler
- Su: iç ve dış tüketim ve verimlilik
- Malzemeler: gömülü karbondioksit gibi yaşam çevrimi etkileri dahil yapı malzemelerinin etkileri
- Atık: inşaat kaynağı verimliliği ve işletme atık yönetimi ve minimizasyonu
- Arazi Kullanımı: saha tipi ve bina ayak izi
- Kirlilik: dış hava ve su kirliliği
- Ekoloji: ekolojik değeri, saha koruma ve geliştirme

Her bölümde kazanılan toplam puan ve kredi, bölümleri önemine göre değerlendiren çevresel ağırlıklandırma faktörü ile çarpılır. Bölüm puanları toplanır ve genel puana ulaşılır. Binanın genel puanı bulunduktan sonra aşağıdaki ölçekte değere çevrili:

Geçer - Orta – İyi -Pekiyi – Olağanüstü

1-5 arası bir yıldız değeri de mevcuttur:

Örneğin, 6 Yönetim Kredisine sahip bir bina bu kategoriden 10 puan alır ( $6 \times 1.67 = 10$ ).

3. Sütündeki puanlar toplanır ve "geçer" ile "pekiyi" arasında bir not verilir. Bu durumda 41 puanı olan bina "orta" not alır. Puanı 25 altında olan binalar başarısızdır. [Yrd. Doç. Dr. Zeynep Işık, Yapılarda Sürdürülebilirlik Dersi, Ders Notları]

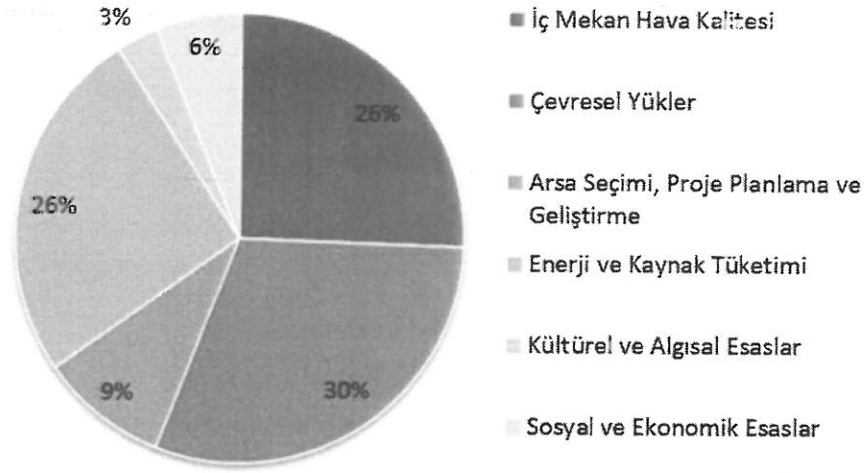


**Şekil 16:** Breeam Sisteminin Kullanıldığı Ülkeler şeması

### 3.3 SBtool

SBTool (daha önceki adıyla GBTool), 1998 yılında 14 katılımcı ülke ile kurulmuş olan uluslar arası bir değerlendirme sistemidir. 2008 yılında katılımcı ülke sayısını 21'e çıkartmıştır. SBTool'un hedeflendiği doğrudan yapılara uygulanamayacak, genel bir değerlendirme çerçevesidir.

Değerlendirmede esas alınan performans kriterleri; Yer Seçimi, Proje Planlaması ve Geliştirmesi (Site selection, Project planning and Development), Enerji ve Kaynak Tüketimi (Energy and Resource Consumption), Çevresel Yükler (Environmental Loadings), İç Mekan Çevre Kalitesi (Indoor Environmental Quality), Servis Kalitesi (Service Quality), Sosyal ve Ekonomik Esaslar (Social and Economic Aspects), Kültürel ve Algısal Esaslar (Cultural and Perceptual Aspects) olmak üzere 7 kategoride ele alınmaktadır. SBtool performans kategorileri ve dağılım oranları Şekil 18 'de gösterilmiştir.



**Şekil 17:** SBtool performans kategorileri ve dağılım oranları

Tüm sistemler gibi bu kategorilerde de performans ölçütü çok çeşitlidir. Tüm uyarlamalarda bu ölçütlerin sisteme dahil edilme koşulu uygulanabilirliğidir. Uyarlama yerel kuruluş ve otoriteler ile akademik üyeler tarafından performans kategorilerinin ve seçilen her kriterin, o ülkeye/bölgeye uygun ağırlık katsayılarını, bilimsel bir zemine dayalı olarak ve görüş birliğiyle belirlenmektedir. İki aşamalı ağırlık katsayısı uygulamasından oluşan bu değerlendirmeye göre yapı performans ölçütlerinde; -1: olumsuz performans; 0: kabul edilebilir; 3: iyi uygulama; 5: en iyi uygulamadır. Asıl hedefi bölgesel koşullara uygunluk açısından hem uyarlamayı yapan ekibe hem de kullanıcılara gerçekçi ve objektif bir değerlendirme yapma olanağı sağlamaktadır. Sistemin 21 üye ülkesi dışında, Malezya, Tayvan, Hong Kong, Çin Halk Cumhuriyeti gibi Asya ülkelerinde de başarılı sonuçlar elde edilmiştir. [Sev, A. ve Canbay, N., 2009]



**Şekil 18:** SBTOOL Sistemi Sertifika Düzeyleri (URL-10,2013)

### 3.4 Green Star

Avustralya Yeşil Bina Konseyi (GBCA) tarafından 2003 yılında geliştirilen Green Star büyük ölçüde BREEAM ile benzeşmekte olup, yapıların yaşam döngüsü etkilerini değerlendirme amacı



taşımaktadır. Bu puanlama sistemi ilk etapta, ofis tasarımları, mevcut ofis yapıları ve ofis iç mekânları değerlendirilmek amacıyla ofisler için geliştirilmiş, daha sonra alışveriş merkezleri ve eğitim binaları da bu sürüme eklenmiştir. Günümüzde ise endüstri yapıları üzerinde çalışmalar sürmektedir. Değerlendirmede esas alınan performans kriterleri; Yönetim, İç Mekân Çevre Kalitesi, Enerji, Ulaşım, Su, Malzeme, Arazi Kullanımı ve Çevrebilimi, Salınım, Yenilik olmak üzere kategorilere ayrılır . GREEN STAR performans kategorileri ve dağılım oranları şekil 19’ da verilmiştir ;



**Şekil 19:** GREEN STAR performans kategorileri ve dağılım oranları

Değerlendirmeye söz konusu yapıların tüm performans kategorileri için aldığı puanlar, bölgesel ve iklimsel koşullar göz önünde bulundurularak belirlenen ağırlık katsayıları ile çarpılmaktadır. Böylece sistemin Avustralya’daki farklı iklim bölgelerinde gerçekçi bir değerlendirme elde edilmesi sağlanmaktadır. Yapılar değerlendirme sonunda kazandıkları puana göre bir ile altı yıldız arasında derecelendirilmekte, yapının “Yeşil Yapı” olabilmesi için ise puanların %31’ini alarak, dört yıldız düzeyine ulaşması gerekmektedir. 4 Yıldızlı Green Star (Puan: 45-59), Çevresel sürdürülebilir tasarım ve/veya yapıda “En iyi Tatbikatı”; 5 Yıldızlı Green Star (Puan: 60-74), “Avustralya’daki Mükemmellik” örneğini; 6 Yıldızlı Green Star (Puan: 75-100) ise “Evrensel Liderliği” simgelemektedir. [Sev, A. ve Canbay, N., 2009]

### 3.5 CASBEE

Japonya Sürdürülebilir Yapı Konsorsiyumu (JSBC) ve Yeşil Bina Konseyi (JaGBC) tarafından geliştirilmiş olan Binaların Çevresel Etkinliği için Detaylı Değerlendirme Sistemi (CASBEE) Japonya ile birlikte diğer Asya ülkelerinin de sürdürülebilirlik esasları göz önünde

bulundurularak hazırlanmıştır. Bu sistemde araçlar binanın fonksiyonuna bağlı olmaksızın Tasarım, Yeni Yapılar, Mevcut Yapılar, Yenileme aşamaları için farklı değerlendirme araçları kullanılmaktadır. Henüz geliştirilme aşamasındaki tasarım aracı, projeye uygun yer seçimi ve projenin çevresel etkilerini azaltmak konusunda tasarım ekibine yardımcı olmayı hedeflemektedir. Geçici Yapılar, Sergi Alanları (CASBEE for Temporary Construction) ile Müstakil Konutlar (CASBEE for Detached House) için de iki sistem; ısı adası etkisini, kentsel kalkınma projelerini ve binaların kentsel alan içindeki performanslarını değerlendirmek üzere de üç sistem daha geliştirilmiştir. CASBEE değerlendirme süreci diğer sistemlerden oldukça farklı olarak iki esasa dayalıdır. Birincisi yapının çevresel kalitesi ve performansı, ikincisi ise yapının çevresel yükleridir. Bu iki değer birbiri oranı, yapının çevresel etkinliğini (BEE) ifade etmektedir. Yapının çevresel kalitesi ve performansı; İç Mekân Çevresi (Indoor Environment), Servis Kalitesi (Service Quality) ve Arsada Dış Mekân Çevresi (Outdoor Environment on Site) kategorilerinde sağladığı puan toplamıdır. Yapının çevresel yükleri ise; Enerji (Energy), Kaynaklar ve Malzemeler (Resources and Materials), Arsa Dışındaki Çevre (Off-site Environment) kategorilerinden kazandığı puanı ifade eder. Değerlendirme sonucunda yapıya C, B-, B+, A ve S olmak üzere sertifika verilmektedir. C en düşük çevresel etkinlik düzeyini, S ise en yüksek sürdürülebilirlik düzeyini ifade etmektedir. [Yeşil Bina Sertifikalandırılması, Ocak 2012]



### 3.6 DGNB

Alman menşeli DGNB, yapı planlaması ve değerlendirilmesi amacı ile Alman Yeşil Bina Konseyi ve Ulaşım, İnşaat ve Kentsel İlişkiler Birleşmiş Bakanlığı ortaklığında oluşturulmuştur. Bu sınıflandırma yapıların planlama ve değerlendirilmesinde kullanılmak amacıyla oluşturulmuştur.

DGNB Sertifika Sisteminde, güncel teknolojiye göre tasarlanan sürdürülebilir yapılar hedeflenmektedir. Şartlara uyan projeler bronz, gümüş ve altın kategorilerinde

sınıflandırılmaktadırlar. Değerlendirmede --esas alınan-- performans ölçütleri: Çevrebilim, Ekonomi, Sosyal Kültürel ve Operasyonel konular, Teknik konular, Arazi Yerleşimi ve Süreçler olmak üzere kategorilere ayrılır. Alman sertifika programı; sürdürülebilirliğe olan katkısı haricinde maliyet, inşaat süresince bütünsel bir planlamaya teşvik edilmesini, yatırımcıların Alman emlak sektörüne olan ilgilerinin artmasını, yapının ekonomik, performans, kültürel ve fonksiyonel açılardan da değerlendirilmesini hedefler.

