

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

YÜKSEK YAPILARDA SÜRDÜRÜLEBİLİR ENERJİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
ÖZGÜR SEMAVİ KATUK**

**Danışman
Prof. Dr. ONUR ALTAN**

İstanbul – 2014

T.C.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE


Mimarlık Anabilim Dalı Mimarlık Programı Tezli Yüksek Lisans öğrencisi **Özgür Semavi KATUK** tarafından hazırlanan **“Yüksek Yapılarda Sürdürülebilirlik Enerji”** adlı bu çalışma jürimizce Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Tarihi : 16.07.2014

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

İmzası :

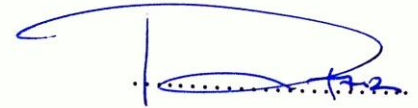
Jüri Üyesi: Prof.Dr.Onur ALTAN
Danışman– HAL.Üniv.Mimarlık ABD Öğr.Üyesi



Jüri Üyesi : Prof.Dr.Vefa ÇETİN
HAL.Üniv. Mimarlık ABD Öğr.Üyesi



Jüri Üyesi : Doç.Dr.İpek FİTÖZ
MSGSÜ Öğr.Üyesi



ÖNSÖZ

Bu çalışma 2012 – 2014 yılları arasında T.C. Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Mimarlık Programı' nın bilimsel araştırma ve uygulama çalışmalarına verdiği destek ile hazırlanmıştır.

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmamın tamamlanması süresince büyük bir gayret ve özveriyle çalışmamı takip eden, gösterdiği sabır ve hoşgörüsü bana destek olan tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Onur Altan'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Lisans hayatım boyunca her zaman yanımda olan T.C. Haliç Üniversitesi' ndeki tüm hocalarımıza ve asistanlarımıza bizleri bugüne getirdikleri için sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Aynı zamanda yüksek lisans eğitimim boyunca bizlerden desteğini ve yardımını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Vefa ÇETİN'e sonsuz teşekkür ederim.

Tüm desteğini ve sevgisini her zaman hissettiğim aileme, bu çalışmayı bitirmem konusunda da manevi gücünü hissettirdiği ve inandığı için, yürekten teşekkür ederim.

Tez yazım sürecimde her zaman yanımda olan sevgili kuzenim Sayın Türkolog Sinem Açıl' a yardımları için sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tezimi hazırlarken gösterdikleri anlayış için Faga İnşaat Taahhüt. San. Tic. A.Ş' deki, Sayın Yük. Mimar Akif Erbay başta olmak üzere tüm yöneticilerime ve teknik konularda yardımlarına başvurduğum çalışma arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

İstanbul, 2014

Özgür Semavi KATUK

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
SİMGELER	V
KISALTMALAR	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ	VIII
ÇİZELGELER LİSTESİ	XIII
RESİMLER LİSTESİ	XV
ÖZET	XVII
ABSTRACT	XVIII
1.GİRİŞ	1
1.1.Tezin Amacı	1
1.2.Bulgular	2
2.YÜKSEK YAPI TANIMI VE TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.1.Yüksek Bina Kavramı Ve Yüksek Bina Tanımları	3
2.2.Yüksek Yapılarda Yapı Yüksekliği	4
2.2.1.Yapı Yüksekliği Ölçme Teknikleri	6
2.3.Yüksek Binaları Ortaya Çıkaran Nedenler	7
2.3.1.Teknolojik Nedenler.....	7
2.3.2.Sosyal Nedenler	8
2.3.3.Ekonomik Nedenler	8
2.3.4.Kültürel Nedenler.....	9
2.4.Yüksek Binaların Tarihsel Gelişimi	10
2.4.1.1880 - 1900 Arası Dönem	11
2.4.2.1900 - 1930 Arası Dönem	13
2.4.3.1930 - 1950 Arası Dönem.....	15
2.4.4.1950 - 1970 Arası Dönem.....	17
2.4.5.1970 - 1980 Arası Dönem	19
2.4.6.1980 - 2000 Arası Dönem	20
2.4.7.2000 Sonrası Dönem	23
2.4.8.ABD'deki Durum.....	24
2.4.9.Avrupa'daki Durum	26
2.4.10.Uzakdoğu'daki Durum.....	26
2.4.11.Enerji Etkin, Ekolojik Tasarımlar ve Sürdürülebilir Mimarlık Dönemi	32
3.ÇEVRE, ENERJİ VE EKOLOJİ KAVRAMLARINA GENEL BAKIŞ	35
3.1. Çevre Kavramının Tanımı	35
3.1.1.Çevre Sorunları	36
3.1.2.“Sürdürülebilir Kalkınma” Kavramının Benimsenişi	38
3.1.3.Çevre Sorunlarına Karşı Yapılan Uluslararası Konferanslardan Çıkan Sonuçlar	39
3.2.Enerji Kavramı	42
3.2.1.Enerji Üretiminin Çevresel Etkileri	43
3.2.1.1.Fosil Yakıtlar ve Çevre	43
3.2.1.2.Nükleer Santraller ve Çevre	45

3.2.1.3.Dünyanın Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yöneliminin Sebepleri.....	50
3.3.Ekoloji Kavramının Tanımı.....	51
3.3.1.Ekoloji Kavramının Anlamının Zaman İçinde Değişimi.....	51
3.3.2.Ekoloji Kavramının Günümüzde Önemini Arttıran Etkenler.....	52
4.EKOLOJİK MİMARLIK ve SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK.....	53
4.1.Ekolojik Mimarlık.....	53
4.1.1.Ekolojik Mimarlıkta Tasarım Prensipleri.....	54
4.1.2.Çevreye Duyarlı Tasarım.....	56
4.1.3.Ekolojik Yapı Tasarım Kriterleri.....	56
4.1.3.1.Fiziksel Çevre Verileri.....	57
4.1.3.2.Yapı Formu Tasarımı.....	57
4.1.3.3.Yapı Kabuğu Tasarımı.....	57
4.1.3.4.Yüksek Performanslı Malzeme – Pencere Kullanımı.....	58
4.1.3.5.Su Korunumu.....	58
4.1.3.6.Malzeme Korunumu.....	58
4.1.3.7.Peyzaj Tasarımı.....	58
4.1.3.8.Yenilenebilir Enerji Kullanımı.....	59
4.2.Sürdürülebilir Mimarlık.....	59
4.2.1.Kaynak Yönetimi.....	60
4.2.1.1.Enerjinin Etkin Kullanımı.....	61
4.2.1.2.Suyun Etkin Kullanımı.....	61
4.2.1.3.Malzemenin Etkin Kullanımı.....	62
4.2.1.4.Yapı Alanlarının Etkin Kullanımı.....	62
4.2.2.Yaşam Döngüsü Tasarımı.....	62
4.2.2.1.Yapı Öncesi Dönem.....	63
4.2.2.2.Yapı Dönemi.....	65
4.2.2.3.Yapı Sonrası Dönem.....	66
4.2.3.İnsan İçin Tasarım.....	66
4.2.3.1.Doğal Şartların Korunumu.....	67
4.2.3.2.Kentsel Tasarım Ve Bölge Planlama.....	67
4.2.3.3.İnsan Sağlığı Ve Konforu İçin Tasarım.....	68
4.3.Sürdürülebilirlik Kapsamında Enerji.....	69
4.3.1.Enerji Kaynakları.....	69
4.3.1.1.Yenilenemeyen Enerji Kaynakları.....	70
4.3.1.2.Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	70
4.3.1.2.1.Güneş Enerjisi.....	70
4.3.1.2.2.Rüzgâr Enerjisi.....	72
4.3.1.2.3.Hidroelektrik Enerjisi.....	72
4.3.1.2.4.Hidrojen Enerjisi.....	73
4.3.1.2.5.Biyokütle ve Biyomas Enerjisi.....	73
4.3.1.2.6.Biyogaz Enerjisi.....	74
4.3.1.2.7.Jeotermal Enerjisi.....	74
4.3.1.2.8.Deniz Enerjileri.....	75
4.4.Sürdürülebilirlik Mimarlık Kapsamında Atık Değerlendirme ve Geri Dönüşüm Sistemleri.....	76
4.4.1.Atık Su Geri Dönüşüm ve Sistemleri.....	76
4.4.2.Atık Su Arıtma Türleri.....	77
4.4.2.1.Fiziksel Arıtma (Birincil Arıtma).....	77
4.4.2.2.Biyolojik Arıtma (İkincil Arıtma).....	77

4.4.2.3.Kimyasal Arıtma (Üçüncül Arıtma)	78
4.4.2.4.Atık Su Geri Dönüşümü ve Önemi	78
4.4.3.Yapıda Kullanılan Malzemeler Yönünden Geri Dönüşüm ve Atık Değerlendirmesi	78
4.4.3.1.Geri Dönüşüm Metotları	79
5.YÜKSEK YAPILAR VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	80
5.1.Yenilenebilir Kaynaklar ve Önemi.....	80
5.2.Yenilenebilir Kaynakların Dünyada Kullanımı.....	82
5.3.Yenilenebilir Kaynakların Yüksek Yapılarda Kullanımı ve Sürdürülebilir Enerji.....	83
5.3.1.Güneş Enerjisi Ve Yüksek Binalarda Kullanımı	84
5.3.1.1.Yapılarda Fotovoltaik Pil Kullanımı	86
5.3.1.2.PV Panellerin Verimliliği.....	90
5.3.1.3.Dünyada ve Türkiye’de PV Teknolojisinin Durumu	92
5.3.1.4.Almoayyed Tower Örneği	94
5.3.1.5.Manchester CIS Tower Örneği	96
5.3.1.6.Korean Tower Örneği	97
5.3.2.Jeotermal Enerji Ve Isı Pompalarının Yüksek Binalarda Kullanımı..	98
5.3.2.1.Jeotermal Enerji Teknolojileri.....	99
5.3.2.1.1.Kuru Buhar Santralleri	99
5.3.2.1.2.Flash Buhar Santralleri.....	100
5.3.2.1.3.Binary Cycle Buhar Santralleri	100
5.3.2.2.Jeotermal Sistem	101
5.3.2.3.Isı Pompası	101
5.3.2.3.1.Toprak Kaynaklı Isı Pompaları	102
5.3.2.3.2.Su Kaynaklı Isı Pompaları	103
5.3.2.3.3.Hava Kaynaklı Isı Pompası	104
5.3.2.4.Manitoba Hydro Place Örneği	105
5.3.3.Rüzgar Enerjisi Ve Yüksek Binalarda Kullanımı	109
5.3.3.1.Rüzgar Enerjisine Genel Bakış	109
5.3.3.2.Rüzgar Enerjisinin Özellikleri.....	110
5.3.3.3.Rüzgar Türbinleri	110
5.3.3.3.1.Rüzgar Türbinleri ve Çevresel Etkileri	115
5.3.3.3.2.Yapılara Göre Rüzgar Türbini Sınıflandırılması.....	116
5.3.3.3.2.1.Bina Bağımsız Rüzgar Türbinleri	117
5.3.3.3.2.2.Bina Monte Rüzgar Türbinleri	118
5.3.3.3.2.3.Bina Entegre Rüzgar Türbinleri	120
5.3.3.4.Rüzgar Türbinleri ve Yüksek Binalarda Kullanımı	121
5.3.4.İklimle Dengeli Tasarım Ve Biyoklimatik Yüksek Yapı Tasarımı.....	129
5.3.4.1.Doğal Havalandırma	133
5.3.4.2.Rüzgar Duvarları	137
5.3.4.3.Isı Bacaları	138
5.3.4.4.Çift Cepheler	138
5.3.4.4.1.Çift Cephelerin Sınıflandırılması	139
5.3.4.4.1.1.Tampon Bölge Oluşturarak Yapılan Doğal Havalandırma Sistemi (Buffer System).....	140
5.3.4.4.1.2.Havanın Emilerek Sirkülasyonu Sağlayan Sistem (Extractes System).....	140
5.3.4.4.1.3.Çift Katmanlı Sistem.....	141
5.3.4.5.Commerz Bank Örneği	141

5.3.4.6.RWE Tower Örneği	144
5.3.5.Atık Su Geri Dönüşüm Ve Sistemlerinin Yüksek Yapılarda Kullanılması.....	145
5.3.5.1.DIN EN 1085 Standardına Göre Eysel Atık Su	145
5.3.5.1.1.Kullanım (PROSESS) Suyu	145
5.3.5.1.2.Siyah Su	146
5.3.5.1.3.Gri Su	146
5.3.5.1.3.1.Gri Su Geri Kazanımı.....	146
5.3.5.1.3.2.Gri Su Geri Kazanım Sistemi.....	146
5.3.5.2.Su Yönetimi ve Ekolojik Etkileri.....	146
5.3.5.3.Gri Su Miktarı ve Bileşenleri	146
5.3.5.3.1.Gri Su Miktarı	147
5.3.5.3.2.Gri Suyun Bileşenleri.....	147
5.3.5.4.Gri Suyun Uygulama Aralığı Ve Kullanım Suyu İçin Kalite Gereksinimleri.....	149
5.3.5.4.1.Tuvalet Rezervuarları.....	149
5.3.5.4.2.Çamaşırhane	149
5.3.5.4.3.Bahçe Sulama.....	150
5.3.5.5.Sistem Dizaynı	151
5.3.5.5.1.Sistem Boyutları.....	151
5.3.5.5.2.Su, Drenaj ve Havalandırma Hatlarının Bağlantı Şekli	152
5.3.5.5.3.Tesisat, Borulama ve Pompalar.....	152
5.3.5.5.4.Kirli ve Temiz su Depoları.....	152
5.3.5.6.COR Binası Örneği	152
6.YÜKSEK YAPILARDA ENERJİ DERECELENDİRME SİSTEMLERİ... 154	154
6.1. LEED Sistemi	154
6.1.1.Sürdürülebilir Alanlar Oluşturulması.....	154
6.1.2.Suyun Etkin Kullanımı.....	154
6.1.3.Enerji Verimliliği	155
6.1.4.Malzeme	155
6.1.5.İç Hava Kalitesi	155
6.2.BREEAM Modeli (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)	156
6.2.1.Küresel Sorunlar ve Kaynak Kullanımı	157
6.2.2.Yerel Sorunlar	157
6.2.3.Yapı İçi Sorunlar	157
6.3.CASBEE Modeli.....	157
7.SÜRDÜRÜLEBİLİR YÜKSEK YAPI ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ	159
7.1.Sürdürülebilir Yüksek Yapı Seçim Kriterleri.....	159
7.1.1.Menara Mesiniaga: IBM Binası	160
7.1.2.Commerzbank Genel Merkezi	162
7.1.3.Swiss Re Genel Merkez Binası	165
7.1.4.İstanbul Sapphire.....	168
7.1.5.Lighthouse Kulesi	170
7.1.6.Elithis Kulesi	172
7.1.7.The Bahrain World Trade Center (BWTC) Kulesi	174
8.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	176
KAYNAKLAR	178
ÖZGEÇMİŞ.....	187

SİMGELER

A	: Havanın temas ettiği alan
f	: Döşemeden döşemeye yükseklik
P	: Güç (kW, MW, GW, TW)
P _w	: Pencerede oluşan basınç farkı
Q	: Toplam hava geçirgenliği (m ³ /saat)
U	: Isı geçirim katsayısı (W/m ² K)
V _w	: Rüzgar hızı
V	: Volt, Elektrik akım ölçüsü
ρ	: Havanın yoğunluğu
λ	: Kanat ucu hız oranı

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birlesik Devletleri
ASTM	: American Society For Testing and Materials
BIWT	: Building Integrated Wind Türbines (Bina entegre rüzgar türbini)
BMS	: Building Monitoring System
BREEAM	: Building Research Establishment Environmental Assessment Method
BUWT	: Building Mounted Wind Turbines (Bina monte rüzgar türbini)
BWTC	: Bahrain World Trade Center
C	: Cilt
CASBEE	: Comprehensive Assessment System For Built Environment Efficiency
CFD	: Computational Fluid Dynamics
CTBUH	: Council on Tall Buildings and Urban Habitat
DOE	: United States Department of Energy
DSSC	: Dye-sensitized solar cell
EEG	: Renewable Energy Law (Yenilenebilir Enerji Yasası)
EIE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
EWTMS	: Extended Wind Turbine Monitoring system
GSHP	: Ground Source Heat Pump (Toprak kaynaklı ısı pompaları)
HAWT	: Horizontal Axis Wind Turbine (Yatay eksenli rüzgar türbini)
HVAC	: Heating Ventilating and Air Conditioning
HYTIPVE	: Hybrid Thermal Insulating PV Facade
IBEC	: Institute for Building Environment and Energy Conservation (Japonya Bina Çevre ve Enerji Koruma Enstitüsü)
JGC	: Japan Gasoline Corporation
JQA	: Japan Quality Assurance
JSBC	: Japan Sustainable Building Consortium (Japon Sürdürülebilir Binalar Konseyi)
km.	: Kilometre

LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design
lt.	: Litre
m.	: Metre
MIA	: Merkezi İş Alanları
NASA	: National Aeronautics and Space Administration (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)
NREL	: National Renewable Energy Laboratory
NSF	: National Science Foundation
NYC	: New York City
OPVC	: Organic Photovoltaic Cell(Organik Fotovoltaik Hücre)
PV	: Photovoltaic (Fotovoltaik)
REA	: Rural Electric Administration (Kırsal Elektrik İdaresi)
S	: Sayı
s.	: Sayfa
TIPVE	: Thermal Insulating PV Facade
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
vb.	: Ve Benzeri

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil 2.1. Yapıların Mimari Bitiş Noktasına Göre Dünyanın En Yüksek 10 Binası... 5	
Şekil 2.2. Yapıların Kullanılabilen En Son Kat Durumuna Göre Dünyanın En Yüksek 10 Binası	5
Şekil 2.3. Yapıların En Üst Bitiş Elemanı Dahil Olarak Ölçülen Dünyanın En Yüksek 10 Binası	6
Şekil 2.4. 2009 Yılında Yapımı Tamamlanmış Olan 38 Adet Yüksekliği 200 M Ve Daha Fazla Olan Yüksek Yapıların Bölgelere Göre Dağılımı.....	6
Şekil 2.5. Chicago.....	24
Şekil 2.6. New Jersey'den NYC'ye Bakış	24
Şekil 2.7. Chicago'da En Yüksek 10 Yapı	25
Şekil 2.8. New York'da En Yüksek 10 Yapı	25
Şekil 2.9. Almanya'da Bulunan En Yüksek 10 Yapı.....	26
Şekil 2.10. İngiltere'de Bulunan En Yüksek 10 Yapı.....	27
Şekil 2.11. Rusya'da Bulunan En Yüksek 10 Yapı	27
Şekil 2.12. Fransa'da Bulunan En Yüksek 10 Yapı.....	28
Şekil 2.13. İstanbul'da Bulunan En Yüksek 10 Yapı	28
Şekil 2.14. İspanya'da Bulunan En Yüksek 10 Yapı.....	29
Şekil 2.15. Polonya'da Bulunan En Yüksek 10 Yapı	29
Şekil 2.16. İsveç'te Bulunan En Yüksek 10 Yapı.....	29
Şekil 2.17. Hongkong	30
Şekil 2.18. Çin	31
Şekil 2.19. Japonya	31
Şekil 2.20. Kore	31
Şekil 2.21. Singapur.....	32
Şekil 3.1. Dünya Gelişiminin Değişen Gündemi.....	39
Şekil 4.1. Yapımda Kaynak Akışı.....	60
Şekil 4.2. Güneşten Isıl Elektrik Üretim Sistemi.....	71
Şekil 4.3. Hidrolik Enerji Kullanımı.....	72
Şekil 4.4. Jeotermal Üretim Sistemi	75