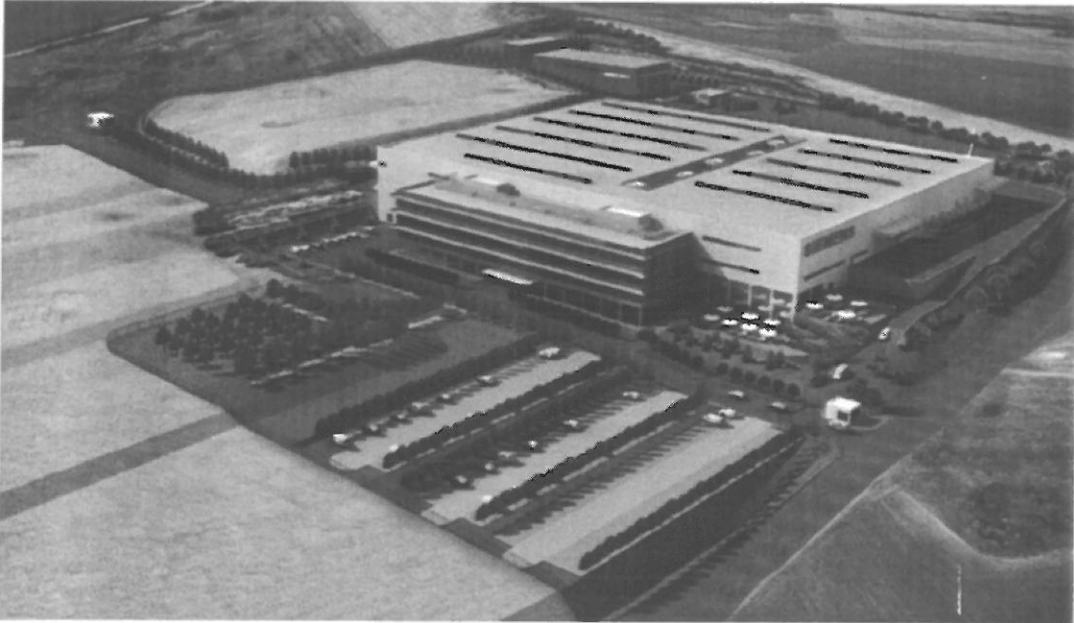
[Yeşil Bina Dergisi Aralık.2012]

## 4. SERTİFİKALANDIRILMIŞ ÖRNEKLER

### 4.1 SİEMENS GEBZE TESİSLERİ

#### 4.1.1 Genel Bilgiler

Siemens, Gebze OSB’de tüm fonksiyonların yer aldığı toplam 35.000 m2 kapalı alan için inşaat faaliyetini Mart 2008 yılında başlatmıştır. Söz konusu yatırımla yeşil bina kriterleri dikkate alınarak, çevreye saygılı, sağlıklı ve ekonomik bir bina meydana getirilmiştir. Yeşil bina sertifikası olarak; LEED NC ver2.2 (Leadership in Energy and Environmental Design New Construction ver2.2) kriterleri göz önüne alınmış ve LEED Altın sertifikası hedeflenmiştir. Bu kapsamda, tasarım aşaması ile ilgili tüm faaliyetler tamamlanmış ve Amerika Yeşil Bina Konseyi’ne (USGBC-US Green Building Council) teslim edilmiştir. İnşaatın tamamlanmasından sonra ilgili dokümanlar USGBC’ye teslim edilecektir. Aşağıda, yeni binalar için yeşil bina değerlendirme sistemi (LEED NC ver2.2) hakkında genel bilgi verilmiş ve Siemens Gebze tesislerinde yeşil bina kriterlerini yerine getirmek için uygulanan stratejiler anlatılmıştır. [YAMAN, C. 2009]



Şekil 20: Siemens Gebze Tesisleri

## Yeşil Bina Derecelendirme Sistemi (LEED NCver2.2)

LEED yeşil bina derecelendirme sistemi, gönüllü bir standart olup Amerika Yeşil Bina Konseyi(USGBC) tarafından verilmektedir. Söz konusu derecelendirme değişik puanlama ağırlığına sahip aşağıda yer alan 6 kategoride yapılmaktadır.



1. Sürdürülebilir Alanlar(Sustainable Sites)
2. Su Verimliliği (Water Efficiency)
3. Enerji ve Atmosfer (Energy and Atmosphere)
4. Malzemeler ve Kaynaklar (Materials and Resources)
5. İç Mekan Kalitesi (Indoor Environmental Quality)
6. Tasarımda Yenilikler (Innovation in Design). [LEED NC ver 2.2 Reference Guide]

### 4.1.2 Projedeki Yeşil Bina Uygulamaları

#### 4.1.2.1 Sürdürülebilir Alanlar

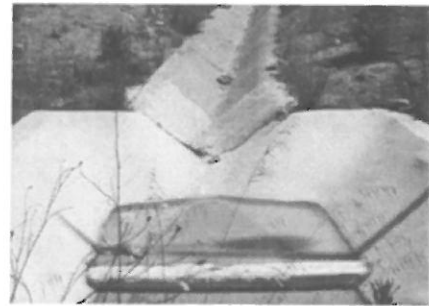
İnşaat faaliyetleri ile ortaya çıkan çevre kirliliğini minimize etmek için birçok tedbir alınmıştır. Bunlar, saha boyunca tekstil malzemesi ile perdeleme yapılması, kamyon lastiklerinin yıkanması, su kanallarında toprak çökeltme sistemlerinin uygulanması gibi bir takım önlemlerdir.



Şekil 21: Perdeleme Çalışması



Şekil 22: Yıkama Ünitesi



Şekil 23: Toprak Çökeltme Sistemi

### **Saha Seçimi**

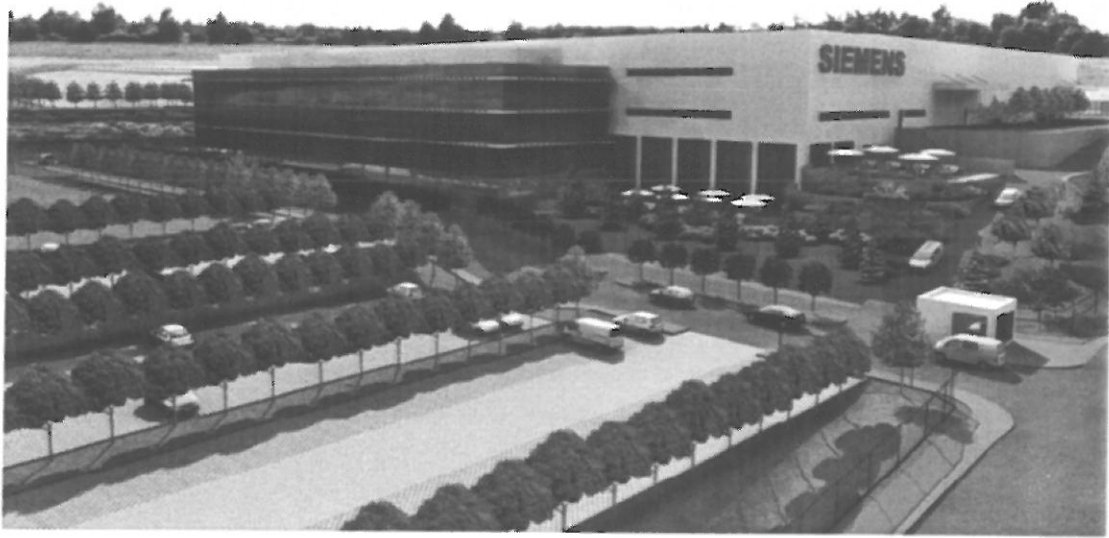
Geliştirme sahasının OSB’de seçilmesi ile yeşil alanların ve verimli tarım arazilerinin korunması hedeflenmiştir.

### **Alternatif Ulaşım**

Optimum servis sayısı sağlanarak toplu taşıma desteklenmiş ve böylece CO2 salınımı ve fosil bazlı yakıt kullanımı azaltılmıştır.

### **Yeşil Alan Kullanımı**

Isı adası etkisinin azaltılması ve yeşil alanların korunmasına yönelik standartların üzerinde açık alan bırakılmış ve bu alanlarda su tüketimi az olan yerel bitkiler ve ağaçlar ile yoğun bir yeşillendirme stratejisi izlenmiştir.



**Şekil 24:** Ağaçlandırma Çalışmaları

## Yağmur Suyu Yönetimi

Su kaynaklarımızı ve kalitesini korumak amacıyla sahaya gelen yağmur suyunun sahada toprağa geçerek emilmesi için otoparkta delikli taşlar ve yeşil alan kullanımı artırılmıştır. Yine su kaynaklarımızı ve kalitesini korumak amacıyla çatı yağmur suları depolanarak yeniden kullanılması ön görülmüştür. Yine aynı amaçla, özellikle asfalt yollar gibi sert peyzaj alanlarına gelen yağmur suyu, toprağa yönlendirilmiş ve burada filtre edilmesi sağlanmıştır.

## Isı Adası Etkisi

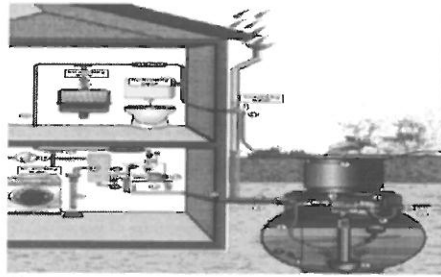
Güneş ışınlarının yapılarda ve sert peyzaj alanlarında oluşturduğu ısı adasının artırdığı yapıların soğutma yükünü dolayısıyla enerji sarfiyatını düşürmek amacıyla çatı kaplamaları beyaz seçilmiş ve böylece güneş ışınlarını yansıtması sağlanmıştır. Yollar, kaldırımlar gibi sert peyzaj alanlarının bir bölümü ağaçlar ile gölgelendirilmiş, otoparkta delikli taşlar kullanılmış ve yeşil alan kullanımı artırılarak ısı adası etkisinin minimize edilmesi hedeflenmiştir.

## Aydınlatma Kirliliği

Aydınlatma kirliliğinin en aza indirilmesi için iç mekânlarda bina aydınlatma sistemleri, dış mekânlarda ise cephe aydınlatması yerine çevre ve peyzaj aydınlatması kullanılmış; çevre ve peyzaj aydınlatmasında ise Ashrae standartlarına göre bir takım tasarımlar yapılmıştır.

## 4.1.2.2 Su Verimliliği

Peyzaj alanlarında su verimliliğini maksimize etmek amacıyla yerel bitkiler tercih edilmiş ve



damlama sulama sistemi kullanılmıştır. Arıtma sistemi ile edilen su ve çatı yağmur suyu peyzaj alanlarında kullanılmıştır. Bu şekilde peyzaj sulamasında yarı yarıya su tasarrufu sağlanmıştır.