Şekil 4.5. Geri Dönüşüm Simgesi.....	79
Şekil 5.1. Yapı Üretiminde Sürdürülebilirliğin Sağlanabileceği Sistem Ve Alt Sistemler.....	84
Şekil 5.2. Güneş Enerjisinin Pasif Sistemlerle Kullanımlarına Ait Şematik Örnekler.....	85
Şekil 5.3. Güneş Pili Genel Gösterimi.....	86
Şekil 5.4. Çatılarda PV Uygulaması	86
Şekil 5.5. Yapıların Cephesinde Kullanılan PV' ler.....	86
Şekil 5.6. PV'lerin Yapılarda Kullanım Çeşitleri	87
Şekil 5.7. Yapılarda Kullanılan PV Kollektör Detayı.....	88
Şekil 5.8. a) Pasif Havalandırılan PV (PVE) b) Isı Yalıtımlı PV (TIPVE) Cephe Sistemi Detayları.....	89
Şekil 5.9. (a) Aktif Havalandırılan PV (AVE) Cephe Sistemi, (b) Hibrid Isı Yalıtımlı PV (HYTIPVE) Cephe Sistemi.....	89
Şekil 5.10. Fotovoltaik Panellerin Verimleri Güneş Işınlarmın Açısı, Geldiği Doğrultu Ve Gölge Durumuyla İlgilidir	91
Şekil 5.11. Güneş Pili Kullanımının Ülkelere Göre Dağılımı	92
Şekil 5.12. Güneş Pili Kullanımının Avrupa Ülkeleri Bazında Durumu.....	93
Şekil 5.13. Kuru Buhar Santrali Sistemi (NREL-National Renewable Energy Laboratory)	99
Şekil 5.14. Flash Buhar Santralleri Çalışma Prensibi(NREL-National Renewable Energy Laboratory)	100
Şekil 5.15. Binary Cycle Buhar Santrali (NREL-National Renewable Energy Laboratory)	100
Şekil 5.16. Güneş Enerjisi Tarafından Tutulan Ve Yansıyan Enerji Miktarları.....	101
Şekil 5.17. Isı Pompasının Şematik Gösterimi	102
Şekil 5.18. Yatay Toprak Kolektörleri (a) Veya Dikey Sondajlarla (b) Enerji Sağlanan Toprak Kaynaklı Isı Pompaları	103
Şekil 5.19. Şematik Olarak Isı Pompası Ve Bileşenleri.....	103
Şekil 5.20. Su Kaynaklı Isı Pompalarının Şematik Çizimi.....	104
Şekil 5.21. Çevre Havasından Enerji Çekilmesi (Dış Hava).....	104
Şekil 5.22. Yaz Dönemi Hava Sirkülasyonu Ve Jeotermal Enerji Kullanımı Gösteren Şematik Çizim, Manitoba Hydro Place, Canada, 2009.....	107

Şekil 5.23. Yaz Dönemi Hava Sirkülasyonu Ve Jeotermal Enerji Kullanımı Gösteren Şematik Çizim, Manitoba Hydro Place, Canada, 2009.....	107
Şekil.5.24. Manitoba Hydro Place’de Kullanılan Enerji Sistemlerini Gösteren Şematik Çizim, Manitoba Hydro Place, Canada, 2009.....	108
Şekil 5.25. 2009 Yılında Dünyada Mevcut Rüzgar Enerjisi Üretim Kapasitesinin Toplam Enerji Üretim Kapasitesi İçindeki Yüzdesi	109
Şekil 5.26. Yatay Eksenli Rüzgar Türbinini Oluşturan Mekanik Elemanlar.....	110
Şekil 5.27. (a) Yatay Eksenli ,(b) Darrieus, (c) H-Rotor Düşey Eksenli Rüzgar Türbinleri	111
Şekil 5.28. Freedom Tower, New York.....	111
Şekil 5.29. Türbin Kanatlarında Oluşan Sapmaların Şematik Gösterimi	112
Şekil 5.30. Rüzgar Türbini İle İlgili Bazı Tanımların Şematik Olarak Gösterimi...	113
Şekil 5.31. Farklı Kesit Ve Malzeme Kullanılmış Kanatların Detayları	113
Şekil 5.32. (a) Seri Bağlanmış Olan Nano Fiber Takviyeli Polimerden Yapılan Yatay Eksenli Rüzgar Türbini (b) Karbon-Fiberglas Darrieus Tipi Rüzgar Türbinleri.....	115
Şekil 5.33. Türbini Etkileyen Rüzgar Yükleri	117
Şekil 5.34. Binalara Rüzgar Enerjisi Entegrasyon Sistemleri	117
Şekil 5.35. Gray County Wind Farm, Kansas’taki En Geniş Rüzgar Çiftliği	118
Şekil 5.36. Rüzgar Türbini Temel Sistemi.....	118
Şekil 5.37. Bina Monte Rüzgar Türbinleri İçin Entegrasyon Yöntemleri	118
Şekil 5.38. Bina Monte Rüzgar Türbini Windcube	119
Şekil 5.39. a) Bina Monte Rüzgar Türbini Windcube® ‘ın Binaya Yerleşimi b) Windcube® Verimini Gösteren Grafik (Kırmızı İle Gösterilen Kısım Aynı Çapta Klasik Bir Bağımsız Rüzgar Türbininin Verimini İfade Eder.).....	119
Şekil 5.40. CIS Tower, Londra	120
Şekil 5.41. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi	120
Şekil 5.42. Bina Mesnetsiz Rüzgar Türbinleri Ve Bina İlişkileri	121
Şekil 5.43. WEB Projesi Kapsamında Test Edilen Prototip Yapılar	122
Şekil 5.44. Rüzgar Türbinlerin 7 M Yüksekliğinde Prototipler Üzerinde Test Edilmesi	122

Şekil 5.45. İki Yapı Kütlesi Arasına Kanallı Ve Kanalsız Yapılan Testlerle Elde Edilen Güç Eğrileri	123
Şekil 5.46. Rüzgarı Türbine Doğru Yönlendiren Bina Biçimlenişi.....	124
Şekil 5.47. WEB Projesi Kapsamında Kullanılan Modeller.....	124
Şekil 5.48. Rüzgar Enerjisini En Etkin Şekilde Kullanılmasını Sağlayan Plan Düzlemindeki Biçimlenişler	125
Şekil 5.49. Castle House Binası Ve Rüzgar Tüneli Testi	125
Şekil 5.50. Çok Yönlü Çalışabilen Rüzgar Türbinli Yapı Örneği	126
Şekil 5.51. Rüzgar Yönü Değişken Olan Bölgelerde Yapılabilecek Olan Türbin Tasarımları	127
Şekil 5.52. Rüzgar Türbinleri İçin Alınan Güvenlik Önlemleri	127
Şekil 5.53. ZED Projesi, Londra.....	128
Şekil 5.54. Düşey Eksenli Rüzgar Türbinini Kullanılmış Yapılar.....	128
Şekil 5.55. Bina Formu Ve Enerji Kayıplarının Şematik Gösterimi	129
Şekil 5.56. Bazı Bölgelerdeki Uygun Bina Yönleri.....	130
Şekil 5.57. Ken Yeang'ın Tasarladığı Editt Tower, Bioklimatik Yapıdaki Sistemlerin Şematik Olarak Gösterimi.....	130
Şekil 5.58. Editt Tower, a) Şematik Olarak Yağmur Suyu Toplama Ve Kullanma Sistemi.....	131
Şekil 5.59. Skyfarm, Toronto-Kanada	131
Şekil 5.60. Manera Mesiniaga Binası Ve Güneş Kırıcıları.....	130
Şekil 5.61. Manera Mesiniaga Binası; Tasarım İlkelerinin Şematik Çizimleri	133
Şekil 5.62. Farklı Bina Tiplerine Etkiyen Pozitif (+) ve Negatif (-) Rüzgar Basınçları.....	134
Şekil 5.63. a) Çapraz Havalandırma İlkesini Gösteren Şematik Çizim b) Isı Farkı Kullanılarak Baca/Emme Etkisiyle Yapılan Doğal Havalandırma	134
Şekil 5.64. Commezbank Binası	135
Şekil 5.65. D ve C Çapraz Havalandırma Prensiplerinin Şematik Çizimi, E Havanın Fizik Kurallarına Göre Isınıp Yükselen Havanın Sirkülasyonunu İfade Eder	135
Şekil 5.66. A Kısmı Atrium Oluşturularak İç Hava Ve Dış Hava Sıcaklık Farkıyla Tüm Katlara Temiz Hava Yayılır. B Kısmı Da Mekanik Olarak Basınç Farkından Havanın Dağılımını İfade Eder.....	136

Şekil 5.67. Yüksek Yapılarda Açıklık Bırakılarak Uygulanan Havalandırma Yöntemlerinin Şematik Çizimi	136
Şekil 5.68. Ken Yeang'ın Manera Umno Binası' nda Kullandığı Rüzgar Duvarı ve Detayları	137
Şekil 5.69. Isı Bacaları İle Yapılan Doğal Havalandırma İlkelerini Ve Hava Hareketini Gösteren Şematik Çizim.....	138
Şekil 5.70. Doğal Havalandırma Ve Hibrid Sistemlerin Şematik Karşılaştırması ..	139
Şekil 5.71. a) Tampon Bölge Oluşturulan Havalandırma Sistemi, b) Mekanik Sistemlerle Havanın Emilmesini Sağlayan Sistem, c) Çift Katmanlı (Twin Face) Sistemler	139
Şekil 5.72. Business Promotion Center (Almanya)	140
Şekil 5.73. Helicon Building (Londra) Cephe Görünüşü	141
Şekil 5.74. Helicon Building (Londra) Cephe Detayları	141
Şekil 5.75. Çift Cepheden Hava Sirkülasyonunu Gösteren Şematik Çizim Commerz Bank, Almanya, 1997.....	143
Şekil 5.76. (a) Düşey Atrium Ve Yatay Kış Bahçelerinden Hava Sirkülasyonunu Gösteren Şematik Çizim, (b) Commerzbank Binası Plan Şeması, Commerz Bank, Almanya, 1997	143
Şekil 5.77. Yapının Cephe Detayı RWE Tower, Almanya, 1997	145
Şekil 5.78. Günlük Eysel Su Tüketim Oranları	147
Şekil 5.79. Standart Gri Su Geri Kazanım Sisteminin Kurulum Şeması. (Kazanılan Su Kullanım Suyu Olarak Çamaşır Makinesinde ve Bahçe Sulamada da Kullanılabilir).....	151
Şekil 7.1. Menara Mesiniaga Cephe Perspektifi	160
Şekil 7.2. Commerzbank G.M. Cephe Perspektifi.....	162
Şekil 7.3. Commerzbank G.M. Tipik Kesit, Plan	163
Şekil 7.4. Swiss Re G.M. Cephe Perspektifi	165
Şekil 7.5. Swiss Re G.M. Rüzgâr Analizleri	151
Şekil 7.6. İstanbul Sapphire Kulesi Cephe Perspektifi	168
Şekil 7.7. Lighthouse Kulesi Cephe Perspektifi	170
Şekil 7.8. Elithis Kulesi Cephe Perspektifi	172
Şekil 7.9. BWTC Kulesi Cephe Perspektifi.....	174

ÇİZELGELER LİSTESİ

	Sayfa No.
Çizelge 1.1. CTBUH' ın Geliştirdiği Kat Yüksekliği Belirlemede Yapılan Kabuller.	7
Çizelge 3.1. Sektörlere Göre Toplam Seragazı Salımı (Milyon Ton CO2 Eşdeğeri).	43
Çizelge 5.1. Yenilenebilir Kaynak Kullanımı Ve Yarattığı Çevresel Etkiler.....	81
Çizelge 5.2. Farklı Parametrelere Göre Sürdürülebilir Teknolojilerin Derecelendirilmesi	81
Çizelge 5.3. 2005 Yılı Verilerine Göre Dünyada Üretilen Elektrik Enerjisinin Kaynak Dağılımı	82
Çizelge 5.4. Enerji Üretim Teknolojilerinin Ortalama Fiyat Ve CO2 Emisyon Miktarı.....	82
Çizelge 5.5. Elektrik Enerjisi Üretim Teknolojilerinin Üretim Verimleri.....	83
Çizelge 5.6. Güneş Pillerinin Malzemelerine Göre Verimlilikleri	91
Çizelge 5.7. PV Tipleri Ve Verimlilikleri.....	92
Çizelge 5.8. Türkiye'de Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı	93
Çizelge 5.9. Almoayyed Tower, Bahrain-Manama,2004, Elde Edilen Yıllık Elektrik Enerjisi (kWh).....	96
Çizelge 5.10. Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Spesifik Isı Çekme Kapasitesi ...	102
Çizelge 5.11. Kurulu Rüzgar Gücünün Yıllara Göre Karşılaştırılması	109
Çizelge 5.12. Rüzgar Türbinlerinin Karşılaştırılması	114
Çizelge 5.13. Castle House Binası İçin Yapılan Rüzgar Türbini İle Aynı Özelliklerde Bağımsız Rüzgar Türbini Karşılaştırması (Oran Olarak)	126
Çizelge 5.14. Arıtılmamış Gri Suyun Bileşenleri	148
Çizelge 5.15. Arıtılmamış Gri Su ve Evsel Atık Sudaki Toplam Koli Formlar ve E-Koli Miktarları.....	148
Çizelge 5.16. Tuvalet Rezervuarı İçin Gerekli Kalite Şartları.....	149
Çizelge 5.17. Sulama Sularının ve Uygulamalarının Hijyenik/Mikrobiyolojik Niteliklerinin Sınıflandırılması	150
Çizelge 6.1. LEED Sistemindeki Kriterle Göre Puanlar Ve Yüzdeleri	155

Çizelge 6.2. BREEAM Derecelendirme Sisteminde Değerlendirilen Kriterler, Puanları Ve Yüzdeleri	157
Çizelge 6.3. CASBEE Sisteminde Konulara Göre Puan Yüzdeleri.....	158
Çizelge 7.1. Araştırma Kapsamında Binaların İnceleneceği Yapı Tasarımı İle İlgili Olan Sürdürülebilirlik Stratejileri	159
Çizelge 7.2. Menara Mesiniaga, Yapı Tasarımı İle İlgili Olan Sürdürülebilirlik Stratejileri.....	161
Çizelge 7.3. Commerzbank, Yapı Tasarımı İle İlgili Olan Sürdürülebilirlik Stratejileri.....	164
Çizelge 7.4. Swiss Re G.M., Yapı Tasarımı İle İlgili Olan Sürdürülebilirlik Stratejileri.....	167
Çizelge 7.5. İstanbul Sapphire Kulesi, Yapı Tasarımı İle İlgili Olan Sürdürülebilirlik Stratejileri.....	169
Çizelge 7.6. Lighthouse Kulesi, Yapı Tasarımı İle İlgili Olan Sürdürülebilirlik Stratejileri.....	171
Çizelge 7.7. Elithis Kulesi, Yapı Tasarımı İle İlgili Olan Sürdürülebilirlik Stratejileri.....	173
Çizelge 7.8. BWTC Kulesi, Yapı Tasarımı İle İlgili Olan Sürdürülebilirlik Stratejileri.....	175

RESİMLER LİSTESİ

	Sayfa No.
Resim 2.1. Mısır Pramitleri ve Ziguratlar.....	10
Resim 2.2. Pagoda ve Babil Kulesi	11
Resim 2.3. (a) Home Insurance Building Chicago, 1883 (b) Reliance Building, Chicago, 1885	12
Resim 2.4. Pulitzer Building, Chicago, 1885	13
Resim 2.5. (a) Woolworth Building New York, 1913 (b) American Standart Building, Chicago, 1924	14
Resim 2.6. (a) Tribune Tower, Chicago, 1925 (b) Barclay Vessey Building, New York, 1926.....	14
Resim 2.7. (a) New York Life Insurance Building, 1928 (b) Helmsley Building, New York, 1929	15
Resim 2.8. (a) Crysler Building, New York, 1930 (b) Empire State Building, New York, 1931	16
Resim 2.9. Rockefeller Center, RCA Building, New York, 1947.....	17
Resim 2.10. (a) Lake Shore Drive Apartments, New York, 1952 (b) Lever House Building, Chicago, 1952	18
Resim 2.11. Water Tower Palace,New York, 1975.....	20
Resim 2.12. Citicorp Center, New York, 1978.....	20
Resim 2.13. Hongkong & Shanghai Bank, Hong Kong, 1984	21
Resim 2.14. AT&T Buildidng, New York, 1984	22
Resim 2.15. (a) Jin Mao Building, Shangay, 1998 (b) Tokyo City Hall Complex, Tokyo, 1991	22
Resim 2.16. Burrj el Arap, Dubai, 1999	23
Resim 2.17. Burj Dubai, 2010	23
Resim 2.18. (a) Menara Mesiniaga, Kuala-Lumpur, 1993 (b) Armoury Tower, Shangai, 1994.....	33
Resim 2.19. (a) 4 Times Square, New York, 1999 (b) GSW Headquarters, Berlin..	34
Resim 5.1. Almoayyed Tower, Bahrain-Manama,2004	94
Resim 5.2. CIS Tower, Bahrain-Manchester,1962.....	97

Resim 5.3. Korean Tower, Seul,2013.....	98
Resim 5.4. Korean Tower, Seul,2013 PV Panel Kullanımı.....	98
Resim.5.5. Manitoba Hydro Place, Canada, 2009.....	105
Resim 5.6. Isı Akışını Gösteren Şematik Çizim, Manitoba Hydro Place, Canada, 2009.....	106
Resim 5.7. Ofis Mekanları Isı Akışını Gösteren Şematik Çizim, Manitoba Hydro Place, Canada, 2009.....	106
Resim 5.8. Commerz Bank, Almanya, 1997.....	142
Resim 5.9. RWE Tower, Almanya, 1997.....	144
Resim 5.10. COR Binası, ABD.....	153

GENEL BİLGİLER

Adı ve Soyadı : Özgür Semavi Katuk
Anabilim Dalı : Mimarlık
Programı : Mimarlık
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Onur Altan
Tez Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans – Haziran, 2014

ÖZET

YÜKSEK YAPILARDA SÜRDÜRÜLEBİLİR ENERJİ

Sürdürülebilir mimarlık; içinde bulunduğu ekolojinin ve varlığının her döneminde devamını esas almaktadır. Sürdürülebilir mimarlık, gelecek kuşakları da dikkate alarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına öncelik vermektedir. Çevreye duyarlı, enerjiyi, suyu, malzemeyi ve bulunduğu alanı etkin şekilde kullanmayı esas alır. Sürdürülebilir mimarlık canlıların sağlığının, güvenliğinin, psikolojik ve fiziksel konforunun ve üretkenliğinin devamını sağlayan yapılar ortaya koyma faaliyetlerinin bütünü olarak tanımlanabilir.

Günümüzde, fosil bazlı enerji kaynakları çok hızlı bir şekilde kullanılmaktadır. Buna bağlı olarak hızla tükenmektedir. Bu kaynaklardan bazıları yapı malzemelerinin üretiminde de kullanılmaktadır. Bu üretimlerle beraber enerji kaynağı olarak sürdürülebilir alternatif çözümler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Enerji tüketiminin en fazla olduğu yapı sınıflarından yüksek yapıların hızla artan inşası yüksek yapılarda enerji ihtiyacı için önlem alınmasını gerekli hale getirmiştir. Rüzgâr, güneş, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının, az katlı ya da ufak ölçekli yapılarda enerji üretimi amaçlı kullanılması mümkündür. Kat adedi gittikçe artan yapılarda bu sistemlerin karmaşıklığı artmaktadır. Bu durumda bu sistemlerin uygulanmasını zorlaştırmaktadır.