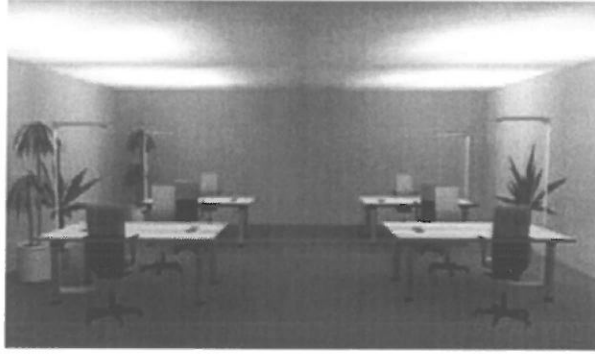
**Şekil 25:** Yağmur Suyu Arıtma Sistemi

#### 4.1.2.3 Enerji ve Atmosfer

Düşük debili klozetler, yüksek verimli ve sensorlu bataryalar ile susuz pisuarlar seçilerek bina kullanım suyu yarı yarıya tasarruf sağlanmaktadır.

#### Aydınlatma

Ofislerde gün ışığı ve harekete duyarlı armatürler, üretim alanlarında ise ışık şiddeti ayarlanabilecek şekilde armatürler kullanılmıştır. Bu sistemle aydınlatmada yarı yarıya tasarruf sağlanabilmektedir.



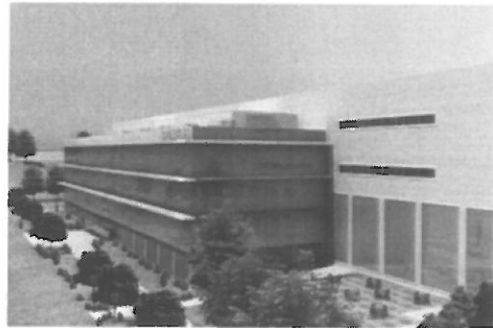
Şekil 26: Ofis Aydınlatma Armatürleri

#### Gün Işığı Kullanımı

Gün ışığından maksimum düzeyde faydalanarak, elektrik tüketiminin minimize edilmesi hedeflenmektedir. Bu kapsamda ofislerde giydirme cam cephe, çatıdan zemine kadar bir galeri şeklinde devam eden aynı zamanda iç bahçe görevi gören aydınlık holleri, üretim alanlarında çatıda ışıklıklar yapılmıştır.

#### Güneş Kırıcılar

Enerji sarfiyatını düşürmek(klima kaynaklı), efektif bir gölgeleme yaparak çalışanlarda iş verimini maksimize etmek ve içeriye güneş enerjisinin girmesini engellemek için ofis cephelerinde güneş kırıcılar kullanılmıştır. Güneş kırıcıların yönü, açısı ve boyutları yapılan bilgisayar destekli mühendislik çalışmaları sonucunda optimum bir şekilde tasarlanmıştır.



[YAMAN, C. IX Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi , Seminer Bildirisi]Şekil 27: Güneş Kırıcılar





### Isı Geri Kazanımlı Hava Kompresörü

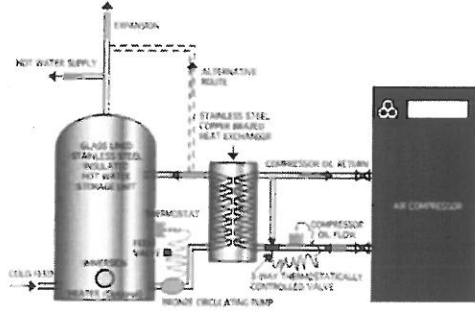
Üretimde kullanılan basınçlı kompresörün atık ısısı aracılığıyla sıcak su elde edilmektedir. Bu sistemde de yine aynı şekilde doğal gaz tasarrufu sağlanabilecektir.



Şekil 32: Isı Geri Kazanımlı Hava Kompresörü

### Isı Geri Kazanımlı Klima Santralleri

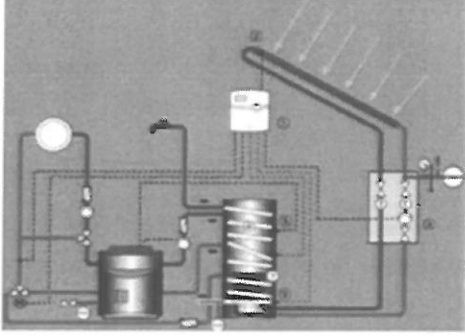
Kışın ofislerde biriken ve dışarı atılan kirli sıcak havanın ısısıyla, dışarıdan alınan soğuk hava şartlandırılarak (ısıtılarak), yazın ise ofislerde biriken ve dışarı atılacak olan serinleştirilmiş kirli hava ile dışarıdan alınacak sıcak hava şartlandırılarak (soğutularak) enerji tasarrufu sağlanmaktadır.



Şekil 33: Isı Geri Kazanım Sistemi

### Güneş Kolektörü

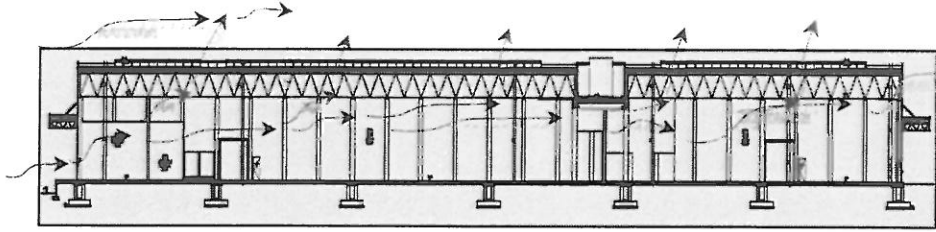
Çatılarda, güneş ışınlarından alınacak enerji aracılığıyla sıcak su elde edilmektedir.



Şekil 34: Güneş Kolektörü

### Doğal Havalandırma

Yazın üretim alanlarını serinletmek ve temiz hava sağlayabilmek için bilgisayar aracılığıyla ile bina içi ısı simülasyonu yapılarak doğal havalandırma uygulanmıştır.



Şekil 35: Doğal Havalandırma

### Verimli Kazan Kullanımı

Maksimum yakıt tasarrufu sağlayan ve emisyon değerleri düşük kazan tercih edilmiştir.[39]

### Bina Yönetim Sistemi ve Aydınlatma Otomasyonu

Tüm bina otomasyon sistemi yer alacaktır. Bu sistem sayesinde gerektiği kadar enerji tüketilmesi, sistemlerin maksimum performansda işletilmesi hedeflenmektedir.

## **Frekans Konvertörleri**

HVAC sistemlerinde kapasite kontrolü yapılabilmesi ve enerji tüketimini minimize etmek için frekans konvertörleri kullanılmıştır.

### **4.1.2.4 Malzeme ve İç Ortam**

#### **İnşaat Atık Yönetimi**

İnşaat atık yönetimi planına uygun şekilde atık sahası oluşturulmuş ve geri dönüştürülebilecek atıklar ayrıca toplatılarak inşaat atıklarının %75 kadarı değerlendirilmiştir.

#### **Geri Dönüştürülmüş Malzeme Kullanımı**

Yapıların yapımında kullanılan malzemenin geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilmesine önem verilmiş ve dolayısıyla doğal kaynakların korunması sağlanmıştır. Bu bağlamda betonda bulunan uçucu kül, geri dönüştürülmüş demirden yapılan her türlü çelik malzeme, geri dönüştürülmüş ahşaptan üretilen yükseltilmiş malzeme kullanımı tercih edilerek, toplam inşaat malzemelerinin üçte birinden fazlasında geri dönüştürülmüş malzemelerden yapılan ürünler kullanılarak üretim amaçlı fosil bazlı yakıtların kullanılmasına ve dolayısıyla çevre kirliliğinin oluşmasına engel olunmuştur.

#### **Yerel Malzeme Kullanımı**

İthal malzemeler yerine yerel malzemelerin tercih edilmesi taşıma giderlerini, dolayısıyla yakıt tüketimini ve çevre kirliliğini minimize etmiştir. Öte yandan yerel malzeme tercihinin ülke içi ekonomiyi hareketlendirmesi anlamında da fayda sağladığı göz ardı edilemez.

#### **İç Hava Kalitesi**

İç mekanların hava kalitesi ve miktarı ASHRAE 62.1–2004 standardı temel alınarak tasarlanmış ve çalışanların sağlıklı ve verimli çalışmaları bir çalışma ortamına sahip olmaları sağlanmıştır. Ana branşmanlar üzerine debimetreler ve sık kullanılan iç mekânlarda CO2 sensörlü ekranlar kullanılarak havalandırma sistemlerinin performans kaliteleri izlenmiş ve kaliteli havanın sürekliliği sağlanarak çalışma ortamının verimliliği ve dolayısıyla çalışanların verimliliğini artırmak amaçlanmıştır. Bina yönetim sistemine de entegre edilmiş olan bu araçlar hem sesli

hem de görüntülü uyarı verebilmektedir. Dolayısıyla taze hava miktarında, belirlenen standarttaki %10'luk bir değişim anında çalışanlar ve yönetim tarafından öğrenilebilecektir. dolayısıyla en kısa sürede teknik departman tarafından duruma müdahale edilebilecektir. Sağlıklı bir çalışma ortamının oluşturulabilmesi ve verimliliğin artırılması için iç mekanlara verilen taze hava miktarı ASHRAE 62.1–2004 standardına göre %30 daha fazladır. Bu nedenle, enerji tüketiminin daha yüksek olmasını engellemek amacıyla taze hava klima santralleri ısı geri kazanımlı olarak tercih edilmiştir.

Çalışanların ve bina kullanıcılarının konforunu sağlamak ve sağlıklı yaşam amacı ile inşaat faaliyetlerinden dolayı ortaya çıkan hava kalitesi problemlerini azaltmak amacı ile iç hava kalitesi yönetim planı hazırlanmış ve sahada inşaat sırasında uygulanmıştır.

İnşaat sırasında çalıştırılan klima santrallerinde MERV8 (Minimum Efficiency Reporting Value) filtreler kullanılmıştır. Bina kullanımından önce tüm filtreler yenileri ile değiştirilmiştir. İnşaat faaliyetleri tamamlandıktan, sonra, taşınma öncesinde her bir m<sup>2</sup> alana yaklaşık olarak 4500 m<sup>3</sup> hava sağlanıncaya kadar 10–15 gün havalandırma santralleri bina içerisine taze hava sağlayacaklardır. Böylece iç ortam arındırılmış olacaktır.

İnsan ve çevre sağlığı hassasiyetleri göz önünde bulundurularak, binalarda mümkün oldukça atık ve zehirli maddeler (VOC) içermeyen malzemeler tercih edilmiştir.

### **Isıl Konfor- Tasarım ve Kontrol**

Çalışanların sağlığını korumak ve konforunu sağlamak üzere iç mekânlarda ve bina dış kabuğunun iç kısımlarında ısı konfor ASHRAE 55-2004 standardı temel alınarak tasarlanmıştır. Binaya taşınma gerçekleştikten 6 ay sonra çalışanlar arasında memnuniyet anketi düzenlenecektir. Hedef %80 çalışanın ortam şartlarından memnun olmasıdır.

## **Sonuç**

Siemens Gebze tesisi; inşaat faaliyetlerinde çevre kirliliğinin minimum seviyede tutulması, uygun saha seçimi, alternatif ulaşım imkânları ile karbondioksit oranının düşürülmesi ve fosil tabanlı yakıt kullanımının azaltılması, yeşil alan kullanımının artırılması, yağmur suyu yönetimi ile yer altı su kaynaklarının korunması, bol ağaçlandırma ile ısı adası etkisinin azaltılması, inşaat atık yönetimi ile atıkların değerlendirilmesi, %35 dönüştürülmüş malzeme kullanılması ve %40 yerel malzeme kullanılması ile çevreye saygılı, peyzaj alanlarında ve bina içlerinde %50 su tasarrufu, %30 enerji tasarrufu ile ekonomik, iç hava kalitesi, hava kalitesinin izlenmesi, inşaat öncesi ve sonrası iç hava kalitesi yönetimi, ısı konfor ve düşük emisyonlu(VOC) malzeme kullanımı ile sağlıklı bir yerleşkedir. Türkiye’de, Siemens Gebze yerleşkesi LEED Altın sertifikasına aday ilk tesis olmuştur ve yeşil binaların çoğalmasına öncülük etmiştir.

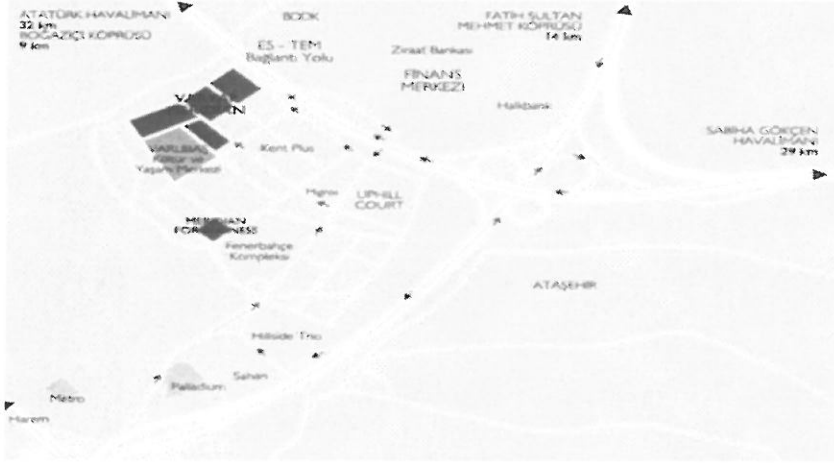
## 4.2 VARYAP MERİDİAN PROJESİ

### 4.2.1 Genel Bilgiler

Varyap Meridian, yaklaşık 400.000 m2 inşaat alanına sahip karma bir projedir.

Kat sayısı 61'e kadar ulaşan 5 blokta, 1.500 konut, 3 adet yatay ofis binası ve 5 yıldızlı otel, ofis ve kongre merkezi fonksiyonlarını bir arada sunan Meridian for Business bulunmaktadır.

Varyap Meridian, Ataşehir ilçesinde, İstanbul Finans Merkezi lokasyonunda bulunmaktadır.



Şekil 36: Varyap Meridian Projesinin Konumu

Yüksekliği 20 m'den 200 m'ye kadar olan binaların zemin etüdüleri ve statik projeleri Teknik Üniversite tarafından onaylanmıştır. Projeler mevcut deprem yönetmeliği ve uluslararası yüksek bina yönetmeliklerine uygun olarak, yükseklikleri 30 – 15 m arasında değişen kazıklardan oluşan, kazıklı radye temel sistemi ile çözülmüştür. Betonarme yapılarda Türkiye'de ilk defa bir bina tümüyle C 60 beton sınıfı beton kullanılarak inşa edilmiştir.

### 4.2.2 Tasarım

Proje için master kentsel planlama yeni kentsel alanlar yaratmadaki becerisiyle öne çıkan İngiliz kökenli RMJM / NY'nin projesi seçilmiştir.

St. Petersburg'daki Gazprom Merkezi, Dubai'deki Palm Jebel Ali ve Palm Jumeirah Adaları ve Pekin'de inşa edilen Olimpik Kongre Merkezi RMJM Tasarım Grubu projeleridir. Bu projeler, "sürdürülebilir mimarlık" ilkelerinin ortaya koyulduğu LEED Kriterleri'ne uygunluğuyla da öne çıkmaktadır. Farklı ve sürdürülebilir tasarımı ile Varyap Meridian, uluslararası camiada aldığı toplam 11 ödülün yanısıra son olarak "Gayrimenkul Oscarları" olarak bilinen International Property Awards'da "Dünyanın En İyi Mimari Projesi" seçilerek onurlandırılmıştır.

#### **4.2.3 Varyap Meridian Projesindeki Yeşil Bina Uygulamaları**

VARYAP MERIDIAN, ABD'deki Çevre Dostu Binalar Konseyi (USGBC) tarafından geliştirilen LEED (The Leadership in Energy and Environmental Design – Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik) kriterlerine uygun olarak gerçekleştirilen, Türkiye'nin ilk büyük ekolojik karma inşaat projesi olma özelliğine sahiptir.

107 bin m<sup>2</sup>'lik alana yayılan projenin %90'ı yeşil alandan, yalnızca 13 bin m<sup>2</sup>'lik alanı yapılardan oluşmaktadır.

Projeyi yeşil bina sınıfına sokacak en önemli detayların başında atık maliyetlerinin %50-90 arasında azaltılması, %30 oranında su tasarrufu sağlanması ve CO<sub>2</sub> salınımının %35 azaltılması hedeflenmektedir.

Kullanılan teknolojilerle inşaat maliyetleri büyük oranda artsa da, uzun vadede maliyetler düşürülerek verimlilik sağlanacaktır.

Proje, sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla, bina konumlanması, cephe tasarımı, rüzgâr türbini ve fotovoltaik paneller ile elektrik üretimi, gri su kullanımı gibi hem aktif, hem de pasif metodolojilerle yürütülecektir.



#### **4.2.3.1 Sürdürülebilir Araziler**

Artan dünya nüfusu tartışılmaz bir sorundur. Bu artan nüfusun yaşaması için yapılaşma yapılmaktadır ve yapılaşma devam edecektir. Diğer bir sorunda yeşil alanların hızla tahribatıdır. Bu bağlamda geleceğin yapıları az alan kaplayan fakat, çok nüfusa hizmet veren yapılar olmalıdır. Varyap Meridian Projesi arazinin %15'ine oturarak diğer kısımları yeşil bırakmaktadır.

Şehir merkezinde yapılaşma su, kanalizasyon, yağmur suyu, elektrik, enerji taşınımını gerektirmez. Proje konum itibari ile şehir merkezinde alt yapı sorunu yaratmamaktadır. Şehirde yapılaşmanın bir başka artışı da toplu taşımaya yakınlıktır. Toplu taşımaya yakın yerlerde yapılaşma bina sakinlerini toplu ulaşımı teşvik edecek ve aksi takdirde oluşacak ve zararlı gaz salınımını engelleyecektir.

Proje tasarımı ile bisiklet kullanımını da teşvik etmektedir. Projede her daireye bisiklet park alanları ve proje içindeki bisiklet yolları ile geniş arazide ulaşımın bisikletlerle yapılması teşvik edilmektedir.

Hibrit araç kullanıcılarının öncelikli otopark yerlerinden faydalanabilmeleri planlanmış böylelikle hibrit araç kullanımı desteklenmektedir.

Proje için kullanılan arazinin tarım toprağı olmaması ve uluslar arası kanunlarca korunan arazi sınıfından olmaması detaylı olarak incelenmiş ve arazide yapılaşmanın uygunsuz olmadığı ilgili makamlar tarafından onanmıştır.

#### **4.2.3.2 Su Verimliliği**

Banyolarda çift basmalı ve küçük hacimli rezervuar sistemi kullanılmakta, bataryalarda debi sabitleyiciler tercih edilmektedir. Bu uygulamalar ile geleneksel bir dairedeki su tüketimine oranla %40 su tasarrufu sağlanmaktadır.

Projede yağmur suyu peyzaj sulamasında kullanılmak için biriktirilecektir. Böylelikle suyun geri dönüşümü sağlanacaktır.

Peyzaj tasarımı yapılırken bölgeye uyumlu bitkiler tercih edilmektedir. Projede İstanbul'da kolaylıkla yetişebilen karayemiş, ceviz, ıhlamur, akasya gibi bitkiler tercih edilmektedir. Böylelikle peyzaj için kullanılacak suda yarı yarıya tasarruf sağlanacaktır.

#### 4.2.3.3 Enerji

Binalar her şeyden önce tasarımından dolayı enerji tasarrufu sağlamaktadır. İyi bir yalıtım uygulaması ile binalarda enerji tasarrufu sağlamak mümkün olmaktadır. Bu tasarruf un yenilenebilir enerji kaynakları ile de desteklenmesi planlanmaktadır.

LEED Değerlendirme Sistemi doğrultusunda yapının kullanacağı yıllık enerji miktarı hesaplanacak, oluşturulan bir eşdeğer binaya göre minimum %14 enerji performans artışı araştırılacaktır. Bu LEED 'in sertifika şartlarından biridir.

Projeye yeşil bina özelliği katan en önemli uygulamalardan bir tanesi de projede yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanılmasıdır. Projede rüzgâr türbinleri ve güneş panelleri yer alacaktır. Bu sistemler ortak mahal elektrik ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılacaktır

Projede cephe tasarımı güneş ışığından maksimum düzeyde fayda saplanması soğuk iklim şartlarının olumsuz etkilerinin azaltılması amacı gözetilerek yapılmıştır.

Yeşil bina tasarımında yaratılan iç ortamın kalitesi önemli bir konudur. Proje havalandırma tasarımı %30 hava fazlası sağlanarak yapılmaktadır.

#### 4.2.3.4 Malzemeler ve İç Ortam

Sahadan çıkan hafriyatın % 85'i yine aynı sahada kullanılmış, geri kalanı dolgular için ayrılmıştır. Hafriyatta çıkan kayalar da peyzajda kullanılmak üzere depolanmış. Böylelikle araziden çıkan malzemenin tamamı bu arazide kullanılması sağlanacaktır.

Atıkların geri dönüşümü de yeşil bina projelerinde çok önemlidir. Proje de inşaat atıklarının ayrı toplanıp, biriktirilmesi için 200m<sup>2</sup> bir alan bulunmaktadır.

Projede yaratılan iç ortamda özellikle üzerinde durulan konu da kullanılan malzemelerin uçucu organik kimyasal(VOC) içerikli olmalarıdır. Bina sakinleri doğrudan iç ortam malzemeleri ile temasta buldukları için iç ortam malzemeleri de çok önemli görülmekte ve projede kullanılacak olan boya, parke, tavan malzemeleri kimyasal içerikleri araştırılmaktadır.

Oluşturulan iç ortamı korumak amacı ile taze hava girişlerinde verimlilik katsayısı yüksek filtreler kullanılması planlanmıştır.