Yüksek yapıların ekolojiye daha az zarar verebilecek şekilde tasarlanması için ele alınabilecek önlemler örnekler gösterilerek irdelenmiştir. Yapıya entegre sistemler ile yenilenebilir kaynakların etkin kullanımı ve yapının form – detay tasarımında alınabilecek önlemler ile yüksek yapının daha az mekanik enerji harcaması düşüncesi ile ilerlenmiş olup bu çalışmanın bütünü oluşturulmuştur.

Bu çalışmada, yüksek yapıların kontrolsüz artışı ve prestij konumunun durdurulabilirliği tartışması dışında kalınmıştır.

Anahtar Kelimeler: yüksek yapılar, sürdürülebilirlik, ekoloji

GENERAL INFORMATION

Name and Surname : Özgür Semavi Katuk
Field : Architecture
Program : Architecture
Supervisor : Prof. Dr. Onur Altan
Degree Awarded and Date : Master of Science – June, 2014

ABSTRACT

SUSTAINABLE ENERGY IN HIGH BUILDING

Sustainable architecture; found and is based on in every period of the continued existence of ecology. Sustainable architecture; by taking into account the future generations, gives priority to the use of renewable energy sources and is based on useage of environmentally sensitive, energy, water, materials and more efficiently. Sustainable architecture; living, health, safety, psychological and physical comfort and productivity in the continuation of the structures defined as a set of activities to demonstrate.

Nowadays, fossil fuel resources are consumed very quickly and consequently are endangered at the same rate. Some of these resources are also used in the production of building materials. Together with these productions alternative solutions are being developed for sustainable energy sources. As the construction of high-rise building structures rapidly increase, it's very essential to take necessary measures for energy consumption in these class of high-rise structure constructions. Renewable energy sources such as wind, solar, geothermal could be used for energy production in low-rise or small-scale structures. Complexity of these systems are increasing as multi floor buildings are rapidly multiply. And this kind of situation, the implementation of these systems become more difficult.

In my thesis, measures which could be taken in designing high-rise buildings causing less damage to the ecology were emphasized with examples. Building integrated systems and efficient use of renewable resources and the measures to be taken on forming and detailing the design of the high-rise buildings with less mechanical energy expenditure and this study has been created as whole.

As result of this, the stoppage of the uncontrolled growth and prestige of the position of high-rise buildings have been excluded of the debate.

Keywords: high-rise buildings, sustainability, ecology

1. GİRİŞ

1.1 Tezin Amacı

Günümüz dünyasında yüksek binaları meydana getiren teknolojik, sosyal, kültürel ve ekonomik nedenlerin artışı ve bununla doğru orantılı olarak yüksek yapıların artışına sebep olmaktadır. Dünyada harcanan enerjinin yaklaşık olarak % 50'sinin yapı sektörü kaynaklı olması; bu oran içinde daha büyük payı olan ve daha karmaşık ısıtma – soğutma sistemleri içeren yüksek bina uygulamalarının enerji planlaması açısından önemini ortaya koymaktadır.

Günümüzde, küresel ısınmanın yol açtığı sorunların etkilerinin daha sık hissedildiği bu sorunların herkesi etkileyeceği bilinen ve önemi kavranmaya başlanan bir gerçektir. Bu bağlamda çeşitli disiplinlerde olduğu gibi mimarlık disiplini de ekoloji, sürdürülebilirlik ve yeşil mimarlık kavramları daha sık tartışılır olmaya başlamıştır.

Günümüzde kullanılan fosil esaslı enerji kaynaklarının sınırlı ve tükenir olmasının yanında çevreye verdiği zararların daha çok hissedilir olduğu gerçeği öngörülerek, enerji kaynaklarının daha tasarruflu tüketimine yönelik önlemleri içerirken, önemli bir bölümü de bizi sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönlendirmeye zorunlu kılmaya başlamıştır.

Bu çalışmada, teknolojinin ve zamanın yaratmış olduğu yüksek yapıların, durdurulabilirliği tartışması dışında kalınarak, yüksek yapıların gelişiminin ekolojiye olumlu yönde etki edebileceği, ekolojik kalkınmanın bir parçası haline getirilebileceği düşüncesi çerçevesinde araştırma yapılmış olup ve tasarımcıların, mimarların proje aşamasında esas alabileceği sistemler güncel örneklerle incelenmiştir. Dünyada giderek tükenmekte olan fosil, bazlı enerji kaynaklarının yerini almak üzere geliştirme çalışmaları devam eden, yenilenebilir ve sürdürülebilir kaynak kullanım teknolojilerinin, yapı sektörü içinde önemli ve farklı bir konumu olan yüksek binalardaki kullanım biçimleri ve etkinliklerini ortaya konmaktadır. Yapı üretim sektöründe sıkça kullanılan 'yeşil bina', 'sürdürülebilir yapı', 'enerji verimli yapı' ya da 'sıfır enerjili bina' kavramlarının temelinde yer alan enerji kaynaklarının (rüzgar, güneş, jeotermal) yüksek yapılardaki kullanım biçimleri ve alınabilecek bazı önlemlerle bu yapılarda tüketilen enerjinin en aza indirgenebilirliği güncel örneklerle birlikte incelenmiştir. Bu çalışmada, yüksek yapıların sürdürülebilir olup olmadıkları tartışma dışında tutularak, yapılan, tasarlanan veya yapım aşamasında olan yüksek yapılarda, sürdürülebilirlik kaygısı ile teknolojik gelişmeler sonucu ortaya çıkan yüksek yapı tasarım stratejileri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Dolayısıyla tasarımcıya, tez sonucu elde edilen verilerden, "Uluslararası Sürdürülebilir Bina Değerlendirme Sistemleri" nin performans kriterlerinden ve uygulanmış örneklerden, sürdürülebilir yüksek yapı biçimlenişinde alınabilecek tasarım kararlarına fikir verebilmek amaçlanmıştır.

1.2. Bulgular

Bu araştırmada yüksek yapı kavramı ve gelişimi, yenilenebilir enerji kaynaklarının (rüzgar, güneş, jeotermal) gelişimi ve özellikleri ile yüksek yapılarda yenilenebilir enerji teknolojilerinin havalandırma, cephe sistemleri ile birlikte etkin kullanım teknikleri ortaya konmuştur.

Yenilenebilir kaynaklarının kullanılacağı, ilk yapım maliyetleri fazla olan sistemler yapıya entegre edilirken, gerekli verimi alabilmek için, yapı formu ve mimari çözümler tasarım aşamasında değişebilmektedir. Çalışma kapsamında yapı entegre rüzgar türbinleri; türbinlerin konumlandırılması, yapı biçimlenişinin mimari ve statik çözümler ile mekanik ve elektrik sistemlere olan katkısı değerlendirilmiştir. Ayrıca; fotovoltaik panellerde enerji verimliliği, etkileri ve yapıya entegrasyon yöntemleri tanımlanmıştır. İklimlerlendirme çalışmalarında, jeotermal sistemlerin ve biyoklimatik tasarımların yüksek yapılarda işlevselliği ortaya koyulmuştur. Gri su artırımının ve yeniden kullanılabilirliğinin yöntemleri ve avantajları ortaya koyulmuştur. İlave olarak, yapı üretiminde kullanılan malzemelerin özellikleri, mekanik sistemlerde harcanan enerjiyi azaltacak havalandırma sistemleri ele alınmıştır. Tüm doğru seçimlerle yapının kullanım ömrü boyunca harcadığı tükenen enerji miktarını en aza indirmek, sürdürülebilir kılmak ve yapıyı yenilenebilir enerjinin etkin kullanımını açısından sertifikalandırmak (LEED, BREEAM, CASBEE) mümkündür.

2. YÜKSEK YAPI TANIMI VE TARİHSEL GELİŞİMİ

2.1. Yüksek Bina Kavramı ve Yüksek Bina Tanımları

Farklı ülkelerde farklı biçimlerde (Amerika'da 'skyscraper', 'high rise building'; İngiltere'de 'tower block', 'tall building'; Fransa'da 'Gratte-Ciel', Almanya'da 'Hochhaus' ve 'Wolkenkratzer'; Türkiye'de 'gökdelen' olarak) (Öke, 1989). İfade edilen yüksek binalarla ilgili günümüze kadar birçok tanımlama yapılmış, bu kavram üzerine çeşitli görüşler belirtilmiş ve sınırlarının kesin olarak anlaşılamadığı göreceli ve geniş bir tanımlama yelpazesi oluşmuştur. [1]

Sözlükte yer alan tanıma göre yüksek binalar (gökdelenler); "Taban alanı küçük, yüksekliği taban boyutlarına göre fazla, genellikle kule biçiminde, narin binalar" dır. [1]

Gökdelenin kaynağı ve yurdu olarak görülen Amerika'da yüksek yapılar için, 'high-rise' terimi çoğu kez 6 kattan (bazen 7-8 kattan) daha yüksek binalar için kullanılırken, başka bir kabule göre yüksekliği 23 metre (75 ft) – 150 metre (491 ft) arasında olan binalara 'high-rise' denmiştir. Yüksek yapılara ilişkin araştırma ve kayıt çalışmaları sürdüren Emporis Data Committee' ye göre, 35 metre (115 ft) ve daha yüksek binalar high-rise olarak kabul edilmektedir. ABD'de 150 metrenin üzerindeki binalar ise "skyscraper" (gökdelen) olarak tanımlanmış, başka kabullere göre, 100 metre (330 ft) üzerindeki binalar ile çevresindeki öteki binalara göre yüksekliği çok farklı olan binalar da yine "skyscraper" (gökdelen) olarak kabul edilmiştir. [2] ABD'de 300 metrenin üzerindeki yüksek binalar "supertall" olarak tanımlanırken, Skyscraper Müzesi'nin kabulüne göre, "supertall" binalar 80 kat üstü ya da 380 metre üstü binalardır. [1]

Yapı kuralları bakımından Almanya'da geçerli olan yönetmeliklerde yüksek bina, "Topraktan 22 metreden daha fazla yükseklikte olan ve insanların sürekli ikametine ayrılmış olan bina" dır. [3]

Bazı ülkelere göre farklı yüksek bina tanımları şöyledir;

Almanya	- 22 metre ve daha yüksek binalar (Berlin)
A.B.D	- 21 metre ve daha yüksek binalar
	- 23 metre ve daha yüksek binalar
İngiltere	- 28 metre ve daha yüksek binalar
İsviçre	- 25 metreyi geçen binalar
Rusya	- 9 kat ve üstü binalar
Avusturya	- 10 kat ve üstü binalar
Polonya	- 12 kat ve üstü binalar

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[2] Hasol, D. (2007). Yüksek, Daha Yüksek, En Yüksek. Mimar.İst,(24), İstanbul, s.44-50

[3] Tapan, M. (1983). Gökdelen Yapımıyla ilgili Amaç Sistemi Üzerine. Çok Katlı Yapılar Sempozyumu, T.M.M.O.B. İnşaat Mühendisleri Odası, İzmir, s.91.

Macaristan	- 11 kat ve üstü binalar
Çekoslovakya	- Çevre yapılara göre değişiyor
Meksika	- 30 metre ve daha yüksek binalar
Türkiye	- 10 kat ve üstü binalar.

Ülkemizde ise yüksek yapılarla ilgili belediyelerin imar yönetmeliklerinde yüksek yapı tanımı karşımıza çıkmaktadır. Bu tanımlamalardan birinde 10 kat veya daha çok katlı bina yüksek bina kabul edilmektedir. [4]

Sezen (1989:167-169), 25 kat ve üzeri, dikey gelişimi nedeni ile ileri teknoloji uygulamaları gerektiren yapıları bu gruba dâhil ederken, Bektaş (1989:46-47) asansör konulma zorunluluğu olan beş ya da daha çok katlı binaları yüksek yapı olarak tanımlamıştır. Özek ve Erdoğan (1992:47-56) ise gökdelenlerin ve yüksek yapıların çoğu zaman eş anlamda kullanılmasına karşın içerik olarak farklılıklar gösteren iki farklı kavram olduklarını savunmuş, tanımlamalarında yüksek binaları; 10-25 kata kadar yükselen yapılar olarak, gökdelenleri ise; 25 katın üzerindeki tüm yüksek yapılar olarak iki başlık altında incelemiştir.

Öte yandan Altan Öke ise, “İstanbul’ un Geleceği ve Gökdelenler” panelinde yüksek yapıları dört kategoriye ayırarak sınıflandırmıştır;

- 8-12 kat arası binalar; çok yüksek olmayan bu binalar yapımı kolay ve ülkemizde en çok rastlanan gruptur.
- 12 ila 25 kat arası binalar; taşıyıcı sistem, tesisat ve ulaşım gibi problemlerin analizlerini gerektirirler.
- 25 ila 60 kat arası binalar; genellikle çelik olmak üzere betonarme ve karma taşıyıcı sistemlerle inşa edilen, düşeyde tesisat katlarının çözümlendiği, hızlı asansörlerin belirli katlara hizmet etmek üzere gruplandığı daha kompleks olan yapılardır.
- 60 kat üzeri binalar; genellikle prestij amaçlı inşa edilen bu süper yüksek yapılar taşıyıcı sistem, tesisat, bina içi ulaşım, dış cephe malzemesi ve detayları, gelişmiş yangın önlemleri bakımından üstün teknolojinin kullanımını gerektirir.

Sonuç olarak bir genelleme yapılacak olunursa 22 metre üzeri tüm binalar yüksek yapı olarak adlandırılabilir. Bunun yanında tüm “skyscraper” (gökdelen) lerin “high-rise” yani “yüksek yapı” olduğu kabul edilebilir, buna karşılık bütün yüksek yapıların (tall buildings) gökdelen olarak nitelendirilememektedir. [5]

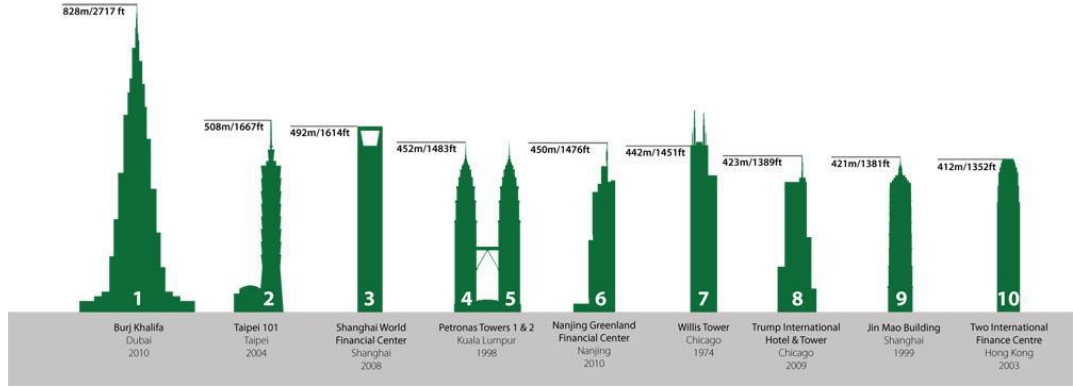
2.2. Yüksek Yapılarda Yapı Yüksekliği

CTBUH (Council on Tall Buildings and Urban Habitat), yüksek yapılarda, yapı yüksekliğini; yapının mimari olarak sonlandığı tepe noktası, yapıda kullanılan en son kat ve yapının en üst noktasında bulunan elemanların sonlandığı kota göre belirlemektedir. Bu kavramlar aşağıda kısaca tanımlanmıştır:

[4] Ekşioğlu, K. (1989). İmar Ve Kadastro Mevzuatı. Yasa Yayınları, İstanbul.

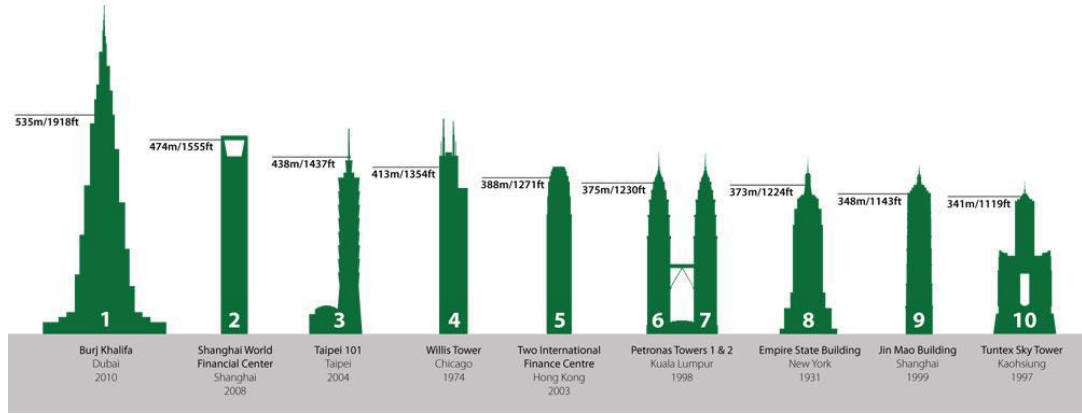
[5] Öke, A. (1989). Dünyada ve Türkiye’de Yüksek Binaların Gelişmesi. Yapı Dergisi(89), Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul, s.35-42.

Yapının mimari olarak bittiği tepe noktası: Yapı yüksekliğinin belirlenmesinde en yaygın kullanılan yöntemdir. Yapı, zemin kat (yaya girişi yapılan ilk açıklığın bulunduğu kat) başlangıç noktası olarak alınarak, anten gibi elemanların dikkate alınmadan yapıldığı ölçümdür (Şekil 2.1.). [6]



Şekil 2.1. Yapıların mimari bitiş noktasına göre dünyanın en yüksek 10 binası [6]

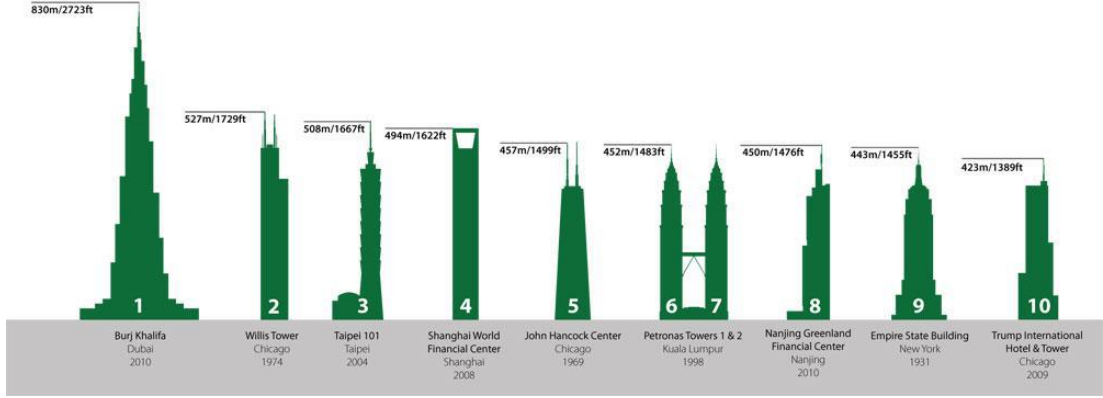
Kullanılan en son kat: Zemin kattan yaya girişinin yapıldığı, ilk açıklığın olduğu en alt bölge referans alınıp kullanıma açık olan kata kadar yapılan ölçümdür (Şekil 1.2.). [6]



Şekil 2.2. Yapıların kullanılabilen en son kat durumuna göre dünyanın en yüksek 10 binası [6]

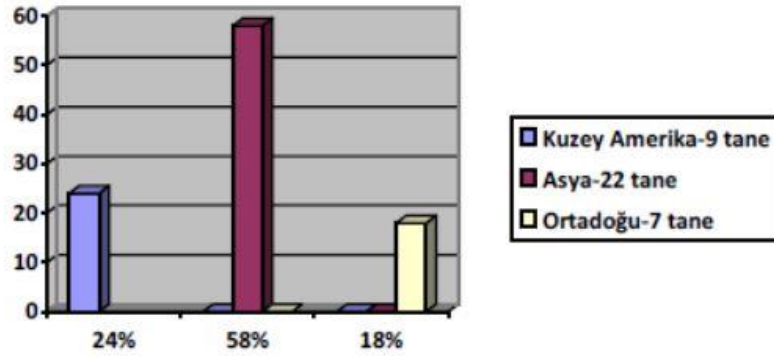
Yapının en üst noktası: Yapıda, giriş ya da ilk açıklığın bulunduğu kattan itibaren tepesindeki anten, kule gibi mimari elemanların bitiş noktasına kadar alınan ölçüdür (Şekil 2.3.). [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



Şekil 2.3. Yapıların en üst bitiş elemanı dahil olarak ölçülen dünyanın en yüksek 10 binası [6]

Son yıllarda dünyada inşa edilen yüksek yapıların ülkelere göre dağılımına bakıldığında (Şekil 2.4.) Asya ülkeleri % 58, Kuzey Amerika ülkeleri ise % 24 oranındadır. [7]



Şekil 2.4. 2009 yılında yapımı tamamlanmış olan 38 adet yüksekliği 200 m ve daha fazla olan yüksek yapıların bölgelere göre dağılımı [6]

2.2.1. Yapı Yüksekliği Ölçme Teknikleri

CTBUH sadece kat sayısı bilinen yüksek yapılarda, yapı yüksekliğini belirlemede yardımcı yöntem ve kabuller geliştirmiştir (Çizelge 2.1.). Bu yöntemle ölçüm yapmak için yapılar üç kategoriye ayrılır. (Bu yapı türlerinin yükseklik belirlenmesine ilişkin çizelgeler Ek 1, 2 ve 3' te yer almaktadır.) [6]

- Ofis binaları
- Konut ve otel binaları
- Karma ya da fonksiyonu bilinmeyen yapılar

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[7] Ali, M., & Moon, S. (2007). Structural Developments In Tall Buildings, Current Trends And Future Prospects. Architectural Science Review 50.3, s.205-223.