#### 4.2.3.5 Tasarım Kalitesi

Proje gün ışığından olabildiğince yararlanma esasına göre planlanmıştır. Binaların cepheleri güneşin zararlı ışınlarını minimize etmek için pastel ve yumuşak tonlarda seçilmiş cephe elemanları ile donatılmıştır.

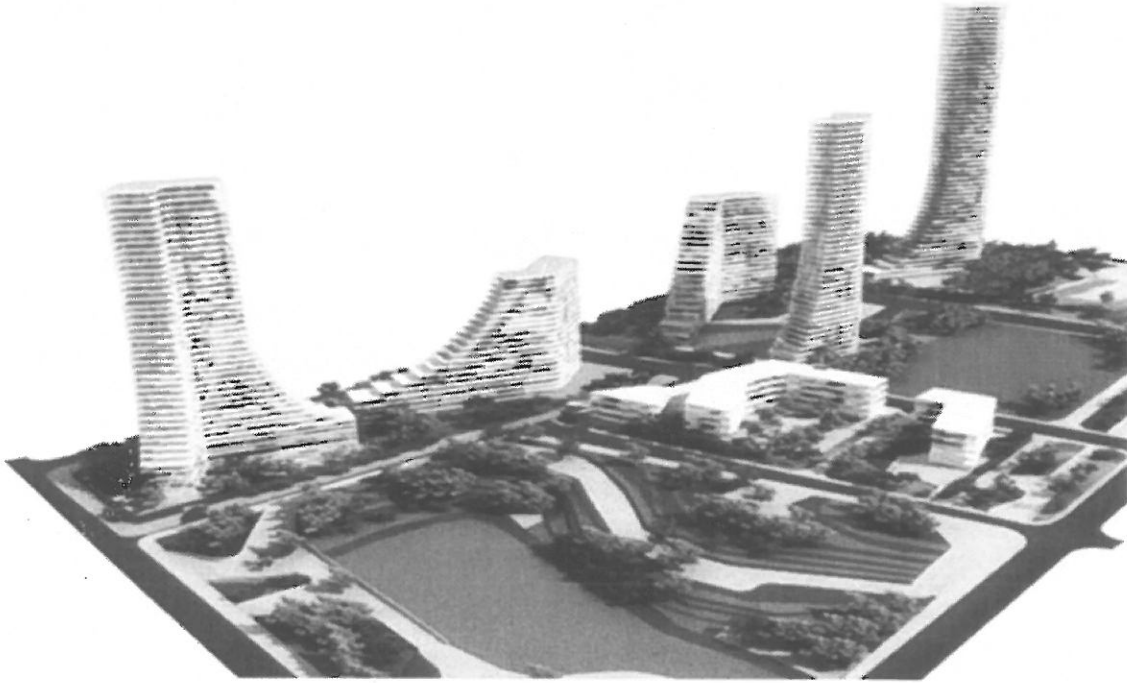
Geniş teras bahçeleri ile ferah mekânlar yaratılmış, blokların birbirinin manzarasını kesmesi önlenmiştir. [İnşaat Mühendisi, Varyap Meridian projesi Leed Sorumlusu Çağla Eker]



Şekil 37: Varyap Meridian Yeşil Bina Tasarımı

ATIK MALİYETİ	%50 - %90	↓
ATIK MİKTARI	%70	↓
SU TÜKETİMİ	%30 - %50	↓
ENERJİ	%24 - %50	↓
CO2 SALIMI	%35	↓

Şekil 38: Varyap Meridian Yeşil Bina Uygulamaları Kazanımları



Şekil 39: Varyap Meridian Projesi Temsili Yeşil Alan Kullanımı

### 4.3 ERKE GREEN ACADEMY PROJESİ

#### 4.3.1 Genel Bilgiler

Üsküdar – Kısıklı’da 1980’lerde inşa edilmiş, 400 m2 inşaat alanına sahip 4 katlı mevcut yapı çağdaş bir tarz ile aynı zamanda da yeşil bina sertifikalarına hak kazanacak şekilde renove edilmiştir. Yapı, yönetim ofisi olmanın yanı sıra yeşil bina uygulamalarının sergileneceği örnek bir yapıdır.



Şekil 40: Erke Green Academy Yönetim Ofisi

## Proje Künyesi

<b>Proje Sahibi</b>	ERKE Sürdürülebilir Bina Tasarım Danışmanlık Ltd.Şti.
<b>Lokasyon</b>	Kısıklı, ÜSKÜDAR
<b>Mimari Tasarım</b>	DEER Architects, Cem DEMİRCİ – Rifat ERGÖR
<b>Elektrik &amp; Mekanik Proje</b>	ERKE, Ö. Dilda YAMAN, Baran TANRIVERDİ
<b>LEED &amp; BREEAM Sertifika Danışmanlığı</b>	ERKE, Ö. Dilda YAMAN, Cemil YAMAN, Neslihan AKSOY, Baran TANRIVERDİ, İpek GÖKTAŞ, Tayfun YÜKSEL
<b>Aydınlatma Danışmanlığı</b>	ERKE, Ö. Dilda YAMAN
<b>Peyzaj Tasarım</b>	SPOR Yapı
<b>Arkeoloji Danışmanlığı</b>	AK-TEL Mühendislik
<b>Akustik Danışmanlığı</b>	MEA Akustik
<b>Elektrik ve Mekanik Uygulama</b>	SAKA Elektrik, SİSTEM Mekanik
<b>Sertifikalar</b>	LEED PLATINUM, BREEAM EXCELLENT

### 4.3.2 Tasarım

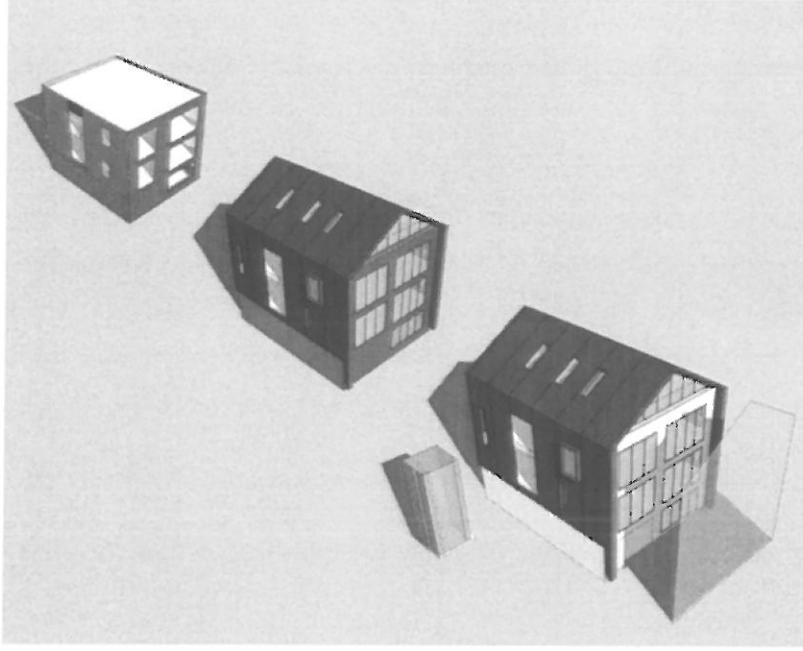
Bina arazide Kuzey – Güney aksına oturmakta olup güney cephesi koru manzarasına sahiptir. Binanın tasarımında yeşil bina kriterleri için de büyük önem taşıyan mevcut yapıların korunması amaçlanarak yola çıkmıştır.

Bu doğrultuda; mevcut yapıda yalnızca sağlıklılaştırma için ihtiyaç duyulan müdahaleler yapılmış ve yapıya monolit bir kabuk giydirmek suretiyle çağdaş bir mimari kütle elde edilmiştir. Bahsi geçen monolit kabul üç tasarım kriterinden oluşmuştur;

- Yapıya kimliğini kazandıran, cephe ve çatıda bütünsellik içinde devam eden antrasit renginde çinko kaplama,
- Ön (güney) cephesinde, koyu kütle ile zıtlık oluşturan ve gölgelik sağlayan beyaz mesh kaplama,
- Baca etkisi ile doğal havalandırmayı sağlayacak ana giriş kapısının bulunduğu cam tüp.

Yeni kabuk içindeki mevcut bina, %60 oranında korunarak güney cephesindeki koru

manzarasına maksimum boşluk açılmış, doğu ve batı cephelerinde güneş ışığından maksimum seviyede yararlanılacak pencereler oluşturulmuştur.



Şekil 41: Bina Tasarımı

#### 4.3.2.1 Bina Kabuğu (Duvar, Çatı, Cam ve Doğrama)

Duvarlarda ve çatıda yapılan ısı yalıtımı ile işletim sırasında binanın karbon ayak izinin azaltılmasına çalışılmıştır.

YAPI ELEMANLARI	U-Değeri (W/m <sup>2</sup> K)*			
	Mevcut Bina	Yenileme Sonrası Tasarım Bina	TS 825 (Türkiye Yapı Yönetmeliği)	ASHRAE 90.1.2007
KUZEY DUVAR	1,17	0,2	0,6	0,365
DOĞU & BATI DUVAR	1,17	0,25	0,6	0,365
GÜNEY DUVAR	1,17	0,27	0,6	0,365
ÇATI	0,815	0,226	0,4	0,273

Şekil 42: Yapı Elemanları ve U-Değerleri [42]

**\*U-değeri:** Bina içerisindeki ve dışarıdaki sıcaklık farkına bağlı olarak metre kare başına düşen ısı kaybını gösterir. U-değerinin düşük olması, yapının içi ile dışarı arasında az miktarda bir ısı enerjisi transferi olduğunu göstergesidir.

Sürdürülebilir binalarda camların ısı iletim ve gölgelendirme katsayısı değerleri ısıtma ve soğutma yükleri açısından büyük önem taşımaktadır. Yapının tasarımı sırasında %41 oranında cam cephe uygulanmasına karar verilmesi cam seçimini oldukça önemli hale getirmiştir. Bu amaçla sağır olan kuzey cephesi haricinde;

- Doğu ve Güney cephelerinde argon gazı içerikli üçlü cam,
- Batı cephesinde üçlü ve ikili cam,
- Çatı cephesinde ise ikili cam tercih edilmiştir.