Bu yöntemle ölçülen ve CTBUH veri sisteminde yer alan yapılarda yükseklik hesaplanırken yapıların çatılarında yer alan anten vb. elemanlar dikkate alınmaz. Kat sayısı, zemin kattan itibaren zemin üzerindeki katları kapsar. [6]

Yükseklik hesaplama kabulleri	Ofis binaları	Konut-otel binaları	Karma fonksiyonlu
Döşemeden döşemeye yükseklik (f)	3.9 m	3.1 m	3.5 m
Giriş kat yüksekliği	2 f = 7.8 m	1.5 f = 4.65 m	1.75 f = 6.125 m
Mekanik sistemlerin yer aldığı kat aralığı (zemin ve çatı katı hariç)	s/20 -20 katta bir-	s/30	s/25
Mekanik kat yüksekliği	2 f = 7.8 m	1.5 f = 4.65 m	1.75 f = 6.125 m
Çatı yüksekliği (mekanik alan seviyesi/parapet)	2 f = 7.8 m	2 f = 6.2 m	2 f = 7 m

f: Döşemeden döşemeye yükseklik, s: Kat sayısı

Çizelge 2.1. CTBUH' in geliştirdiği kat yüksekliği belirlemede yapılan kabuller [6]

2.3. Yüksek Binaları Ortaya Çıkaran Nedenler

Tarihe bakıldığında yerleşim alanlarında inşa edilen en yüksek yapıların simgesel olarak yükselen ihtişamlı dini, askeri ya da kültürel yapılar olduğunu görmekteyiz. Endüstri devrimine kadar devam eden süreçte bu durum değişmemiş, o zamana kadar insanlar mimari anlamda yükselmek için herhangi bir gereksinim duymamışlardı. Sanayileşme sonrası hayatımıza giren 'yüksek bina' kavramının günümüzde ise sınırları zorlayan boyutlara ulaştığı söylenebilir. "Peki, neydi bu yükselme arzusunu doğuran sebep?" sorusunun cevabını net olarak vermek güçtür çünkü yüksek yapıların oluşum nedenlerini yalnızca bir yönden incelemek yanlış olacaktır, bu süreçte birbirine bağlı pek çok neden etkili olmuştur. [1]

2.3.1. Teknolojik Nedenler

Sanayileşme sonrası bilimsel gelişmeler büyük bir ivme kazanmış, bu sayede teknolojidaki ilerlemeler, yapı malzemelerindeki ve yapım teknolojisindeki teknik aşamalara geniş imkânlar sağlamış, bunların sonucunda çok katlı binaların düşeyde yükselebileme olanakları artmış, yüksek yapıların ortaya çıkışında önemli yer sahibi olmuştur. [1]

Dökme demirin icadının ardından Endüstri Devrimi ile birlikte çelik üretiminin gelişmesi 1850'li yıllarda önce demir sonra çelik çerçeve sistemlerinin uygulanmasını sağlamış, bu sistemler daha sonraları daha geniş ve yüksek açıklıklarda da kullanılmaya başlanmıştır. Bu sayede ağır yığma duvarlar yerlerini çelik çerçevelere ve cam yüzeylere bırakmışlardır. [1]

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çeliğin ve beton kalitesinin geliştirilip taşıyıcı sistemde kullanılmaya başlanmasını takiben, asansörün ve hidroforun icadı, yangın önleme sistemlerinin gelişimi, dış ve iç cephe malzemelerindeki gelişmeler, güvenlik sistemlerindeki gelişmeler, ısıtma, soğutma ve havalandırma gibi mekanik sistemlerin gelişimi, teknolojiyle paralel olarak yeni tasarım yöntemlerinin geliştirilmesi yüksek yapıların oluşumunda önemli adımların atılmasını sağlamıştır. Bu yeniliklerin sağladığı olanaklarla yüksek binalar, çağdaş anlamda, güvenlik, verimlilik ve konfor düzeyine ulaşmıştır. [8]

2.3.2. Sosyal Nedenler

II. Dünya Savaşı'ndan sonra dünya nüfusu giderek çoğalan bir grafik göstermeye başlamış, sanayileşmenin de etkisiyle artan fabrikalar yeni iş gücüne gereksinim duymuş ve bu sayede iş olanaklarının çoğaldığı kent merkezleri cazip hale gelmiştir. Kentlerde iş olanaklarının artmasıyla insanlar hızla kırsal kesimlerden kent merkezlerine göç etmeye başlamışlardır. Bu da yeni sorunları beraberinde getirmiştir. Kent merkezlerinde giderek azalan yerleşim alanları ve buna karşılık hızla artan bir nüfus meydana gelmiştir. [1]

Kırsal kesimlerden kent merkezlerine gelişen hızlı göçün sonucunda şehirlerdeki yerleşim alanları oldukça büyümüş, önceleri tarım için kullanılan alanlar bile yerleşim alanlarına dönüşmeye başlamıştır. Bu durum kentlerdeki nüfusun yoğunlaşmasının yanında hızlı kentleşme ile birlikte giderek azalan toprağın da değer kazanmasına sebep olmuştur. Sınırlı, az alanda maksimum ve nitelikli kullanım alanı oluşturmak gereği duyulan bu ortamda, yoğun insan kitlelerinin barınma, iş ve yaşam birimlerini üst üste yığmanın potansiyel bir çözüm olacağı öngörülmüştür. Bu netice ile teknoloji ilerlediği için daha kolay olan yüksek binaların inşa edilmesiyle mümkün hale gelmiştir. [1]

2.3.3. Ekonomik Nedenler

Yaşanan gelişmelerin neticesinde ekonomik ağırlığın üretimden hizmete kayması hem ekonominin temelini hem de kentlerin sosyal kompozisyonunu değiştirmiştir. [9]

İş hayatının gelişmesi ve firmaların büyümesi çalışan insan sayısını ve doğal olarak bina programlarını arttırmıştır. Kent içindeki mevcut merkez alanlarda bina yapılacak arsalar sınırlı ve fiyatları artmış olduğundan bu sorunları yüksek bina ile çözüme yoluna gidilmiştir. Nüfusun yoğunlaşması, yapım alanlarının azalması ve yüksek arsa fiyatlarına karşın o alanlarda inşa edilecek binalardan maksimum kar sağlama isteğine, yüksek yapılar kaçınılmaz çözüm yolu olmuştur. Kısıtlı ve dar

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[8] Emregül, C. (1997). Teknoloji Bağlamında Yüksek Yapılara Yaklaşım. Yüksek Lisans Tezi. İTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[9] Çıracı, H. (1995). Üretim Yapısındaki Değişimlerin Metropolen Alan Hizmetlerinin Yer Seçimine Etkileri. Yapı Dergisi(165), Yapı Endüstri Merkezi Yayınları. İstanbul.

alandaki yapılacak olan bina programının geniş olması ve bundan kaynaklı ekonomik sıkıntıların giderilmesi ise kat sayısının artırılmasıyla mümkündür. Bu da yüksek yapıların oluşumuna gerçek bir neden sağlamıştır. [1]

Günümüzde de kentin ve arsaların konumlarına, durumlarına bağlı olarak bina yüksekliğinin saptanması, ekonomik açıdan bir optimizasyon problemine dönüşmektedir. Binaların yükselmesine ve artan yapım maliyetlerine karşılık, alt yapı hizmetlerinden ve arsa maliyetinden kazanıldığı bir gerçektir. [10]

2.3.4. Kültürel Nedenler

Firmaların büyümesi

Sürekli olarak gelişim, değişim ve büyüme gösteren toplumların neticesinde gereksinimleri de giderek artan bir kültürel yapı meydana gelmiştir. İş hayatının gelişmesi, çalışan insan sayısının artması firmaların gelişmesine ve büyümesine neden olmuştur. Bunun sonucu olarak iş yapılarında daha geniş kapsamlı bina programlarına ihtiyaç duyulmuştur. Özellikle kent merkezlerinde firmaların birbirine yakın mesafelerde çalışma gerekliliği, iş merkezlerinin şehrin belirli bölgelerinde toplanmasına sebep olmuştur. İş yapılarının bu bölgelerde bulunan sınırlı ve yüksek fiyatlı olan arsalarda inşa edilmesi durumunda olduğundan bu büyümeden kaynaklı problemleri yüksek bina ile çözüm yoluna gidilmiştir ve bu alanlarda çok katlı yapı olgusunu geliştirmiştir. [1]

Reklam ve prestij amacı

Belirli alanlarda yoğunlaşan iş merkezlerinde toplanan firmalar geniş tüketici toplumlarına ulaşmanın yollarını aramaya başlamışlar ve bu anlamda farklı stratejiler geliştirmeye çalışmışlardır. Sayılarının giderek çoğalmasıyla yoğun bir rekabet ortamı oluşmuş ve firmalar dikkat çekmek amacıyla yüksek yapıların iyi birer reklam ve prestij unsuru olabileceğini öngörmüşlerdir. Bu noktada artık firmalar rakiplerinden daha güçlü, daha büyük olduğunu göstermek adına yüksek ve gösterişli binalar yapma yarışına girmişlerdir. [1]

Sehirleşme

Önceleri daha çok büro ve iş yapıları olarak tasarlanan yüksek yapılar ve düzeydeki gelişme, çalışan nüfusun artması ve konut ihtiyacının hızla artış göstermesiyle toplu konut fikrini ortaya çıkarmıştır. Toplu konutlar genel olarak kent merkezine yakın buna karşın yoğun ofis bloklarının bulunduğu bölgelerden bağımsız alanlara inşa edilmişlerdir. Bu durumda şehrin fiziksel yapısı da değişmiş, iş ve yaşam alanları birbirinden izole edildiği farklı zoonlarda yer almaya başlamışlardır. Bir arada toplanan iş merkezlerinin bulunduğu zoonlar zamanla kentin rantabilitesi

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[10] Kırkan, S. (2005). Çok Katlı Yüksek Yapıların Tasarımına Etki Eden Faktörlerin İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.

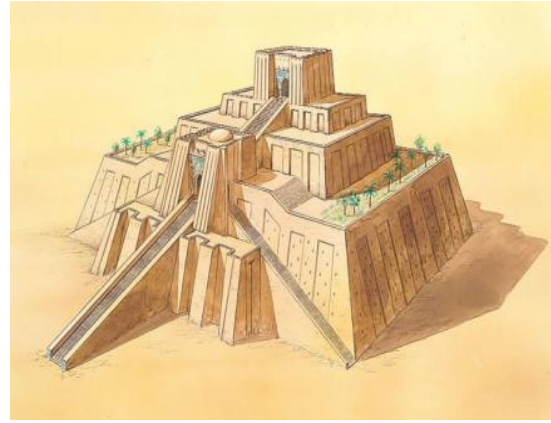
en yüksek bölgeleri olmuştur. Burada yer alan yapılar ise kentin gelişimine katkıda bulunan önemli ve belirleyici (landmark) simgeleri haline gelmişlerdir. [1]

Aynı zamanda kentsel doku üzerindeki yeşil alan miktarının artırılabilmesi amacıyla, taban alanların az tutulup binaların çok katlı yapılması bu anlamda da pozitif bir avantaj olarak görülmüştür. [1]

2.4. Yüksek Binaların Tarihsel Gelişimi

Yüksek binalar, tarihin her döneminde ve her bölgede çeşitli işlevlerde ve yüksekliklerde inşa edilmiştir. [11] Geçmişe bakıldığında güçlü olma arzusu, prestij, zenginlik, hakimiyet ve dini duygular bu yapıların oluşturulmasında etkili rol oynayan faktörlerdir.

Yüksek binaların, gücün, ekonomik ve kültürel hâkimiyetin vurgulanması, Tanrı'ya yakın olma duygularının çeşitli biçimlerde ifade edilmek istenmesinin sonucu olarak yükseldiklerini söylemek mümkündür. Tarihte, yüksek bina formu, içinde bulunduğu kültürün baskın gücünü simgelemiştir. [1]



Resim 2.1. Mısır Pramitleri ve Ziguratlar [1]

Geçmiş dönemlerdeki hemen hemen bütün uygarlıklarda dinsel veya simgesel güdülenmelerden dolayı yükselmek özel bir durumdur. Bunun ilk örneklerinin Mısır firavunları için inşa edilmiş piramitler olduğu söylenebilir. Sümer Uygarlığında inşa edilmiş olan piramitlerin formu dağı andırmaktadır. Spiral olarak yükselen bu yapılar cennet ve dünya arasındaki bağlantıyı gösteren merdiven olarak sembolize eder. Çin'de Pagodalar, İran'da Babylon'da inşa edilen Zigurat, 90 metrenin üzerindeki dev bir taş yığını olan Babil Kulesi (Tower of Babel) dini duyguların ve kutsal inanışların erken örneklerindedir. Ayrıca Roma ve Bizans döneminde Pantheon gibi tapınakların ve kilise çan kulelerinin, İslam kentlerinde ise cami minarelerinin yükseldiği görülür. [1]

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[11] Eyüce, A. (1995). *Yüksek Yapılar İçin Tasarım Yaklaşımları*. Tasarım Dergisi(51). Tasarım Yayın Grubu. İstanbul. s.50-58.



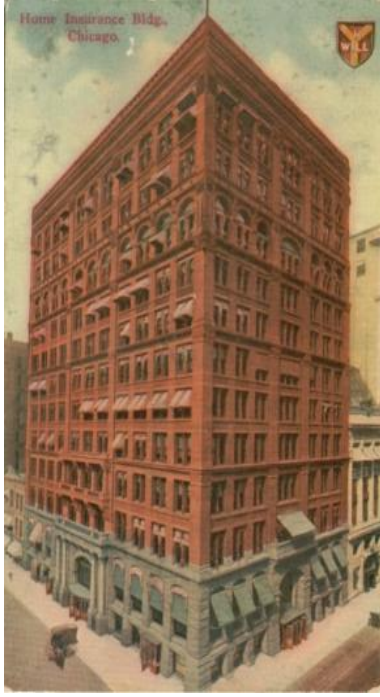
Resim 2.2. Pagoda ve Babil Kulesi [1]

İnsanoğlunun bu bitmek tükenmek bilmeyen yükselme arzusu 18. yüzyılın sonlarında dökme demirin bulunması, yapılarda çeliğin kullanılmaya başlanması, hidroforun icadı ve asansörün bulunması gibi gelişmelerle büyük bir ivme kazanmış ve o dönemlerden günümüze dek sürmüştür. Bu hızlı devinim sürecinin ve ilerleyişinin tarihi dönemlere göre ele alınarak incelenmesinin yerinde olacağı düşünülebilir. [1]

2.4.1. 1880 - 1900 Arası Dönem

Yüksek yapılar ilk olarak bu dönemde Amerika Birleşik Devletleri'nde yükselmeye başlamıştır. 1871 yılında Chicago merkezindeki büyük yangın sonrasında kent merkezindeki arsa fiyatlarının artması; yeni yapı teknolojisi ve de yapım tekniklerini geliştirme yollarının aranmasına neden olmuştur. Bu bağlamda William Le Baron Jenney, Louis Sullivan, Dankmar Adler, Daniel H. Burnham ve Martin Roche'un öncülüğünde "Chicago Okulu" adıyla yeni bir ekol doğmuş ve çelik iskelet sistem geliştirilerek ilk yüksek yapılar yapılmıştır. 1885 yılında Chicago'da William Le Baron Jenney tarafından yapılan "Home Insurance" Binası, "Council on Tall Buildings and Urban Habitat" tarafından dünyanın ilk yüksek binası olarak kabul edilmiş, tescillenmiştir. Çelik çerçeve strüktürünün verdiği avantaj ile cephede elde edilen boşluklar pencere olarak tasarlanmıştır. Dış cephede parlak terracotta malzemesi kullanılmıştır. Home Insurance Building o zamana kadar yapılmış üç dört katlı binaların üst üste konularak inşa edildiği bir yapı izlenimi vermektedir. 1885 yılında Burnham & Root'un Chicago'da yaptığı Reliance Binası da tarihteki ilk gökdelenler arasındadır. 60 metre yüksekliğinde ve 15 katlı olan binanın taşıyıcı sistemi çelik çerçeveden yapılmıştır. Binanın kaplamasında hafif malzemeler ve cam yüzeyler kullanılmış, cephede yer alan ve Charles B. Atwood tarafından tasarlanan 'Chicago tarzı pencere' olarak bilinen pencereler ilk bu yapıda kullanılmıştır. İki geniş bir dar olacak şekilde yerleştirilen bu pencereler sayesinde ışık ve hava hareketlerinin daha rahat kontrol edilebilmesi, binanın yatay rijitliği ise ince çelik çerçeveler tarafından sağlanmaktaydı. [1]

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.