ÜÇLÜ CAM	İKİLİ CAM	ÇATI PENCERESİ
•6mm low-e cam	•6mm low-e cam	•3mm low-e cam
•12mm argon gazlı ara boşluk	•20mm ara boşluk	•14,5mm argon gazlı ara boşluk
•4mm Ecotherm ca	•6mm Tentesol T Gümüş	•4mm temperli cam
•12mm argon gazlı ara boşluk	reflekte temperli cam	•Ahşap Doğrama
•6mm Tentesol T Gümüş reflekte temperli cam	•Termal bariyerli alüminyum doğrama	
•Termal bariyerli alüminyum doğrama		
U Değeri: 0,88 W/m <sup>2</sup> K	U Değeri: 1,25 W/m <sup>2</sup> K	U Değeri: 1,4 W/m <sup>2</sup> K [42]

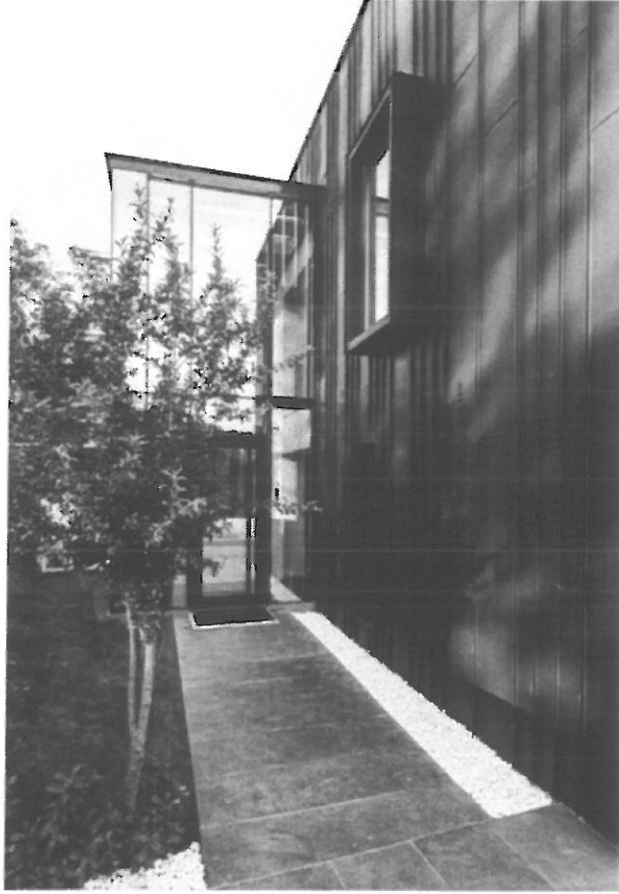


Şekil 43: Gün Işığı [20]

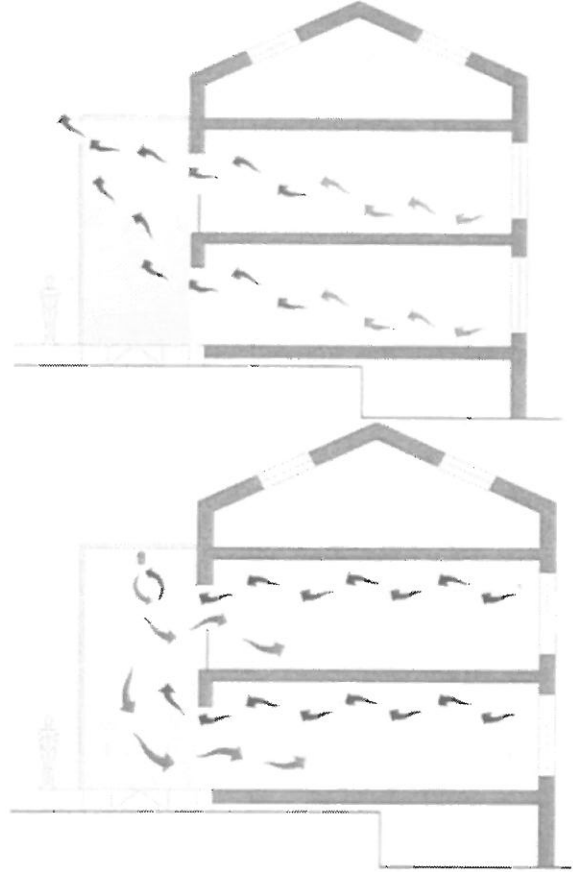


#### 4.3.2.2 Baca Etkisi

Hava sirkülasyonunun dikeyde oluşan basınç farklılıklarından yararlanılarak sağlanmasıdır. Bu sirkülasyonun sağlanması için bina içinde çeşitli noktalarda açıklıklar bırakılması gerekmektedir. Isınan hava üst noktadan tahliye olurken daha soğuk havanın alt açıklıktan girişi sağlanmaktadır. Sonucun etkinliği için açıklık alanlarının oda taban alanının minimum %3-4 oranında olması istenmektedir.



Şekil 44: ERKE Green Academy



Şekil 45: Baca Etkisi [42]

Girişte yer alan cam galeride, sera etkisini önlemek için baca etkisi stratejisi uygulanmıştır. Isınan hava, yoğun olarak güneş enerjisine maruz kalan cam tüpte üst kotlarda bırakılan açıklıklar ile diğer iç ve dış ısı kazançlarının etkisi ile toplanmaktadır. Toplanan bu havanın, mekanik iklimlendirme ile tekrar eski koşullarına getirilmesi fazladan bir enerji tüketimine neden olacağı için ısınan bu hava baca etkisi ile tahliye edilmektedir. Tüpün üç tarafında bulunan doğal havalandırma menfezleri havanın tahliyesini gerçekleştirmekte ve açık

ofislerde bulunan boşluklar (pencere) ile yeni havanın içeriye girişini sağlamaktadır. Kış aylarında ise cam tüpte ısıtılan havanın yükselerek cam tüp tavanında toplanmasını önlemek amacıyla hacmin tepesine yerleştirilen bir fan ile havanın homojen olarak aşağıya dağılması ve alt kotlarda bırakılan açıklıklardan bina içerisine girmesi sağlanmaktadır.

#### 4.3.2.3 Gün Işığı ve Manzara

Binanın yönelimine müdahale edilemiyor oluşu, tasarımcıları açıklıklar ile ilgili düzenlemeler yapmak durumunda bırakmıştır. Gün ışığından binanın tamamının yararlanması sağlanarak hem kullanıcı konforu hem de aydınlatma kullanımının minimize edilmesi hedeflenmiştir.

Yeşil binaların temel kriterlerinden çatı tasarımı konusunda projede, ana kütlede bulunan beşik çatının %10'luk kısmında günışığından yararlanılmasına imkan veren çatı pencereleri kullanılmıştır.



Şekil 46: Mekan ve Gün Işığı İlişkisi

#### 4.3.2.4 Gürültü Kontrolü ve Hacim Akustiği

Öncelikle akustik bir uzman ile çalışılmış ve aşağıdaki hedefler belirlenmiştir; Çevresel gürültünün, hacimlerin geri plan gürültü düzeylerini arttırmaması için yapı kabuğu kagir bölümlerinin ses yalıtım performansı  $R_w > 50$  dB olarak belirlenmiştir. Pencere için minimum ses yalıtım performansı  $R_w > 37$  dB olarak belirlenmiştir. Söz konusu değerleri

sağlamak için üç camlı doğrama sistemi kullanılmıştır. Bu sayede açık ofisler ve bireysel ofisler için hedeflenen maksimum geri plan gürültüsü olan 45dB(A)' e ulaşılmıştır.

Konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi ve ofisler için önerilen yansım sürelerine erişilebilmesi için açık ofis bölümlerinde tavanda 20mm kalınlığında gürültü azaltım sınıfı NRC 0.95 olan sertleştirilmiş camyünü üzeri akustik kumaş kaplı paneller kullanılmıştır. Bireysel ofisler ve toplantı odalarında ise akustik ahşap paneller kullanılmıştır. Bu sayede hacimler için maksimum yansım süresinin 0,5 – 0,6 sn civarında tutulması sağlanmıştır. Bireysel ofisler ile açık ofisler arasındaki duvarların ses yalıtım performansları  $R_w$  50dB olarak öngörülmüştür. Ofis kapılarının ise minimum  $R_w$  35dB ses yalıtım performansına sahip olmaları ön görülmüştür. Bir üst katta çalışanların darbe gürültüsünün alt kata aktarılmaması için katlar arasındaki döşemelerin darbe sesi performanslarının, IIC > 55 olması için döşemelerde şap altında darbe sesi önleyici 8mm kalınlığında SBR kauçuk bazlı şilteler kullanılmıştır. [Başar B. Türkiye’de Yapısal Katı Atıkların Yeniden Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, G.Y.T.E, Fen Bilimleri Enstitüsü]

### **4.3.3 Erke Green Academy Projesindeki Yeşil Bina Uygulamaları**

#### **4.3.3.1 Malzeme**

Malzeme seçimi yapılırken üretimden kaynaklı çevresel etki, iç mekan hava kalitesi, hızlı yenilenebilirlik, geri dönüştürülmüş içerik, yerel malzeme olması, akustik performans gibi özellikler dikkate alınmıştır. Kimyasal bileşenler içeren yapı malzemelerinin düşük emisyonlu olanları seçilerek uygulama sırasında çalışanların ve bina kullanıcılarının sağlığı korunmuştur.

#### **Zemin Kaplamaları**

Kullanılan mantar parke, linolyum döşeme, ahşap lamine parke ve asma tavanlar için VOC emisyonu düşük, dayanıklı, leke tutmayan, kolay temizlenebilen ve yangın geciktiren özellik taşıyan malzemeler seçilmiştir.

#### **Duvar Kaplamaları**

Toplantı / sosyal alanda kullanılan duvar kaplamaları insan sağlığını etkileyecek kimyasal maddeler içermediği gibi kapalı ortamdaki kimyasal gazları absorbe ederek iç mekan hava kalitesini optimum oranda yükseltir. İç mekanda %70 üzerine çıkan nemi içine alarak, %40

altına düştüğünde ortama geri vererek nem kontrolünü sağlar. ...

### **Hareketsiz Mobilyalar**

Binanın toplantı / sosyal alanının hareketsiz mutfak mobilyalarında sürdürülebilir ahşap işletmecilerinden tedarik edilmiş FCS sertifikasına sahip ahşap ürünler kullanılmıştır.

### **Su Yalıtımı**

Yapı eski bir binanın yenilenmesi yoluyla tasarlandığı için su izolasyonu uygulamada önemli bir yere sahip olmuştur. Bina sudan korunurken aynı zamanda da insan sağlığının gözetilebilmesi için yalıtımda optimum çözüm sağlayacak ve düşük emisyonlu malzemeler seçilmiştir.

### **4.3.3.2 Elektrik ve Mekanik Sistemler**

Tasarımda, bina ve aydınlatma otomasyonu ile sistemlerin maksimum verimde çalıştırılması ve yüksek iç mekan kalitesi ile bina kullanıcılarının memnuniyeti hedeflenmiştir. Projede yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına özellikle önem verilmiş ve bu konuda örnek bir uygulama oluşturulmuştur.