(a)



(b)

Resim 2.3. (a) Home Insurance Building Chicago, 1883 (b) Reliance Building, Chicago, 1885 [1]

1890 yılında inşa edilen 24 metre yüksekliğindeki Pulitzer Binası (Resim 1.4.) ile taban alanı ile yükseklik arasındaki fark oldukça artmaya başlamış (narinlik) ve bu anlamda yeni bir çığır açılmıştır. [1]

1880 – 1900 yılları arasında yapılan çerçeve sistemli gökdelenler, yüksek yapı gelişiminin ilk devresi ve Chicago Okulu dönemi yapıları olarak isimlendirilmektedir. Asansörün icadı ve kullanılmaya başlanması bu dönemde ortaya çıkmıştır. Bu dönemde Chicago olağanüstü bir hızla yeniden inşa edilmiştir. Bu dönemdeki yüksek yapıların kütle biçimlenme özellikleri; 19. yüzyılda dünya mimarlığında hâkim olan geçmiş stillerin görsel olarak yeniden canlandırılması anlayışı biçimindedir. Ayrıca; oran ve strüktürel kütle biçimi, anlatım aracı olarak kullanılmıştır. [1]

Bu dönemde Sullivan, geçmişin biçimsel özelliklerini, bezemelerini kullanmak yerine yüksek yapıları daha farklı bir mimari dille ifade etmeye başlamıştır. Sullivan, dorik kolonların etkisinde kalarak bu tür yüksek yapıları, binanın giriş bölümünü oluşturan bir taban kısmı, düşey hareketi simgeleyen bir gövdesi ve özgün bir çatı tasarımı ile başlık kısmından oluşmak üzere üç ana bölümde ele almış ve tasarım bu yönde ilerlemiştir. Sullivan'ın oluşturduğu vertikalizm ilkesi 20. yüzyılın ilk çeyreğinde yapılan yüksek yapıların birçoğunda uygulanmıştır. [1]

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.



Resim 2.4. Pulitzer Building, Chicago, 1985 [1]

2.4.2. 1900 - 1930 Arası Dönem

Fonksiyonelliğin ön planda olduğu ilk dönemin ardından bu dönemin yapılarında eklektik bir yol izlendiği söylenilebilir. 20. yüzyıla girerken teknolojinin de gelişimiyle malzemeler ve buna bağlı olarak bina tasarımı ve cephe dekorasyonunda estetikliğin ön plana çıktığı örnekler rastlanmaktadır. Chicago gökdelenlerinin sınırlı estetiği ve bu prensiple inşa edilmiş bina cephelerinin yerine tarihsel modellerin kullanıldığı, zengin Gotik ve Rönesans motifleriyle süslenmiş cepheler görülmektedir. Ayrıca bu dönem Fransız Akademisi ve Beaux etkisiyle 20. yüzyıla geçiş oluşturmaktadır. [12] Bu dönem yapılarının diğer bir önemli özelliği ise kule şeklinde yükselmesi ve anıtsal yapıları andırmasıdır. [13]

Mimar Daniel Burnham tarafından tasarlanan Flariton Binası (Chicago-1903), mimar Ernest Flagg tarafından tasarlanan Singer Binası (New York-1908) ve mimarı Piere Le Brun olan Metropolitan Life Tower (Chicago- 1909) dönem örneklerindedir.

Bu dönemin 1. Dünya Savaşı' na kadar yapılan en yüksek binalarından ve en önemli örneklerinden biri olan bina New York' da 1913 yılında inşa edilen Woolworth Binası' dır (Resim 2.5.a). Cephesi Gotik motiflerle süslenmiş ve terracotta malzemesiyle kaplanmıştır. 241 metre yüksekliğindeki gökdelenin mimarı Cass Gilbert' dir. Katedral tarzı ofis binalarının ilk örneği olan, kule formuyla gelecek dönemlere ışık tutan, ticari bir katedral olarak nitelendirilen yapı çelik kolon ve kirişlerle strüktür çözümlenmiştir. [1]

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[12] Bennett, D. (1995). Skyscrapers: Form and Function. Simon and Chuster. New York.

[13] Erdoğan, K. (2007). Yüksek Yapılarda Kullanılan Cephe Sistemlerinin Analizi ve İstanbul' daki Örnekler Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Haliç Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.



(a)



(b)

Resim 2.5. (a) Woolworth Building New York, 1913 (b) American Standart Building, Chicago, 1924 [1]

Savaş dönemi sırasında durgunluk gösteren yüksek bina yapımı savaşın ardından 1920'li yıllara geldiğinde büyük bir hızla devam etmiştir. Şehir silüetine pramidal bir etkiyle katılan ilk yüksek bina olan American Standart Binası (1924), modern mimarlık tarihinin en önemli yapılarından biri olan Chicago Tribune Tower (1925), 32 katlı Barclay Vessey Binası (1926), 40 katlı New York Life Insurance Binası (1928) ve 29 katlı Helmsley Binası (1929) bu dönemde yükselen binalardan bazılarıdır. [14]



(a)



(b)

Resim 2.6. (a) Tribune Tower, Chicago, 1925 (b) Barclay Vessey Building, New York, 1926 [1]

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[14] Sev, A. (2001). Türkiye ve Dünyadaki Yüksek Binaların Mimari Tasarım ve Taşıyıcı Sistem Açısından Analizi. Doktora Tezi, MSÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



(a)



(b)

Resim 2.7. (a) New York Life Insurance Building, 1928 (b) Helmsley Building, New York, 1929 [1]

2.4.3. 1930 - 1950 Arası Dönem

Bu dönemde Chicago ve New York’ da yükselmeye devam eden yapılar çoğunlukla büro ve toplu konut binalarıdır. Çelik yapı sistemlerindeki gelişmeler devam etmiş çekirdekli, çerçeve tüp sistemler kullanılmıştır. Cephede ise daha hafif malzemelerin strüktürü oluşturduğu görülmektedir. New York’ da 1930 yılında inşa edilen Chrysler Building dönemin ilk örneklerindedir. William Van Allen tarafından tasarlanan çelik çerçeve sistemli ofis binasında 30 adet yolcu asansörü mevcuttur. O zamana kadar yapılanların en yükseği olan bina 77 katlı, 319 metre yüksekliğindedir. Bina önce 308 metre olarak tasarlanmış ancak Allen eski yardımcısı H. Craig Severence’nin 309 metre yüksekliğinde farklı bir proje tasarladığını öğrenince Chrysler Binasını bir kule ilavesiyle 319 metreye yükseltmiştir. Bu olay dönemin yükseklik yarışının boyutlarını gözler önüne sermektedir. Yapıldığında yalnızca en yüksek olma rekorunu değil çağdaş biçim ve malzemelerle gerçekleştirilen ‘Art Deco’ süslemeleriyle de dikkat çeken bir yapıdır. Bu binanın en yüksek olma özelliği ise ancak bir yıl sürebilmiştir. [1]

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.



(a)



(b)

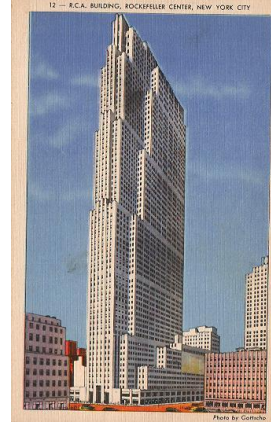
Resim 2.8. (a) Chrysler Building, New York, 1930 (b) Empire State Building, New York, 1931

New York’ da 1931 yılında yapımı tamamlanan 381 m yüksekliğine ulaşan 102 katlı Empire State Binası en yüksek olma rekorunun sahibi olmuş ve yaklaşık 40 yıl gibi bir süre bu rekoru elinde tutmuştur. Bu yapının ekonomik ölçüler içindeki yükseklik sınırını belirlemiş olduğu söylenilebilir. Bina yükselirken taşıyıcı sistemin ağırlaşması ve asansör sayısının artması dolayısıyla yapım maliyetlerinin de arttığı, büyük asansörlerin kiralık alanlarda azalmaya sebep olması nedeniyle binaların yükselmesinin kar sağlamayı olumsuz yönde etkilediği düşünülmüştür. Empire State binası gövdesinde yapılan geri çekmeler yapının o bölgelerdeki işlevlerine uyum sağlarken yüksek binaların komşu yapılara gölge yapma problemine de bir ölçüde çözüm getirmiştir. Bina cephesinde pencerelerin üzerlerine yapılan alüminyum kaplamalar ve yapının üst kısmında yer alan bitiş kulesi Art Deco izleri taşımaktadır. [1]

Bu yıllarda 2. Dünya Savaşı nın tetiklediği bir ekonomik krizin neticesinde dönem yapılarının genelinde ekonomiklik ve mühendislik kriterleri etkili olmaya başlamıştır. Teknolojinin ilerlemesi sürerken aranan çözüm yolları neticesinde yapay aydınlatma ve havalandırma sistemleri geliştirilmiş ve bu sayede yüksek yapıların daha etkin kullanımı bu dönemlerde gerçekleştirilmiştir. [15]

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[15] Diamonstein, B. (1988). The Landmarks of New York, Harry N. Abrams, Inc., New York.



Resim 2.9. Rockefeller Center, RCA Building, New York, 1947 [1]

Empire States Binasının' dan sonra yüksek yapılar daha farklı yaklaşımlarla ele alınmış, yapımcılar çok yükselmek yerine çevresiyle de daha etkin olabilecek tasarımlara yönelmişlerdir. New York' da 1947 yılında tamamlanan Rockefeller Center bunun en önemli örneklerindendir. 48 500 metrekarelik bir alanı kaplayan merkez, aralarında 70 katlı RCA binasının ve dünyanın en büyük gösteri salonu olan Radio City Music Hall' un da bulunduğu farklı boyutlardaki on beş yapıdan oluşmaktadır. [16] Ayrıca Rockefeller Center ilk büyük şehircilik çalışması olması açısından da önemli bir örnektir. [17]

2.4.4. 1950 - 1970 Arası Dönem

İkinci Dünya Savaşı sonrası 1940' lı yılların sonunda ve 1950' lerin başında ortaya çıkan ve mimaride karşılaşılan “less is more” akımının izlerine yüksek yapılarda da rastlanır. [18] Bu dönem Walter Gropius, Mies van der Rohe ve Le Corbusier gibi mimarların yönlendirdiği *Uluslararası dönem* olarak da adlandırılmaktadır. [14]

Bu dönemde binalarda fonksiyonellik ve rasyonellik ön planda tutulmuş, süsleme ve motiflerden arınmış, malzeme ve strüktürünü doğrudan ifade eden yalın tasarımlarla yapı teknolojik ve monolitik kutular olarak karakterize edilmiştir. Yüksek yapılarda uygulanan taban, gövde, başlık şeklindeki biçimlenme özelliği terk edilmiş, yerine zeminden çatıya kadar aynı geometrik biçime sahip cam ve çelikten oluşan saf biçimler ve tablalı – podyumlu prizma biçimleri kullanılmaya başlanmıştır. Prizma mimarisi diye de adlandırılan bu akımda Mies van Der

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[14] Sev, A. (2001). Türkiye ve Dünyadaki Yüksek Binaların Mimari Tasarım ve Taşıyıcı Sistem Açısından Analizi. Doktora Tezi, MSÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[16] Kaya, H. (1994). Yüksek yapıların Gelişimi Ankara Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[17] Aytis, S. (1989). Yüksek Yapıların Gelişimine Toplu Bir Bakış, Yüksek Binalar 1. Ulusal Sempozyumu, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

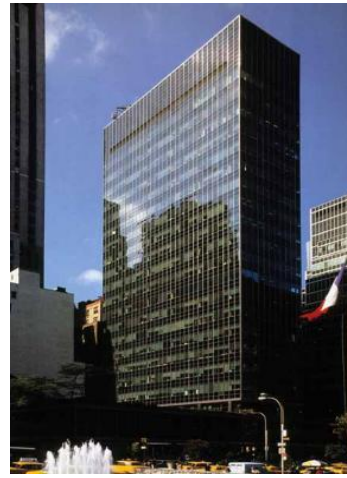
[18] Gössel, P., & Leuthauser, G. (1991). Architecture in the Twentieth Century”, Benedikt Taschen GmbH., s.225-231, Köln.

Rohe'nin büyük rolü olmuştur. 1952' de tamamlanan Lake Shore Drive apartmanları giydirmeye cam kaplamalarıyla dönemin önemli yapılarındandır. Bu bina kolon yerleşimleri ve giriş yükseklikleriyle, rijit düğüm noktalı, iç çekirdek bağlantılarıyla rijitliği artırılmış modern çerçeve örneğinin başlangıcı niteliğindedir ve çerçeve açıklıkları, cephe oranları ve detayları açısından yüksek bina tasarımına yeni bir anlayış sunmuştur. [19]

Yapımı 1952' de tamamlanan SOM tarafından tasarlanan cam giydirmeye cepheli 24 katlı Lever House binası, 1958 de tamamlanan 17. kata kadar 'K' şeklindeki kuşaklamalarla yatay rijitliği sağlayan farklı bir taşıyıcı çerçeve sistemine sahip olan Seagram Binası ve Chicago' da 1963 yılında yapılan 65 katlı 180 metre yüksekliğindeki Marina City Kuleleri dönemin diğer önemli yapılarındandır. Heykelsi mimarisiyle mısır koçanına benzetilen Marina City Kuleleri' nin üst katları konut alt katları ise garaj olarak tasarlanmıştır. [20]



(a)



(b)

Resim 2.10. (a) Lake Shore Drive Apartments, New York, 1952 (b) Lever House Building, Chicago, 1952 [1]

Yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren savaşın negatif etkilerinden kurtulmaya başlanmasıyla mimari alanda da yeni teknolojilerin sağladığı olanaklarla, betonun kalitesi artırılmış, yapılarda ısıtma, soğutma, havalandırma (HVAC) ve aydınlatma sistemleri geliştirilmiş, kat alanları daha nitelikli ve verimli olarak kullanılmaya başlanmıştır. Projelendirme tekniklerinde de farklılıklar olmuş, taşıyıcı sistemler, yapım yöntemleri, konstrüksiyon ve hesap yöntemlerinde büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Bilgisayarlı tasarımın ilk adımları da yine bu dönemde atılmıştır. Tüm bu olanlar yüksek yapıların gelişiminin hızlanmasına yardımcı olmuştur. [1]

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[19] Özgen, A. (1989). Çok Katlı Yapıların Tarihsel Gelişimi ve Son Aşama: Tübüler Sistemler, Yapı Dergisi, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, 89, s.47-53, İstanbul.

[20] Heinle, E., & Leonhardt, F. (1989). Towers; A Historical Survey, Butterworth-Heinemann, Rizzoli, Inter. Publications, New York.

2.4.5. 1970 - 1980 Arası Dönem

Savaşın ve ekonomik sıkıntılarının ardından 1960' lı yılların sonlarına gelindiğinde bu dönem yüksek yapıların altın yılları olarak kabul edilmektedir. 1969 yılında Skidmore, Owings ve Merrill tarafından tasarlanan Chicago' da yapılan 100 katlı 344 m yüksekliğindeki John Hancock Center binası 'süper yüksek' olarak adlandırılan dönemin ilk örneklerindedir. Taşıyıcı sistem olarak kafes kiriş ve diyagonal elemanlı tüpler (tübüler sistem) kullanılmıştır. Cephede ise kolon, kiriş ve ızgaraların arasındaki çapraz taşıyıcılar rijitliği sağlamıştır. Bu sistem sayesinde yük bütün taşıyıcı siteme yayılmaktadır. Ayrıca bu sistem daha az çelik kullanımına olanak sağlamış, yapı eski örneklerle oranla çok daha ekonomik olabilmeyi başarmıştır. Bina fonksiyonel olarak da yüksek bina kavramına yeni bir anlayış getirmiştir. O zamana kadar yalnızca büro ya da konut olarak tasarlanan yüksek binalara karşılık John Hancock Center büro, konut, kule, ticari alanlar gibi çeşitli karma fonksiyonların tümünü birden bünyesinde barındırmaktadır. [20]

Yetmişli yıllardan sonra yüksek bina formunda tek çözüm kabul edilen prizma mimarlığı anlayışının da değiştiği görülür. Yüksek yapı blokları belli yüksekliklerde bitirilerek ve taşıyıcı sistemler dış cepheye yansıtılarak bina prizma formundan uzaklaştırılmaya çalışılmıştır. Bu yapılara örnek olarak yine Skidmore, Owings ve Merrill' in 1972 yılında Paris' de yaptığı Fiat Binası, 1974' de New York' da yapılan ancak 11 Eylül 2001' deki saldırılar sonucu günümüze kadar varlığını sürdüremeyen World Trade Center, SOM tarafından tasarlanan 1974 de yapımı tamamlanan 443 mt yüksekliğiyle uzun yıllar dünyanın en yüksek binası olma rekorunun sahibi 110 katlı Sears Tower yapıları gösterilebilir. Cam kutu şeklinde yapılan yüksek binalar bu dönemde sona ermiştir. Çağın ve teknolojinin gelişmesi sayesinde yükseklik artık bir sorun olmaktan çıkmaya başlamıştır. Bu dönemde yapılan yapılarda, binaların kentsel yaşam ile daha fazla iç içe olması rahatsızlık vermemesi sağlanmıştır. Gereksinimleri karşılaması ve fonksiyonun da önemli olduğu düşünülerek yeni çağdaş gökdelenler yapılmıştır. [21]

Citicorp Binası (1978-New York), One Bank Plaza (1976-Chicago) ve Overseas Union Bank (1973-Singapur) bu anlayış dâhilinde yapılmış olan örneklerdir. Yine 1975 yılında Chicago' da yapılan Water Tower Place binası da 262 metre yüksekliğiyle önemini halen koruyan, dönemin betonarme yapılarından. [22]

[20] Heinle, E., & Leonhardt, F. (1989). Towers; A Historical Survey, Butterworth-Heinemann, Rizzoli, Inter. Publications, New York.

[21] Eşsiz, Ö., & Özgen, A. (2006). Çelik Yüksek Yapıların Mimari Dönemlerdeki Gelişimi, Yapı Dergisi, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, 290. s.85-92, İstanbul.

[22] Özgen, A., & Sev, A. (2000). Çok Katlı Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistemler, Birsan Yayınevi, İstanbul.



Resim 2.11. Water Tower Palace, New York, 1975 [1]

2.4.6. 1980 - 2000 Arası Dönem

1980'li yıllara doğru firmaların kendilerini temsil edecek ve güçlerini yansıtmak için yeni yüksek yapılar yapma yarışına girmeleri sonucu, gelişen teknolojinin sunmuş olduğu olanaklarla ve mimari biçimlenmedeki yeni arayışlarla farklı tarzlarda gökdelenler yükselmeye devam etmiştir. Cam ve çelik gibi estetiği ön planda tutan endüstri devrimi sonucu yaygınlaşan malzemelerin kullanıldığı yapıların, çoğunlukla dış cepheden de algılanabilen taşıyıcı sistemleri bir bitmemişlik izlenimi vermektedirler. Bu dönemde yapılan yüksek yapılarda mimari ifade ve fonksiyon arasında farklılık yaratan tasarımlardan da kaçınıldığı görülür. [12]

Bu yıllarda yüksek bina tasarımına büyük ölçüde yön veren örneklerden biri farklı tasarımıyla dikkatleri üzerine çeken New York'ta 1978 yılında yapımı tamamlanan Citicorp Center (Citigroup Center) olmuştur. Hugh Stubbins Jr. tarafından tasarlanan yapının masif kütlesi en üst noktasında 45 derecelik eğimli bir çatıyla sonlanmıştır. Mimarlık tarihçileri sosyal mekanları da içeren binanın fonksiyonlarından dolayı yapıyı sosyal gökdelen olarak da nitelendirmektedirler. [12]



Resim 2.12. Citicorp Center, New York, 1978 [1]

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[12] Bennett, D. (1995). Skyscrapers: Form and Function. Simon and Chuster. New York.

İlk olarak Amerika’ da ortaya çıkan ve hızla gelişen çelik yüksek yapılar, 20. yüzyılın sonları ve 21. yüzyılın başlangıcıyla Uzak Doğu ve Avrupa ülkelerinde de uygulanmaya başlamış, yükseklik yarışını Amerika dışına da taşınmıştır. Başta; Hong Kong, Japonya, Güney Kore, Singapur, Malezya olmak üzere Avustralya ve Orta Doğu ülkeleri de bu yarışa ortak olmuşlardır. [1]

Buldukları bölgelerin politik ve sosyal gereksinimleri sonucu ortaya konulan ve birer sanat eseri olarak değerlendirilebilecek; 1984’ de Uzak Doğu’ da inşa edilmiş olan Hong Kong & Shanghai Bankası ve 1989’ da ünlü mimar IM Pei tarafından tasarlanan 369 metre yüksekliğindeki Bank of China kulesi “high-tech” olarak adlandırılan tarzda, çağdaş strüktürel tasarımın önemli örneklerindedir. [14]



Resim 2.13. Hongkong & Shanghai Bank, Hong Kong, 1984 [1]

Post modern olarak nitelendirilen gökdelenler 20.yüzyılın sonlarında ortaya çıkmıştır. Bu yapıların ortak özellikleri kaide, gövde ve belirli bir bitiş formuna sahip olup ve oldukça ihtişamlı, süslü olmalarıdır. Dünyanın en yüksek binası unvanı ilk kez 20. yüzyılın sonunda Amerika’ nın elinden alınmış ve 1998 yılında Cesar Pelli tarafından tasarlanan Malezya Kuala Lumpur’ deki Petronas Towers 452 metreye ulaşan yüksekliğiyle bu unvanın sahibi olmuştur. Yoğun bir trafiğin yaşandığı büyük bir kentin en önemli alanlarını kapsayan bir çekirdek niteliği taşıyan bu yapı modernizmin tarihsel etkilerinden uzak kendine münhasır asimetric tasarımıyla post modern dönemin önemli örnekleri arasında yer almayı başarmıştır. Philip Jhonson’ un 1984 de tasarladığı masif bir kütleyle sahip olan AT&T binası ise gelişmiş teknoloji ürünlerini kullanarak inşa edilmiştir. Ancak; ilginç çatı bitimiyle klasik dönem yapılarına gönderme yapan farklı bir post modern örnektir. [1]

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[14] Sev, A. (2001). Türkiye ve Dünyadaki Yüksek Binaların Mimari Tasarım ve Taşıyıcı Sistem Açısından Analizi. Doktora Tezi, MSÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



Resim 2.14. AT&T Building, New York, 1984 [1]

Post modern kabul edilebilecek bir diğer önemli yapı 1998 yılında Shangay’da inşa edilen Jin Mao binasıdır. 1991 yılında mimar Kenzo Tange’ nin tasarladığı belediye binası Tokyo City Hall Complex 243 metrelik yüksekliğiyle Uzak Doğu’ nun önemli yapıları arasında yer almaktadır. [1]



(a)



(b)

Resim 2.15. (a) Jin Mao Building, Shangay, 1998 (b) Tokyo City Hall Complex, Tokyo, 1991 [1]

Yirminci yüzyılın sonunda 1999 yılında kullanıma açılan Arap kalesi anlamına gelen 321 metre yüksekliğindeki 60 katlı dünyanın en büyük ve gösterişli oteli olarak kabul edilen Burj el Arap binası, Dubai’ nin ‘simge yapısı’ haline gelmiştir. Mimar Atkins tarafından projelendirilen otel, ana karaya eğik bir köprüyle bağlanan yapay bir ada üzerine inşa edilmiştir. [1]

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.



Resim 2.16. Burj el Arap, Dubai, 1999 [1]

2.4.7. 2000 Sonrası Dönem

2000' li yıllara gelindiğinde artık yüksek yapılar, yükseklik sınırlarının zorlanmaya başlandığı örneklerle karşımıza çıkmaktadır. 2004 yılına kadar dünyanın en yüksek binası olarak bilinen Petronas İkiz Kuleleri bu unvanını Tayvan Taipei' de yapılan Chang Yong Lee & Partners tarafından tasarlanan Taipei 101 binasına devretmiştir. Finans merkezi olarak tasarlanan 101 katlı yapının çatıya kadar olan yüksekliği 460 metre en uç kısmına kadar olan yükseklik ise 509 metredir. [1]

Super tall olarak adlandırılan bu dev binaların en sonuncusu ise dünyanın en yüksek binası olma rekorunun da sahibi olan 2009 yılında yapımı tamamlanan Burj Dubai binasıdır. Ofis olarak kullanılan 818 metre yüksekliğindeki dev gökdelen Skidmore, Owings & Merrill tarafından tasarlanmıştır. [1]



Resim 2.17. Burj Dubai, 2010 [1]

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

2.4.8. ABD'deki Durum

Dünya'da ilk yüksek yapılar 19. yüzyıl sonlarında Amerika'da yapılmaya başlamıştır. Kısa sürede 40 kata ulaşan yüksek yapılar, 20. yüzyılda 50 katı geçmiştir ve 1930'lu yıllarda 100 kata ulaşmıştır. 2. Dünya Savaşı ve ekonomik kriz nedeniyle yüksek yapıların yapımına bir süre ara verilmiş ve günümüzde ise dünyada ulaşılabilen bina yüksekliği 500 m'yi geçmiştir. [23]

Chicago ve New York'ta hızlı nüfus artışı, arsa yetersizliği ve spekülasyonların bir sonucu olarak bina sektöründeki büyük baskıyla bina yükseklikleri giderek artmıştır. 1850'de 30.000 olan yerli nüfusu, 1870'de 300.000, 1890'da 1 milyon, 19. yüzyılda ise 1.7 milyonu bulmuştur. Küçük tabanlı yüksek yapılar gücün göstergesi değil, ekonomik ihtiyacın yansımasıdır. Daha sonraları özellikle New York'ta ekonomik gücün göstergesi olarak tasarlanmaya başlamışlardır. [24]



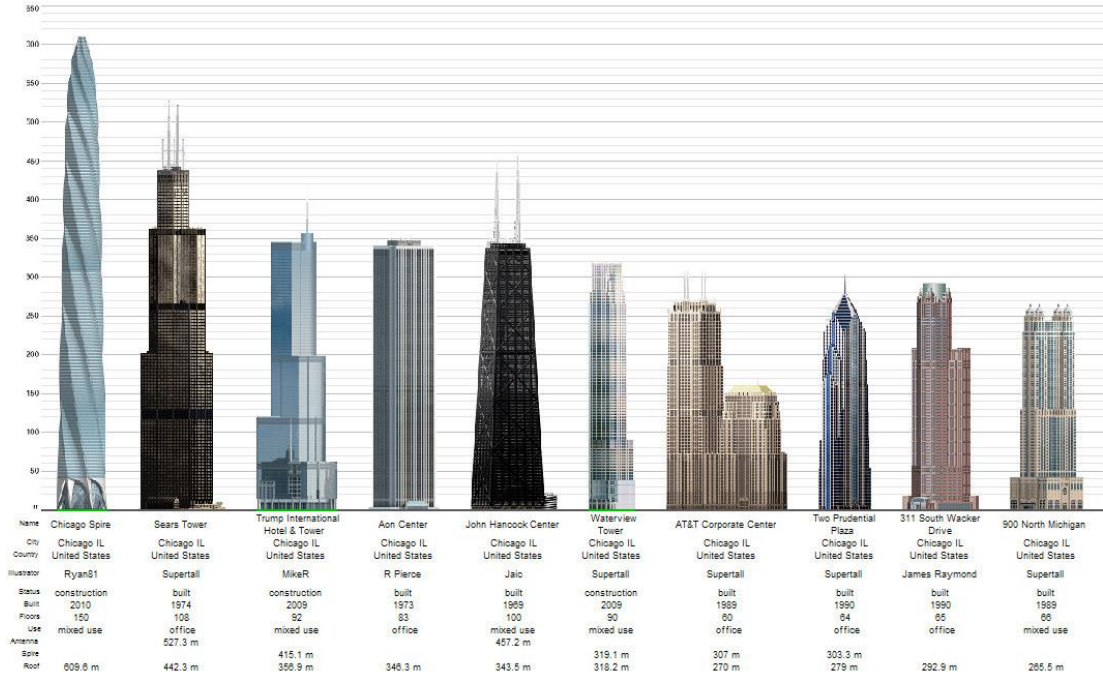
Sekil 2.5. Chicago [23]



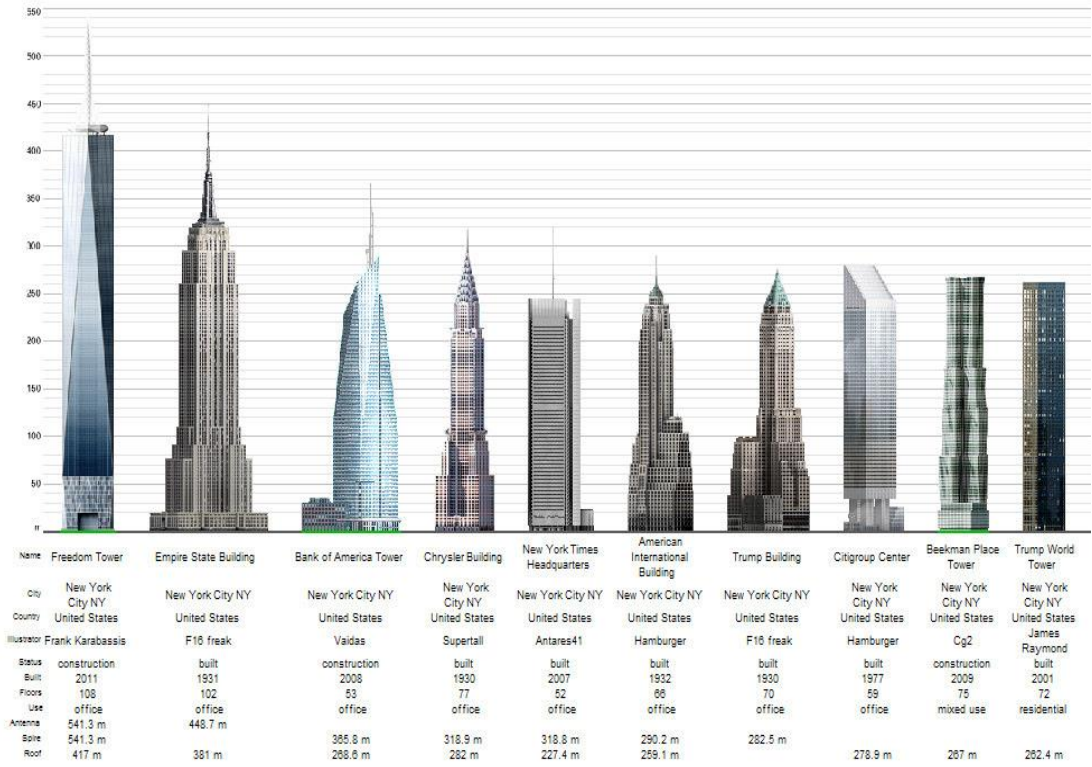
Sekil 2.6. New Jersey'den NYC'ye bakış [23]

[23] Toprakal, F. (2008). Yüksek Yapıların Gelişi ve İstanbul'daki Yüksek Yapıların Tipolojik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[24] Eisele, J., & Kloft, E. (2002). High-Rise Manual- Typology and Design, Construction and Technology, Birkhauser, Almanya, s.8-17.



Sekil 2.7. Chicago'da En Yüksek 10 Yapı [23]



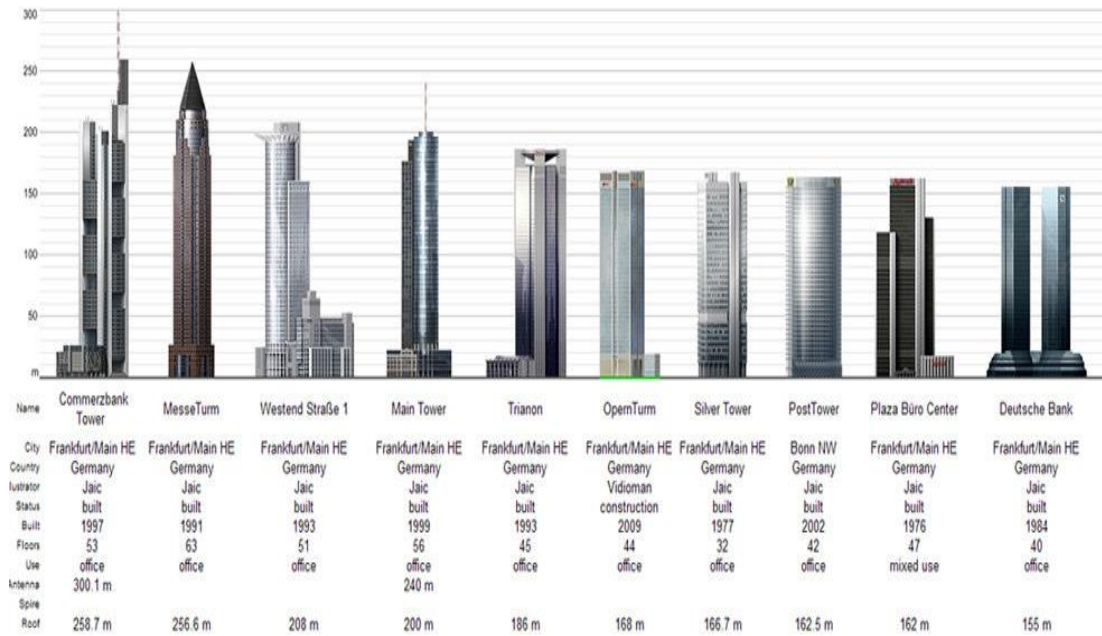
Sekil 2.8. New York'da En Yüksek 10 Yapı [23]

[23] Toprakal, F. (2008). Yüksek Yapıların Gelişi ve İstanbul'daki Yüksek Yapıların Tipolojik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

2.4.9. Avrupa'daki Durum

Avrupa'da 20. yüzyılın ilk yarısında yüksek yapı projeleri yapılmaya başlamış ancak 20. yüzyılın ikinci yarısında inşa edilmeye başlanmıştır. 1940'lara kadar New York ve Chicago dışındaki Amerikan kentlerinde 20 kattan yüksek bina yoktur. [23]

Avrupa'da yüksek binalar konusunda daha tutucu bir yaklaşım görülmektedir. Avrupa şehirlerinin çoğunda yüksek binalar tarihi çekirdekte yasaklanmış veya kontrol altına alınmıştır. [25] Yüksek yapılar için genellikle şehir dışındaki belirli alanlar belirlenmiştir. [24]

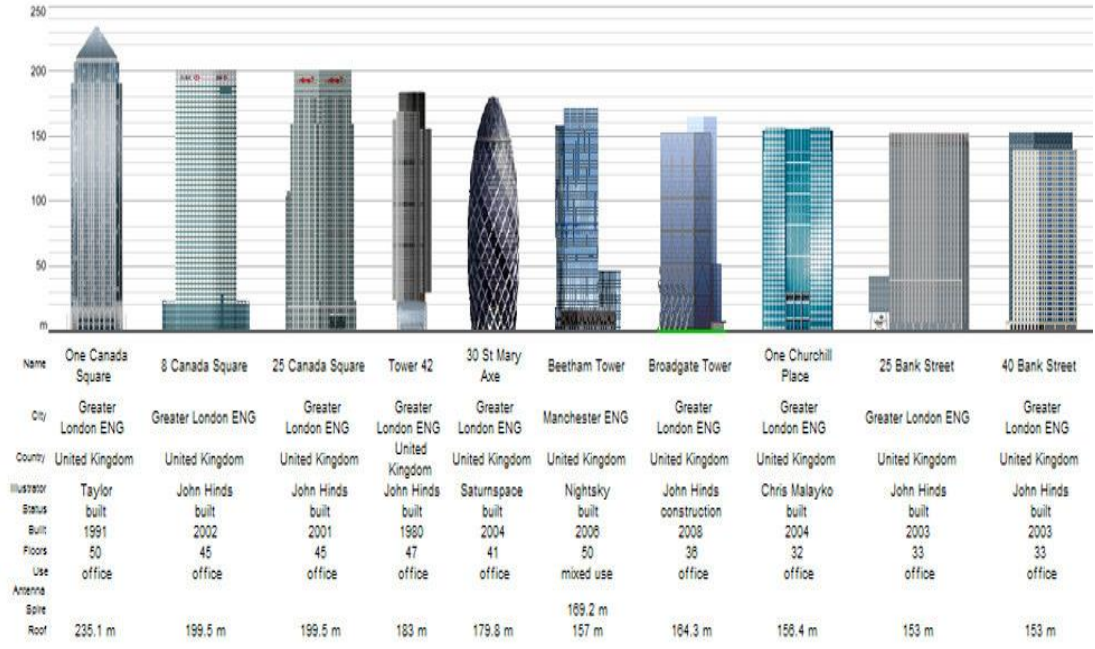


Şekil 2.9. Almanya'da Bulunan En Yüksek 10 Yapı [23]

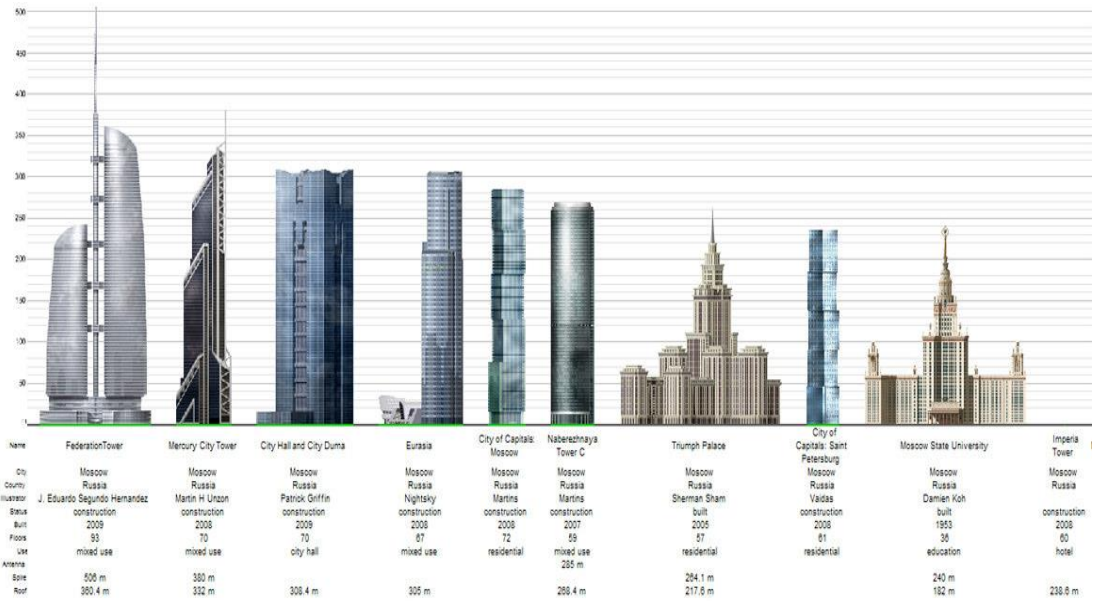
[23] Toprakal, F. (2008). Yüksek Yapıların Gelişi ve İstanbul'daki Yüksek Yapıların Tipolojik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[24] Eisele, J., & Kloft, E. (2002). High-Rise Manual- Typology and Design, Construction and Technology, Birkhauser, Almanya, s.8-17.

[25] Eren, Ç. D. (2007). Yüksek Binalar ve İstanbul, Mimarist,sayı:24, İstanbul, s.51,52.