### **Aydınlatma**

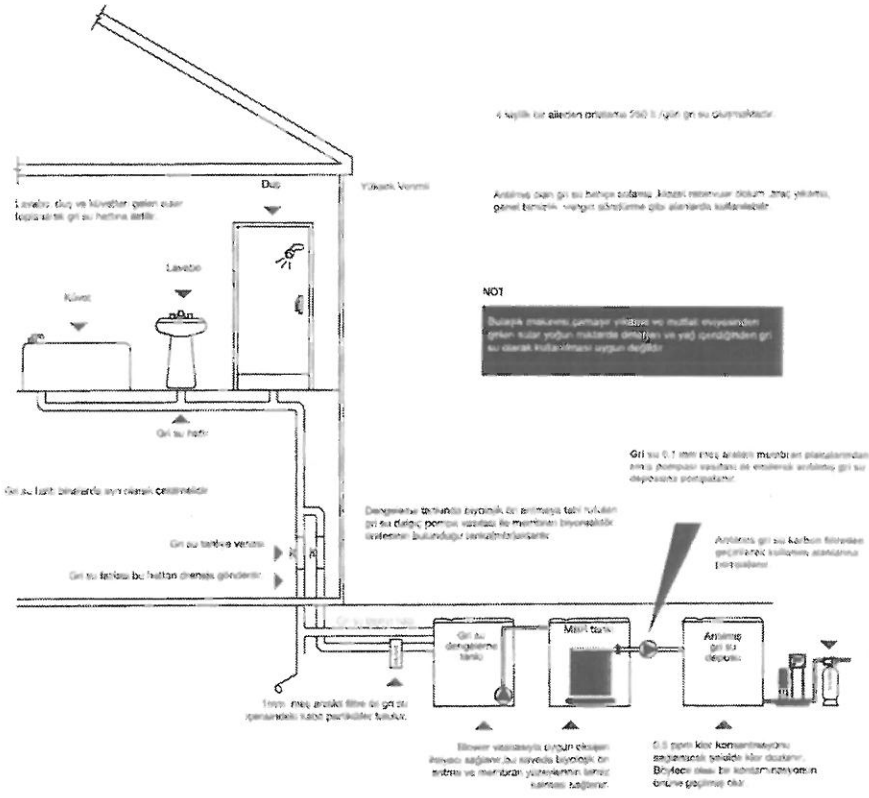
Aydınlatma uzun ömürlü, cıva içermeyen, enerji verimliliği yüksek LED armatürler ile varlık ve gün ışığı sensörleri kullanılmıştır. Otomatik perdeleme ile desteklenen sistem ofis kullanımı için hedeflenen LUX ve kamaşma değerlerini sağlamıştır. Çalışmalar sonucu ASHRAE baz binaya göre %38 enerji tasarrufu sağladığı tespit edilmiştir.

Aydınlatma kontrolü ile ortamın ihtiyaç duyduğu aydınlatma seviyesi sürekli sabit tutularak enerji tasarrufu sağlanmıştır.

### **Su Verimliliği**

Binada su verimliliğinin sağlanmasında izlenen stratejiler;

- Bina içi tüketimin azaltılması,
- Atık suyun geri kullanımı,
- Verimli bahçe sulama,
- Su arıtma ile kullanılan suyun zararlı kimyasallardan arındırması.



Şekil 47: Su Döngüsü [42]

Bina içinde kullanılacak batarya tercihleri ile baz binaya göre yüzde 21 tasarruf sağlanmıştır. Susuz pisuarlar ve düşük kapasiteli rezervuarlar ilede yüzde 63 tasarruf sağlanmıştır. Bu, toplamda yüzde 47'lik bir tasarruf sağlamaktadır.

Binada atık su tesisatından toplanan gri su toplanıp arıtılarak bina içi rezervuarlarda, bahçe sulamada ve araç yıkamada kullanılmaktadır. Bu durum bina içi tasarrufun yüzde 70'e ulaşmasını sağlamaktadır. Ana bina girişinde suyun izlenmesi için otomasyona bağlı su sayacı ve majör su kaçaklarını önlemek için debi ölçer ve motorlu kesme vanası kullanılmıştır. Ayrıca arıtılan su yaz aylarında bile ihtiyacı yüzde 100 karşılamaktadır. Dolayısıyla yağmur suyunun ayrıca depolanmasına ihtiyaç duyulmamıştır.

### Yağmur Suyu Yönetimi

Arıtılan gri su bina ihtiyacının tamamını karşılayabildiği için yağmur suyunun depolanmasına ihtiyaç duyulmamış, yağmur suyu yönetilerek doğaya dönmesi ve yer altı su kaynaklarının

beslenmesi sağlanmıştır.

30m2'lik sert peyzaj alanı yeşil çatıya dönüştürülerek gelen yağmur suyunun büyük bir kısmının bitkilerce emilmesi, geri kalan kısmının filtrelenip temiz bir şekilde deşarj edilmesi planlanmıştır. Zeminde kullanılan ahşap döşeme, ahşap ve çakıl basamaklar yağmur suyunun doğaya dönmesine ve yer altı sularının beslenmesine katkıda bulunmaktadır. Bu sayede biyoçeşitlilik sağlanarak aşağıdaki çevresel, sosyal ve ekonomik avantajlar elde edilmiştir;

#### Çevresel Avantajlar

- Canlılar için doğal yaşam ortamının sağlanması
- Isı adası etkisinin azaltılması
- Isı yalıtımının sağlanması
- Hava kirliliğinin azaltılması
- Yağmur suyunun filtrelenmesi
- Yağmur suyunun akış hızının azaltılması
- Ses kirliliğinin azaltılması
- Çatı ömrünün uzaması

#### Sosyal Avantajlar

- Bina kullanıcılarına psikolojik ve sosyolojik pozitif etki sağlaması
- Eğitimsel değer kazandırması
- Estetik değer kazandırması
- Mevsimsel değişikliklerin bitki ve ekosistem üzerinde eş zamanlı gözlenmesi

#### Ekonomik Avantajlar

- Yeşil alan sağlayarak bina estetiğinin ve değerinin arttırılması
- Yerel, doğaya uyumlu bitki seçimleri ile yaşam döngüsü boyunca gübreleme, sulama gibi bakım masraflarının azaltılması

### **Sıfır / Düşük Karbon Teknolojileri**

Bina çatısında doğu batı yönünde toplam 36 fotovoltaik panel bulunmaktadır. Bu paneller vasıtasıyla yıllık 9540 kWh elektrik enerjisi üretilmektedir. Bu üretim miktarı da yıllık enerji tüketiminin %27'sini karşılamaktadır. Ayrıca kullanım dışında şehir hattında elektrik verme imkanı gözetilmiştir. Binada tüm elektromekanik sistemler merkezi bina otomasyon sistemi tarafından yönetilmektedir. Bu sayede bina enerji performansı ASHRAE 90.1.2007 standardına göre baz bina ile karşılaştırıldığında % 49,3 tasarruf ettiği görülmektedir. [42]



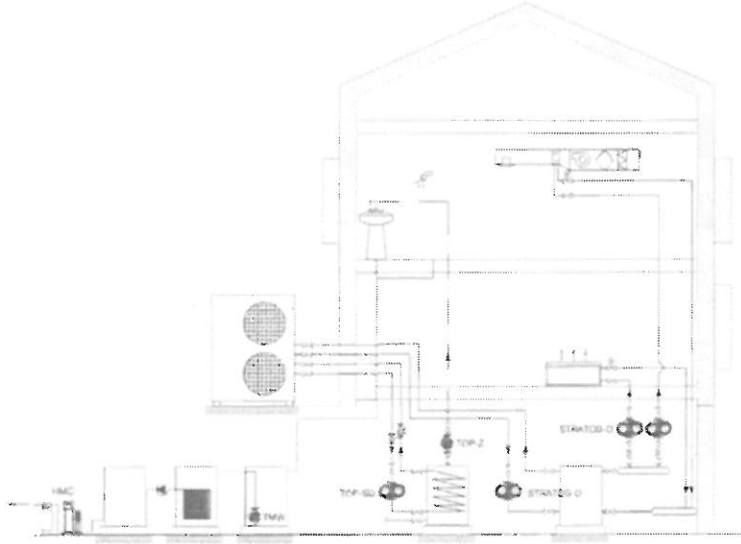
**Şekil 48: Güneş Panelleri**

### **Pompa Sistemleri**

Binada sıcak su hazırlanmasında hava kaynaklı ısı pompası tercih edilmiştir. Cihaz fancoilere ileteceği iklimlendirilmiş su ile termal konforu sağlayacaktır. Ayrıca cihaz soğutma yaparken atık ısıdan kullanım sıcak suyu üretebilmektedir. Isıl depolamanın akümülyasyon tankı ile

kullanılarak cihazın sürekli çalışması engellenip devreye giriş çıkışları azaltılmıştır. Primer ve sekonder devrede bina otomasyonuna bağlı çalışacak frekans invertörlü yüksek verimli pompalar hız kontrolsüz olanlara göre %80 verim sağlar. Mahal sıcaklık sensörlerine bağlı çalışan fancoiller gerektiğinde üzerlerinde bulunan iki yollu motorlu vanaları kapatır ve pompanın devrinin buna göre ayarlanmasını sağlar.

Tasarımda hava kaynaklı ısı pompasının tercih edilmesinin bir diğer sebebi ise içerdiği soğutucu akışkan kapasitesi ve tipidir. İklimlendirmede soğutucu akışkan kullanan diğer sistemlere göre çok düşük kapasiteli cihazın toplam soğutucu akışkan miktarı 7,9 kg olup R410a gazı kullanılmaktadır. Pasif ev tasarımında önemli bir yere sahip ısı geri kazanım cihazları her katta bağımsız olarak kullanılmıştır. %60 ısı geri kazanım özellikli cihazlar binanın taze hava ihtiyacını filtre edilmiş ve oda sıcaklığında mahallere vererek yüksek verim ve konforlu bir havalandırma sağlar.



**Şekil 49: Pompa Sistemleri [42]**

### **Bina Otomasyonu**

Tüm veriler otomasyon kontrol paneli vasıtasıyla takip edilebilmekte, bu şekilde enerji sistemi kontrolü kolaylaştırılmaktadır.



#### Otomasyon Sistemi Faydaları

- Aydınlatma, priz, ısıtma ve soğutma, havalandırma ve kullanım sıcak suyu enerji tüketim verilerinin ve PV panel enerji üretim verilerinin ayrı ayrı ölçülmesi ve izlenmesi ile enerji stratejileri geliştirilmiş ve enerji tasarrufu sağlanmıştır.
- Termal konforun izlenebilir ve kontrol edilebilir olması ile mekan kalitesi sağlanmıştır.
- Karbon dioksit sensörlerine entegre şekilde çalışan havalandırma sistemi ile iç mekan hava kalitesi maksimize edilmiştir.
- Su tüketim verileri kontrol altında tutularak su tasarrufu ve kaçak kontrolü sağlanmıştır.
- Atık sular bahçe sulama gibi alanlarda kullanılabilir hale getirilerek su tasarrufu sağlanmıştır.
- Aydınlatma kontrolü ile yeterli aydınlatmanın sağlanacağı bir çalışma ortamı yaratılmış ve aydınlatmanın gerekmediği durumlarda devre dışı olması ile enerji tasarrufu sağlanmıştır.



Şekil 50: Bina Otomasyon Sistemi [42]

#### 4.3.3.3 Ulaşım

Ulaşımdan kaynaklanan sera gazı emisyonları iklim değişikliği ve çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Alternatif yakıt ve düşük emisyonlu araçlar bu etkileri büyük oranda azaltma olanağı sağlamaktadır. Bu nedenle bina otoparkında elektrik şarj istasyonu kurulmuş, düşük emisyonlu araç kullanımını teşvik etmek ve bireysel otomobil kullanımını azaltmak için, paylaşımlı ve düşük emisyonlu araçlara en prestijli park yerleri ayrılmıştır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Gelişen teknolojiler ile fosil yakıt kullanımının artması ve çoğalan nüfusun, gelecek nesilleri düşünmeksizin kaynak tüketmesi ekolojik dengeyi bozmakta, bioçeşitliliğe zarar vermekte ve küresel ısınmaya neden olmaktadır. Dengenin korunması, atılan her adımda sürdürülebilirlik ilkelerine uyulması ile mümkün olacaktır.