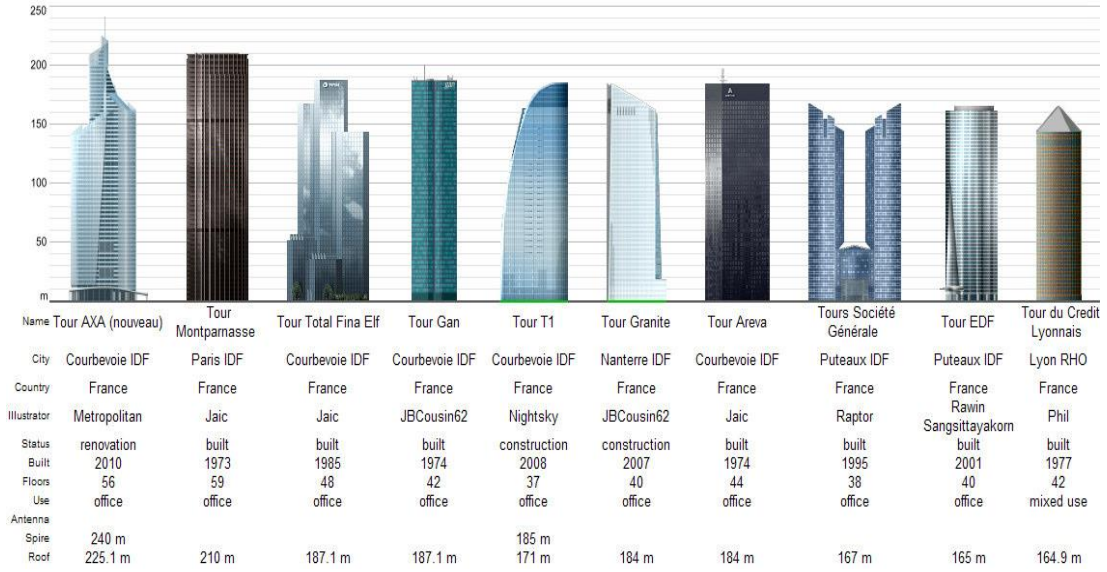


Şekil 2.10. İngiltere’de Bulunan En Yüksek 10 Yapı [23]

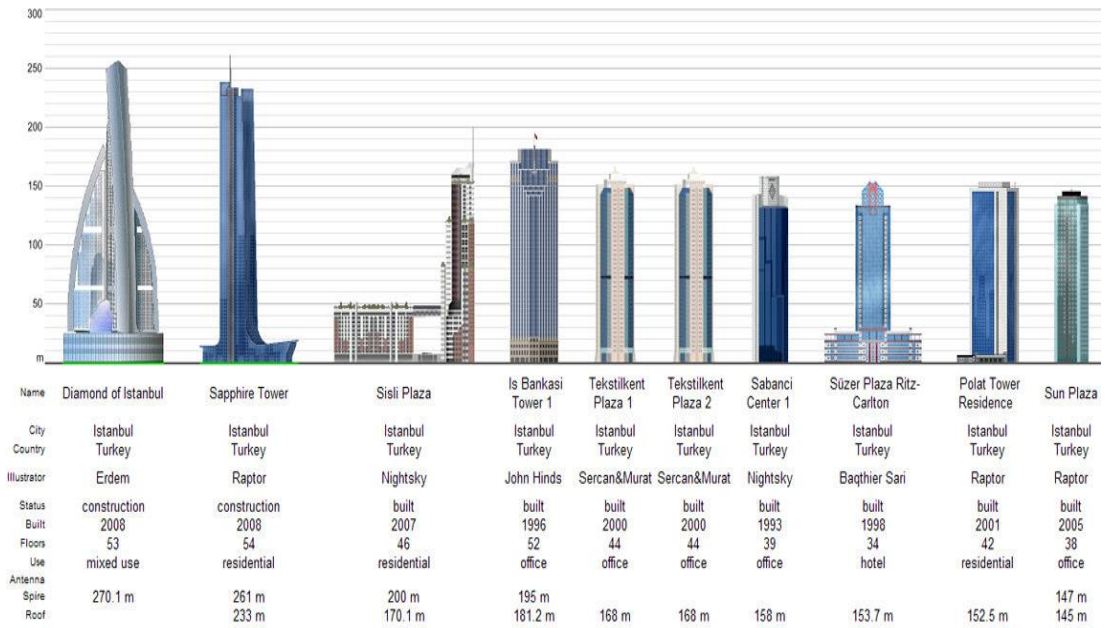


Şekil 2.11. Rusya’da Bulunan En Yüksek 10 Yapı [23]

[23] Toprakal, F. (2008). Yüksek Yapıların Gelişi ve İstanbul'daki Yüksek Yapıların Tipolojik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

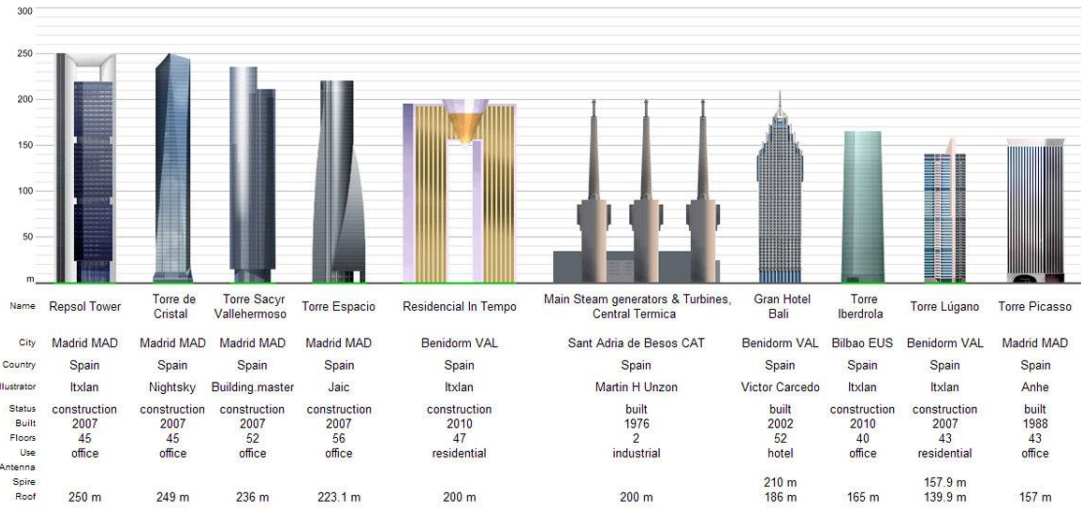


Sekil 2.12. Fransa’da Bulunan En Yüksek 10 Yapı [23]

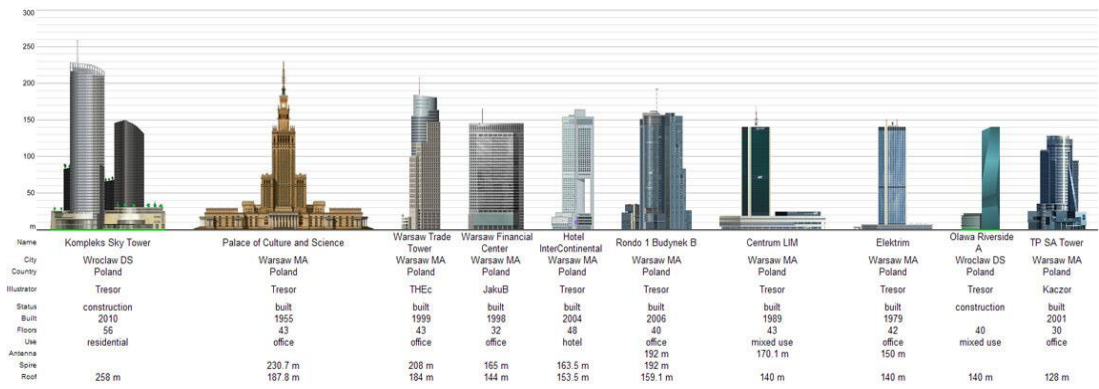


Sekil 2.13. İstanbul’da Bulunan En Yüksek 10 Yapı [23]

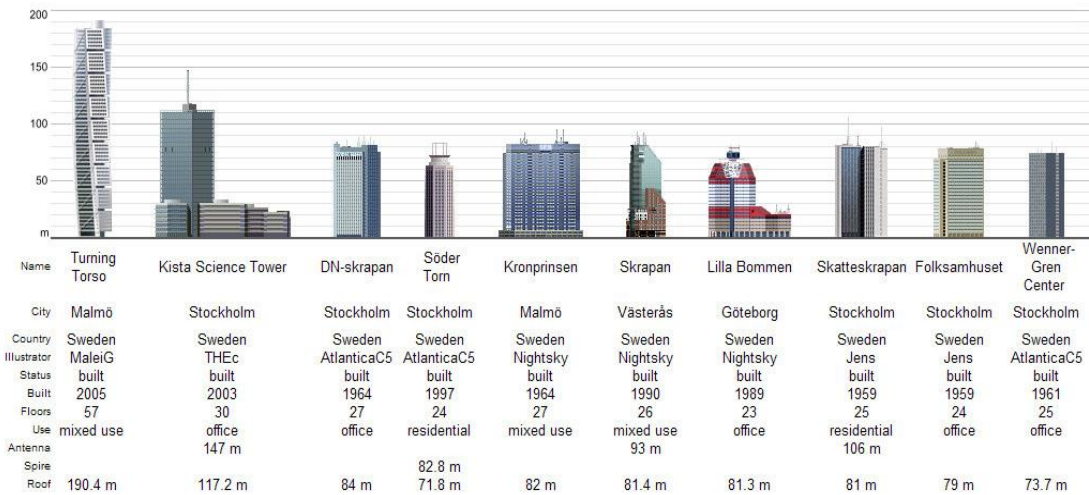
[23] Toprakal, F. (2008). Yüksek Yapıların Gelişi ve İstanbul'daki Yüksek Yapıların Tipolojik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



Şekil 2.14. İspanya’da Bulunan En Yüksek 10 Yapı [23]



Şekil 2.15. Polonya’da Bulunan En Yüksek 10 Yapı [23]



Şekil 2.16. İsveç’te Bulunan En Yüksek 10 Yapı [23]

[23] Toprakal, F. (2008). Yüksek Yapıların Gelişi ve İstanbul'daki Yüksek Yapıların Tipolojik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

2.4.10. Uzakdoğu'daki Durum

Amerika'da başlayan yükseklik yarışı, başta Hong Kong olmak üzere Uzakdoğu'da gitgide artış göstermektedir. Her yeni yüksek yapı, bir öncekinin yüksekliğini aşma yarışındadır. Zaman içinde de gökdelenler giderek yükselirler. Gökdelen salgını Uzakdoğu'da Hong Kong'la başlayıp Japonya, Güney Kore, Singapur, Endonezya, Malezya, Avustralya ve Ortadoğu'ya yayılmıştır. Son yıllarda özellikle Şanghay'daki yüksek yapılarıyla Çin' de bu yarış içinde yerini almıştır. Günümüzde ise Shinjuku bölgesi, Manhattan yarımadası gibi yüksek yapılarla doludur. Dubai de ise supertall binaların sayısı her geçen gün artış göstermektedir. [23]

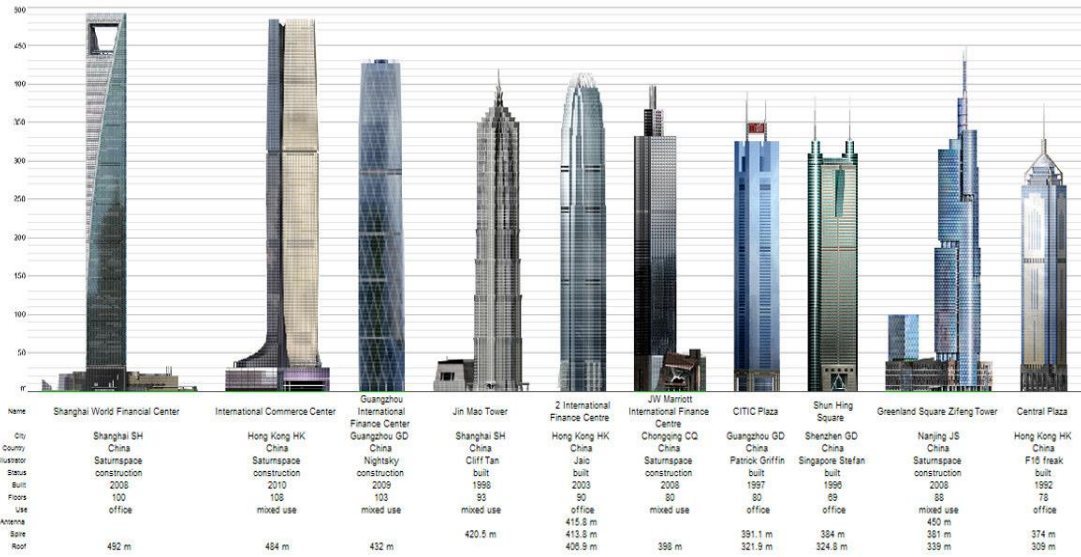
Hong Kong' da, modern bir Asya şehri ve çağdaş bir kent oluşturmak amacıyla, Hong Kong İş Merkezi bölgesinde güçlü ticari durum ve hükümetin özel bir sektörün gelişimini özendirilmesiyle bu durum yapılarla yansımıştır. Hong Kong'da 20. yüzyılda yüksek yapıların hızlı gelişimiyle birlikte su anda eski ve yılanmış çevrenin sadece küçük bir kısmı kalmıştır. Hong Kong geleneksel mimarisi için yapılacak fazla şey kalmamıştır. Hatta artık, Hong Kong'un birbirine çok yakın olan liman bölgesi ve dağlarında heterojen stiller görülmektedir. Bu farklılık ve görsel karmaşıklık bölgeye inkar edilemez canlılık ve ilgi sağlamaktadır. [26]



Sekil 2.17. Hongkong [23]

[23] Toprakal, F. (2008). Yüksek Yapıların Gelişi ve İstanbul'daki Yüksek Yapıların Tipolojik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[26] Smith, P. C. (1990). The Expressive Role of the Tall Building in Hong Kong, Tall Buildings: 2000 and Beyonds, Council on Tall Buildings and Urban Habitat Lehigh University, USA.,s.37,40.



Sekil 2.18. Çin [23]



Sekil 2.19. Japonya [23]



Sekil 2.20. Kore [23]

[23] Toprakal, F. (2008). Yüksek Yapıların Gelişi ve İstanbul'daki Yüksek Yapıların Tipolojik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



Sekil 2.21. Singapur [23]

2.4.11. Enerji Etkin, Ekolojik Tasarımlar ve Sürdürülebilir Mimarlık Dönemi

Yüksek yapılar, yükselmeye devam ederken 1970'li yıllardan itibaren bilim adamlarının yüksek bina tasarımıyla ilgili yoğunlaştıkları bir diğer konu ise ekolojik sistemlerdir. Bu konuyla ilgili olan çalışmalar ve araştırmalar, günümüz mimarlığında mühim yer tutmaktadır. Gökdelenlerin enerji gereksinimi ve oluşturduğu çevre kirliliği diğer yapılara oranla oldukça fazladır. Ancak; son dönemlerde bilim adamları ve tasarımcıların ortak çalışmaları sonucu ortaya konan ekolojik çözümlerin projelere entegre edilmesi ile bu problemler büyük oranda çözülmeye başlanmıştır. Bu anlamda yapılan birçok mevcut örnek yapılacak yeni tasarımlara aydınlatıcı olmaktadır. [1]

Geleceğin binaları, yaşanan ve gelişimi giderek hızlanan teknolojiye uygun olmak durumundadır. Son yıllarda enerji tasarrufunun sağlanması ve sistem veriminin artırılması göz önünde tutularak, klima sistemlerindeki fonksiyonel gelişmelere olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Aynı bina içerisinde kapalı ortamlarda, bağımsız kontrol olanağının çok katlı binalarda uygulanabilmesi ile birlikte önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlanacağı açıktır. Geliştirilmiş mekanik, elektrik ve elektronik sistem tasarımları binada daha verimli çözümler, daha çok yararlılık elde edilmesini sağlayacaktır. [27]

1970 li yıllarda tasarımcılar bina kabuğunun iki önemli faktörü olan kabuğun ısı geçirme değerinin ve güneş kontrolünün önemini anlamışlardır. 1970 lerin sonlarına doğru yerel kararnamelerin ve İngiliz mimarlık okullarının güneş mimarisi ile ilgili araştırmaların olumlu etkileriyle enerji etkinliğin sağlanması ve enerji

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[23] Toprakal, F. (2008). Yüksek Yapıların Gelişi ve İstanbul'daki Yüksek Yapıların Tipolojik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[27] Eşsiz, Ö., & Özgen, A. (2004). "Büro Yapılarında Enerji Tüketimini Azaltan Çift Kabuklu Cam Cephe Sistemleri", Yapı Dergisi, 279, İstanbul:: s.97.

korunumu alanlarındaki çalışmalar da hız kazanmıştır. Yapı kabuğunun performansını kontrol edilebilecek çözümler önem kazanmıştır. Modern dönemde uygulanan örneklerde yönlenmeye önem verilmediği, cam giydirme cephe tek tip binalarda yapay iklimlendirmeye dayalı sistemler kullanıldığı görülür. Yaşanan gelişmeler sonucu bu uygulamaların yerine binaların iklimle dengeli, yapı kabuğunda kullanılan cam yüzeylerin daha optimum seviyelerde kullanılmaya başlandığı görülür. Isıl kütle kavramı yeniden gündeme gelmiştir. [28]

İlk gündeme geldiği yıllarda güneş mimarlığı olarak adlandırılan doğal kaynakların en az düzeyde kullanım amacına yönelik olarak, güneş enerjisinin aktif ve pasif yöntemlerle depolanmasını öngören kavram daha sonra zaman içinde gelişerek sürdürülebilir mimarlık kavramının temelini atmıştır. Bu tasarım yönteminin son dönemde yoğun biçimde gündeme gelmesi ve tasarımcıların bu konuda bilinçlenmesi sonucu uygulama örneklerinin sayısının artmasına neden olmuştur. Kuala Lumpur- Malezya’ da Dr. Kean Young’ un tasarlamış olduğu Menera Mesiniaga (1993) ve Shanghai Armoury Tower (1994) binaları sürdürülebilir yüksek yapıların önemli örneklerindedir. [14]



(a)



(b)

Resim 2.18. (a) Menera Mesiniaga, Kuala-Lumpur, 1993 (b) Armoury Tower, Shangai, 1994 [1]

Bu binaların cephelerinde teraslamalar, peyzaj düzenlemeleri, gölgelenmeler gibi alınan biçimlendirme önlemleri ve doğal havalandırma sistemleri sayesinde önemli ölçülerde enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. 1997 yılında Normen Foster tarafından tasarlanan Frankfurt’ da yer alan Commerzbank binası mimari tasarım ve kullanıcı konforu açısından teknolojiyi iyi biçimde kullanarak yüzyılın önde gelen enerji etkin yapılarından olmayı başarmıştır. [22] Enerji tasarrufunu, tasarımlarında

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[14] Sev, A. (2001). Türkiye ve Dünyadaki Yüksek Binaların Mimari Tasarım ve Taşıyıcı Sistem Açısından Analizi. Doktora Tezi, MSÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[22] Özgen, A., & Sev, A. (2000). Çok Katlı Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistemler, Birsan Yayınevi, İstanbul.