Bu doğrultuda; inşaat sektöründe de yapıların, arazi seçimi ve tasarımı ile başlayan yaşam döngüsünü tamamlayıp yıkılmasına kadar devam eden süreç içinde sürdürülebilirlik ilkelerine bağlı ve ekosisteme duyarlı olması hedeflenmektedir. İklim verilerine ve bulunduğu yerin özelliklerine uygun, enerjiyi ve kaynakları verimli kullanan, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiş, doğal ve yerel malzemeler kullanan yeşil binaların varlığı ile ekosistemin korunması sağlanmaktadır. Yeşil bina tasarımı, yapıların çevreye verdiği zararların dikkate alınması ile başlayan, ilerleyen dönemlerde ise yeşil bina değerlendirme sistemleri ile belirlenen standartlar ve kurallar çerçevesinde gelişen ve tüm dünyada yaygınlaşan uygulamalardır. Dünya’da ve ülkemizde gün geçtikçe artan yeşil bina uygulamalarında yaygın olarak LEED ve BREEAM değerlendirme sistemleri kullanılmaktadır. Ayrıca Türkiye’de 2007 yılında kurulan Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği (ÇEDBİK) ülkemizde yapı sektörünün sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda gelişmesinde önemli katkılar sağlamaktadır.

Değerlendirme sistemleri, belirlenen standartlar ile yapıların çevre üzerindeki etkilerinin, enerji verimliliğinin, kaynakların korunmasındaki duyarlılığın objektif olarak kıyaslanabilmesi açısından önemli bir yere sahiptir.

Ancak gönüllülük esasına dayalı olan bu sistemlerin, sertifikasyon süreci sonrasında, işletim ömrü boyunca, yeşil bina tasarım kriterlerine uygun olup olmadığı , planlanan performansı sağlayıp sağlayamadığı kontrol edilmeidir. Aksi takdirde Yeşil bina değerlendirme sistemleri esas alınarak yapılan uygulamalar, ekolojik dengeyi korumanın dışında sadece projelerin değerinin artması ve yatırımcıların prestij kazanması için uygulanacaktır.

## KAYNAKLAR

Ayaz, E., 2002. Yapılarda Sürdürülebilirlik Kriterleri, Mimarist Dergisi, s.72-74.

Başar B. Türkiye’de Yapısal Katı Atıkların Yeniden Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, G.Y.T.E, Fen Bilimleri Enstitüsü

Best Dergisi Bina Elektrik, Elektronik, Mekanik ve Kontrol Sistemleri Dergisi Sayı:149,Kasım, 2013

Erke Green Academy Tanıtım Katologu

<http://www.turkeco.com/tr/y1.htm>, Yeşil Binalar Nedir?, Aralık.2012.

<http://www.erkegreenacademy.com/index.asp>

<http://www.nobel.gen.tr/Makaleler/TABAD-Issue%201-32-2011.pdf>

[http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/7ab1aac36b6428d\\_ek.pdf](http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/7ab1aac36b6428d_ek.pdf)

[http://www.emo.org.tr/ekler/ca820ac522febc6\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/ca820ac522febc6_ek.pdf)

<http://www.guvenctin.com/Enerji/GunesEnerjisi/GunesEnerjisi1.htm>

[http://www.mimarsiv.com/enerji-etkin-yapilarda-malzeme-kullanimi#.U4SHK\\_l\\_t49](http://www.mimarsiv.com/enerji-etkin-yapilarda-malzeme-kullanimi#.U4SHK_l_t49)

<http://www.yesilplatform.com/2012/07/06/yesil-binalarin-ozellikleri-malzeme-ve-atiklar/>

[http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/137adc331dcfb9e\\_ek.pdf?dergi=1187](http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/137adc331dcfb9e_ek.pdf?dergi=1187)

[http://leed.xn--sertifikas-6ub.com/binalarda\\_yagmur\\_suyunun\\_kullanilmasi/](http://leed.xn--sertifikas-6ub.com/binalarda_yagmur_suyunun_kullanilmasi/)

<http://www.topkapigroup.com.tr/kaeser-5.htm>

<http://www.cevreonline.com/cevreci/yesilbinasertifika.htm> , Yeşil Bina Sertifikalandırılması , Ocak 2012.

<http://www.yesilbinadergisi.com/?pid=27168> , *Yeşil Bina Dergisi* Aralık.2012.

[http://www.daikin.co.uk/binaries/den743\\_HR1\\_tcm46-5142.jpg](http://www.daikin.co.uk/binaries/den743_HR1_tcm46-5142.jpg)

[http://www.viessmann.com/com/en/products/Solar\\_systems.html](http://www.viessmann.com/com/en/products/Solar_systems.html)

<http://www.topkapigroup.com.tr/kaeser-5.htm>

İncedayı, D., 2004. Çevresel Duyarlık Bağlamında Davranış Biçimi Olarak "Sürdürülebilirlik", Mimarlık Dergisi, sayı 318.

İnşaat Mühendisi, Varyap Meridian projesi Leed Sorumlusu Çağla Eker

Keleş, R. ve Meltem, Y., 2003. Doğa, Çevre ve Kentlerimiz, 7. Ulusal Sanat Sempozyumu, Sanat ve Çevre, Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi, 28-29 Mayıs 2003, s. 84-96.

Kobaş, B. ve Bahadır, Ö., 2011. Mimarlık Müfredatında Sürdürülebilirlik, Eko Yapı Dergisi, sayı 5, s.44-51.

LEED NC ver 2.2 Reference Guide

Oktay, D., 2011. Mimarlık ve Sürdürülebilirlik: Güncel Bir Değerlendirme ve Öneriler, Güney Mimarlık Dergisi , Aralık 2011, sayı 6, s.14.

Ovalı P.K. ,2009 Türkiye İklim Bölgeleri Bağlamında Ekolojik Tasarım Ölçütleri "Karaköy Yerleşmesinde Örneklenmesi", Doktora Tezi, Trakya Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü

Sarıer, N., Özay, S. ve Özkılıç, Y., 2012. Sürdürülebilir Yeşil Binalar, Çevre Dostu Binalar. [http://www.yesilbina.com/Surdurulebilir-YESIL-Binalar\\_a407.html](http://www.yesilbina.com/Surdurulebilir-YESIL-Binalar_a407.html).

Sev, A., 2009. Sürdürülebilir Mimarlık, YEM Yayın, İstanbul.

Sev, A. ve Canbay, N., 2009. Dünya Genelinde Uygulanan Yeşil Bina Değerlendirme ve Sertifika Sistemleri, *Yapı Dergisi Yapıda Ekoloji Eki: Ekolojik Mimarlıkta Somut Adımlar* (Nisan) , s.42-47.

Tekeli, İ., 2001. Sürdürülebilirlik Kavramı Üzerinde İrdelemeler, Cevat Geray'a Armağan, Mülkiyeliler Birliği Yayınları: 25, Ankara.

Tuna, B., 2011. Göçün Yoğunlaştırdığı Kent Sorunları ve Mimarın Sorumluluğu, Güney D.

Tuğlu, U. H., 2005. Ekolojik Açından Sürdürülebilir Yapılar ve Malzeme, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi , İstanbul.

Utkuğ, G., 2005. Sürdürülebilir Bir Gelecek İçin Mimarlık: Ekolojik Mimarlığın Ulaştığı Son Nokta Bedzed, TTMD Dergi, no:36.

Uygun V. ,2012 Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Cephe Sistemlerinin İncelenmesi (Yurt İçi ve Yurt Dışı Örneklerle) , Yüksek Lisans Tezi, Haliç Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Özcuahdar, T., 2007. Sürdürülebilir Çevre için Enerji Etkin Tasarımın Yaşam Döngüsünde İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, , İTÜ, İstanbul.

YAMAN, C. IX Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi , Seminer Bildirisi

Yrd. Doç. Dr. Zeynep Işık, Yapılarda Sürdürülebilirlik Dersi, Ders Notları

## DENİZ OSMANÇELEBİOĞLU

**Deniz OSMANÇELEBİOĞLU**, kamu görevlisi bir Anne-Babanın ilk çocuğu olarak 06.02.1988 tarihinde Ankara'da doğdu.

Ankara Sarar İlköğretim Okulu'nda başladığı ilk öğrenimini 2001 yılında İstanbul Altunizade Hafize Özal İlköğretim Okulu'nda, İstanbul Çağrıbey Anadolu Lisesi'nde başladığı orta öğrenimini 2006 yılında Konya Meram Anadolu Lisesi'nde tamamladı.

Haliç Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünü 2011, Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Bölümünü 2016 yılında bitirdi.

05.2009-09.2009 tarihleri arasında katıldığı Bahçeşehir Üniversitesi Siyaset Okulu ile 08.2010-10.2010 tarihleri arasında katıldığı, aynı Üniversitenin Yerel Yönetimler Akademisi Şehircilik ve Yapılaşma Bölümünden sertifika sahibidir.

08.2008-09.2008 tarihleri arasında, Tekçelik İnşaat A. Ş. tarafından gerçekleştirilen Başakşehir İlçesinde 936 daire ve AVM'den oluşan Misstanbul Evleri Projesinde şantiye mimarlığı stajı, 07.2010-08.2010 tarihleri arasında, VARYAP - Varlıbaşlar İnşaat A.Ş. tarafından gerçekleştirilen Varyap Meridian Projesi'nde proje mimarlığı stajı yapmıştır.

03.2009-12.2009 tarihleri arasında, Baysaş İnşaat A.Ş. tarafından gerçekleştirilen, Gold Tower Projesinde yarı zamanlı şantiye mimarlığı yapmış, 11.2010-07.2011 tarihleri arasında, Bahçeşehir Gölet AVM Projesini gerçekleştiren V&G Yapı İnşaat Ltd.Şti.'nde danışman mimar olarak çalışmıştır.

07.2011.-04.2014 tarihleri arasında SAF GYO A.Ş.'nde; Satış Müdürü'ne bağlı olarak satış ve satış sonrası müşteri ilişkilerini, daire teslimlerini, tapu ve diğer idari iş ve işlemleri yönetmen düzeyinde yürütmüştür.

04.2014-10.2014 tarihleri arasında askerlik hizmetini tamamlayan **Deniz OSMANÇELEBİOĞLU**, halen SİNPAŞ GYO A. Ş.'nde Projeler Satış Yönetmeni olarak çalışmaktadır.

Orta düzeyde İngilizce bilen ve (B) sınıfı sürücü belgesi sahibi olan **Deniz OSMANÇELEBİOĞLU** aynı zamanda Trabzospor A.Ş. Genel Kurul üyesidir.