[28] Soysal, S. (2008). Konut Binalarında Tasarım Parametreleri ile Enerji Tüketimi İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

ön planda tutan, sürdürülebilir enerji yöntemleriyle enerji korunumlu sistemler kullanan diğer farklı örnekler arasında New York’ da 4 Times Square (Condé Nast Building) Binası (1999), Kuala Lumpur’ deki IBM Plaza, Almanya- Berlin’ deki GSW Headquarters, Japonya- Tokyo’ daki Tokyo Nara Tower, İngiltere- Birmingham’ daki Holloway Circus ve London Bridge Tower binaları, Norman Foster’ ın tasarlamış olduğu Londra’ daki Llyods Binası, Hong Kong’ daki Hong Kong Bankası Binası, Thomas Herzog’ un tasarlamış olduğu Almanya Hannover Belediye Binaları söylenebilir. [1]



(a)



(b)

Resim 2.19. (a) 4 Times Square, New York, 1999 (b) GSW Headquarters, Berlin [1]

Yüksek binalardaki enerji korunumunun etkin olması için binanın biçimlenişi ve çevreyle olan ilişkisinin, yapılarda en çok enerji tüketimine neden olan mekanik- elektrik tesisat ve düşey sirkülasyon sistemlerinin ve enerji yönetim sistemlerinin üzerinde durulması gerekmektedir. [29]

Binalarda yer alan aktivitelerin verimliliğine, bina konforu ve bina kullanım alanlarının kalitesinin artırılmasına yönelik atılan büyük adımlarla adeta başka bir çağa girilmiştir. Mikro işlem, tele haberleşme, bina otomasyonu gibi kavramların dahil olduğu elektronik, bilgisayar ve bilginin aktif olduğu daha kaliteli ve etkili malzemelerin kullanıldığı gelişmiş tasarım teorilerinin hızlı bir biçimde gerçeğe dönüştürüldüğü yeni bir dönem içinde olduğumuz söylenebilir. [1]

[1] Korkmaz, Z. (2010). Yüksek Bina Tasarımında Güncel Gelişmeler ve Dünya-Ankara Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[29] Ali, M. M., & Armstrong, P. J. (1995). Architecture of Tall Buildings, Council on Tall Buildings and Urban Habitat Committee 30, McGraw-Hill, Inc., New York.

3. ÇEVRE, ENERJİ VE EKOLOJİ KAVRAMLARINA GENEL BAKIŞ

3.1. Çevre Kavramının Tanımı

“Çevre”, çok geniş kapsama sahip olan bir kavram olduğu için, tek bir tanım yerine bu konuda yapılmış araştırmalarda kullanılan çeşitli tanımları, bu çalışmada sunulmaktadır. [30]

Çevre: İnsanın yaşamını koşullandıran doğal ve yapay ögelerin tümü. [30]

Çevre: Evrensel değerler bütünüdür. Bitki ve hayvan toplulukları, cansız varlıklar insanın tarih boyunca yarattığı uygarlık ve bunun ürünleri tüm insanların ortak varlığıdır. [30]

Türk Çevre Mevzuatının temelini oluşturan Çevre Yasası’nda çevre, bütün vatandaşların ortak varlığı olup, hava, su, toprak, bitki ve hayvan varlığı ile doğal ve tarihsel zenginlikleri içermektedir. [31]

Çevre: İçinde bulunduğumuz canlı ve cansız ortamların bir kısmı veya bütünü. [30]

Genel olarak çevreyi, biyosferdeki tüm canlı varlıkları çepeçevre kuşatan olaylar, maddeler ve eylemler bütünü olarak tanımlayabiliriz. Biyosfer içinde yer alan tüm canlılar, onların içinde buldukları ortam, birbirleriyle ve bu ortamla karşılıklı ilişkileri, çevrenin ana unsurlarını ortaya koymaktadır. [30]

İnsan açısından çevreyi, insanoğlunun ihtiyaçlarını karşılamak, neslini devam ettirmek için, sürekli üretim ve tüketim faaliyetlerinde bulunduğu, dinlendiği doğal, kültürel ve yapay ortam olarak tanımlayabiliriz. [32]

Çevre: Bir organizmanın veya organizmalar toplumunun yaşamı üzerinde etkisi olan tüm faktörlerin bütünüdür. ifade eden bir terimdir. [30]

Canlıların yaşamasını ve gelişmesini sağlayan fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin bütünlüğüdür. [33]

Çevre: İnsan faaliyetleri ve canlı varlıklar üzerinde hemen ya da süre içinde dolaylı ya da dolaysız bir etkide bulunabilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik ve toplumsal etkenlerin belirli bir zamandaki toplamıdır. Böyle bir açıdan bakılırsa çevrenin kapsamadığı hiçbir alan ve süreç kalmamaktadır. Kavramı belirgin kılmak için bu tanımı açıklamak gerekirse, şu temel ögelerin altı çizilebilir:

[30] Bozdoğan, B. (2003). Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[31] Hamamcı, C., & Keleş. (1993). Çevre Bilim. s.13.

[32] Ünlü, H. (1991). Yerel Yönetim ve Çevre IULA (Uluslararası Yerel Yönetimler Birliği) Çevre Kitapları Serisi, Dünya Yerel Yönetim ve Demokrasi Akademisi, İstanbul.

[33] Çepel, N. (1995). Çevre Koruma ve Ekoloji Terimleri Sözlüğü, Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları 6, İstanbul: s.41-79.

-İnsanla birlikte tüm canlı varlıklar,
-Cansız varlıklar,
-Canlı varlıkların eylemlerini etkileyen ya da etkileyebilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik ve toplumsal nitelikteki tüm etkenler. [30]

Bu ögeler göz önünde tutulursa çevre, canlı ve cansız varlıkların karşılıklı etkileşimlerinin bütünüdür. Çevrenin canlı (biyotik) ögeleri; nüfus türleri yani insanlar, bitki örtüsü, hayvan topluluğu ve mikro organizmalardan oluşur. Cansız (abiyotik) ögeler ise; iklim, hava, su ve yeryuvarın yapısıdır. [30]

Tanım daha da açılacak olursa, çevre:

İnsanın diğer insanlarla olan karşılıklı ilişkilerini, insanın bu ilişkiler sürecinde birbirlerini etkilemesini, insanın kendi dışında kalan tüm canlı varlıklarla, yani bitki ve hayvan türleriyle olan karşılıklı ilişkilerini ve etkileşimini, insanın canlılar dünyası dışında kalan ama canlıların yaşamlarını sürdürdükleri ortamdaki tüm cansızlarla yani hava, su, toprak, yer altı zenginlikleri ve iklimle olan karşılıklı ilişkilerini ve bu ilişkiler çerçevesindeki etkileşimini anlatır. [31]

Bu tanımları incelediğimizde çevre kavramını oluşturan ögelerin; Canlı ve cansız varlıklar ile bunların birbirleri arasında her türlü etkileşimlerin oluşturduğu ortamlar olduğunu görmekteyiz. Çevre, yaşamın bütün faaliyetleriyle sürdüğü ortamdır, her anı içermektedir. [30]

Çevre kavramı tanımlanırken kullanılan biyosfer kavramı, yeryüzünde canlıların yaşadığı mekanı tanımlamaktadır. Biyosfer, ekosistemlerden oluşur, ekosistemlerin bütününe kapsar. Ekosistem ise, yeryüzündeki canlı ve cansız tüm varlıkların karşılıklı etkileşim içinde oldukları biyolojik sistemlerdir. [30]

Yeryüzündeki tüm canlı varlıklar güneş, hava, su ve toprakla ilişki içinde ve birbirlerine yiyecek zinciri ile bağlı durumdadırlar. Ekosistemdeki tüm olaylar sonuçta, bu zincirdeki bütün varlıkları etkilemektedir. [30]

Çevremizdeki olaylar insanın biyolojik yapısının sağlıklı olması ile ilişkili olduğu kadar, ruhsal ve zihinsel yönden de çevreyle etkileşim içinde olan insanı etkiler. Hava, su, gürültü kirliliğinin olmadığı, yeşillikler içinde sürdürülecek bir yaşam sağlıklı yaşayan ve sağlıklı düşünen bireylerin yetişmesini sağlayacaktır. [32]

3.1.1 Çevre Sorunları

18. yüzyılın ikinci yarısında gerçekleşen endüstri devrimi, ardından bağlayan ve hızla gelişen sanayileşme olgusu zaman içinde insan-doğa dengesinin bozulmasına sebep olan çevre kirliliğinin başlangıç noktasını oluşturmaktadır. 20.

[30] Bozdoğan, B. (2003). Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[31] Hamamcı, C., & Keleş. (1993). Çevre Bilim. s.13.

[32] Ünlü, H. (1991). Yerel Yönetim ve Çevre IULA (Uluslararası Yerel Yönetimler Birliği) Çevre Kitapları Serisi, Dünya Yerel Yönetim ve Demokrasi Akademisi, İstanbul.

yüzyılda artarak devam eden teknolojidaki ilerlemelerle sosyal yaşamda da belirgin değişiklikler olmuş, doğal çevredeki tahribatlar hızla artmıştır. Çünkü sanayileşmede ilerlemeler kaydedilirken, çevre faktörü düşünülmemiş, salt sanayileşme hedeflenmiştir. [34]

Endüstri devrimi ile birlikte, teknolojiye dayalı bir yaşam tarzı oluşmuş, enerji tüketim ve talebi artmıştır. Özellikle 1945'ten sonra petrol ve nükleer endüstri, ihtiyaçları karşılamak için ekonomik çözüm olarak benimsenmiş, yaşam standartlarını yükseltmek adına en son teknolojilerle otomobiller, elektronik aletler, iklimlendiriciler üretilmiştir. [30]

1970'li yıllarda yaşanan enerji krizi ve petrol fiyatlarının bir gecede yüksek miktarda artması ile başlayan ve çevre kirliliğinin nedenleri üzerine yapılan incelemeler, çevre kirliliğinin en önemli nedenin fosil enerji kaynakları olduğunu ortaya çıkarmıştır. Böylece yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim konusu gündeme gelmiştir, ancak teknolojinin insana sağladığı imkanlar, bu konu ile ilgili kalıcı değişikler yapılmasına engel olmuştur. [35]

Çevre kirliliğine neden olan fosil enerji kaynakları özellikle şehirlerde yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Enerji kaynaklarının ve doğanın bilinçsizce kullanımı, dünyanın doğal dengesinin bozulmasına yol açmaktadır. [36]

Aslında insan var olduğu zamandan itibaren doğadan yararlanmış, elindeki imkanları kullanarak doğayı işlemiştir. Zamanla kaydettiği teknik ilerlemelerle, doğaya egemen olma yolunda adımlar atmıştır. [30]

Galileo ve Newton gibi doğa bilimcilerden beri, bilimin ve teknolojinin sağladığı olanaklarla yeni bilgi ve tekniklere sahip olan insanoğlu doğayı işlemeye bağlamış, zamanla kendini doğanın sahibi olarak görmüş ve doğayı istekleri doğrultusunda kaynak olarak kullanmıştır. Ancak zamanla kaydedilen gelişmeler sonucu kendini güçlü hisseden insan, doğayı sınırsız kullanmaya başladığı, bu da içinde yaşadığı çevrenin dengesini bozmuştur. [31]

Bu bilinçsiz kullanımın zamanla artması, doğada ciddi tahribatları ve yok olma sürecini başlatmıştır.

Özellikle kentlerdeki hava kirliliği, içme sularının kirlenmesi, trafik gürültüsü, besin zinciri sonucu besinlerin sağlıksızlaşması, insanın sağlıksız

[30] Bozdoğan, B. (2003). Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[31] Hamamcı, C., & Keleş. (1993). Çevre Bilim. s.13.

[34] Alkin, E., & İlkin, A. (1991). Ekonomik ve Sosyal Sorunlar Çözüm Önerileri Dizisi 1, Çevre Sorunları, TOBB, İstanbul. s.1-6.

[35] Tercan, A., & Dengiz, N. (1998). Mimari Tasarım Sürecinde Tasarım-Teknoloji İlişkisi ve Enerji Sorunu M.S.Ü. Mim. Fak. Mimari Tasarım Sorunları Ders Notları 1997-1998, Mim. Fak. Yayın No:21, 1. Baskı, İstanbul. s.120-123.

[36] Göksu, Ç. (1999). Güneş-Kent, Güneş Enerjili Yerleşim Modeli, Güneş Kitapları Dizisi, 2.b., Göksu Yayınları, Ankara. s.29-133.

şartlarda, kirliliğin odak noktasında yaşamalarına sebep olmuştur. Bu da kalp ve damar hastalıkları, mikrobik hastalıklar ve kanser gibi ölümcül hastalıkların artmasına neden olmuştur. Elbette bu kirliliğin sebebi yine, teknolojinin imkanlarını bilinçsizce kullanarak bir tüketim toplumu haline gelen kendisinin ve diğer canlıların yaşamlarını tehlikeye atan, insandır. [36]

Oysaki sağlıklı bir çevrede yaşamak canlıların yaşam hakkıdır. Bu konu ile ilgili Anayasamız ve Çevre Kanunu'nda şu hükümler yer almaktadır:

T.C. Anayasası'nın 56. Maddesinde çevrenin korunması ile ilgili;

“Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek devletin ve vatandaşların ödevidir.” açıklamaları bulunmaktadır. [30]

09.08.1983 tarihli Çevre Kanunu'na göre;

“Çevre Korunması” terimi; ekolojik dengenin korunması, havada, suda, toprakta kirlilik ve bozulmaların önlenmesi ve çevrenin iyileştirilmesi için yapılan çalışmaların bütünü olarak tanımlanmıştır. [30]

Çevremizde yaşanan tahribatlar, insanın yaşam hakkı olan sağlıklı çevre şartlarını yok etme sürecindedir. Tüm dünyanın gündeminde olan bu konu zaman içinde, sürdürülebilirlik olarak adlandırılan, sadece günümüzün değil, gelecek nesillerin ihtiyaçlarının da göz önünde bulundurulduğu yeni bir anlayışın doğmasını zorunlu kılmıştır. [30]

3.1.2. “Sürdürülebilir Kalkınma” Kavramının Benimsenişi

Sürdürülebilirlik, günümüzde ihtiyaçların karşılanırken gelecek nesillerin de ihtiyaçlarının göz önüne alındığı ve çevreye zarar vermeyen, doğal kaynakların bilinçli ve nitelikli şekilde maksimum verim ile kullanıldığı bir anlayışın karşılığıdır.

Yaşanan çevre sorunları, hızlı nüfus artışı ve hızlı kentleşme, giderek artan yoksulluk ile uluslararası eşitsizliği de içerecek şekilde, konunun geniş bir bakış açısıyla ele alınması zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Ekonomik kalkınma yolunda adımlar atılırken, çevre faktörü göz ardı edilmeden, sürdürülebilir gelişme sağlanmalıdır. [37]

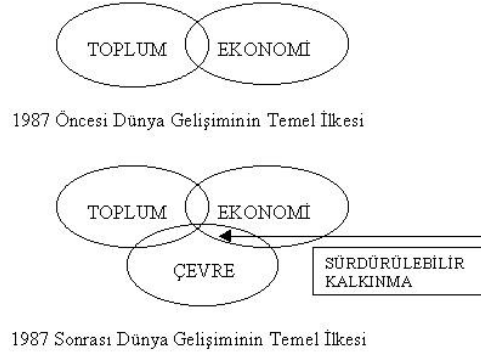
Kalkınma, toplumların ilerleyişlerini sürdürebilmeleri ve çağdaş yaşamın devamı açısından vazgeçilemez bir olgudur. Kalkınmanın devamı için de enerji kullanımı zorunludur. Sanayi devrimi ardından yaşanan gelişmeler sonucu oluşan 20. yüzyıl sanayi toplumunun “Toplum-Ekonomi” ilişkisine dayanan gelişimi, kullanılan

[30] Bozdoğan, B. (2003). Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[36] Göksu, Ç. (1999). Güneş-Kent, Güneş Enerjili Yerleşim Modeli, Güneş Kitapları Dizisi, 2.b., Göksu Yayınları, Ankara. s.29-133.

[37] Koçhan, A. (2002). “Sürdürülebilir Gelecek İçin Ekolojik Tasarım”, Yapı Dergisi, 249: 46-49.

enerji kaynaklarının çevreye yaptığı tahribatlar sonucu, “Toplum-Ekonomi” girdilerine “Çevre” kavramının da dahil olmasını zorunlu kılmıştır. 1987 yılında çevre ve kalkınma komisyonunda tanımlanan sürdürülebilir kalkınma kavramının dâhil olduğu “Toplum-Ekonomi-Çevre” girdilerine dayalı, dünyanın yeni gelişme şekli oluşmuştur. (Şekil 3.1.) [37]



Şekil 3.1. Dünya gelişiminin değişen gündemi [37]

Sürdürülebilir kalkınma ilkesinin benimsenmesi, insanoğlunun refah düzeyinin korunumu ve artması için gerekli bir şarttır. Sürdürülebilir kalkınma ile günümüzün yaşam kalitesi yükseltilirken, gelecek kuşaklara da bunun devamını sağlayabilecekleri bir dünya bırakmak amaçlanmaktadır. [38]

3.1.3 Çevre Sorunlarına Karşı Yapılan Uluslararası Konferanslardan Çıkan Sonuçlar

Tüm dünyanın gündeminde olan çevre sorunlarının önüne geçilmesi amacıyla yapılan uluslararası konferanslarda, öncelikle konuşulan konular ve alınan kararları aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz:

1987 Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’nda sürdürülebilir kalkınma kavramı, bugünün ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetinden ödün vermeden karşılayan kalkınma olarak tanımlanmıştır. [30]

1992 Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı - Rio de Janeiro:

1992 yılında Rio Konferansı’nda sürdürülebilir kalkınma kavramı daha kapsamlı olarak, doğal sermayeyi tüketmeyen, gelecek kuşakların da kendi gereksinimlerini karşılayabilme olanaklarını ellerinden almayan, ekonomi ve ekosistem arasındaki dengeyi koruyan, ekolojik açıdan sürdürülebilir nitelikte olan ekonomik kalkınma olarak tanımlanmıştır. [37]

[30] Bozdoğan, B. (2003). Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[37] Koçhan, A. (2002). “Sürdürülebilir Gelecek İçin Ekolojik Tasarım”, Yapı Dergisi, 249: 46-49.

[38] Tuğrul, A. B. (2002). Enerji Planlaması ve Yönetimi için Kalite Halkası, IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 16-18 Ekim 2002, Bildiri Kitabı, Cilt 1, Su Vakfı Yayınları, Yayın No:14, İstanbul. s.2.

1972 yılında Stockholm’ de düzenlenen “İnsan Çevresi Konferansı” ile içerik açısından benzerlikler gösteren, ancak katılımcıların sadece devlet düzeyinde olmaması ve konu olarak sadece çevreyi ele almaması gibi yönlerden birbirinden ayrılan, 1992 yılında Rio de Janeiro’ da düzenlenmiş olan “Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı”, diğer bir adıyla “Dünya Zirvesi”, amaçları ve katılım açısından Birleşmiş Milletler Konferansları arasında önemli bir yer tutmaktadır. Rio Konferansı’nda, devlet temsilcilerinin yanı sıra iş dünyasından önemli temsilciler, sivil toplum kuruluşları, bilim dünyasından uzmanlar ve basın mensupları gibi toplumun her düzeyinden geniş bir katılımcı kitlesi yer almıştır. [30]

1992 Rio Çevre ve Kalkınma Konferansı’nda Birleşmiş Milletler, çağımızın sorunu olan çevre kirliliğinin önlenmesi, doğal kaynakların tüketimi ve bu bağlamda hükümetlerin kalkınma kavramı üzerinde yapılması gerekenlerin çözümleri üzerinde odaklanmıştır. Konferanstan çıkan “gerekli değişikliklerin ancak alışkanlık ve davranışlarımızın değişmesiyle gerçekleşebileceği” mesajı, içinde bulunulan sorunların çözümü için geniş çapta kalıcı değişikliklerin yapılması gerektiğini vurgulamaktadır. [30]

Bu konferansla hükümetler:

1. Üretim biçimlerinin (özellikle katı atıklar ve toksik maddeler) sistemli bir biçimde incelenmesi gereğini,
2. Küresel iklim değişikliğine yol açan fosil yakıtlar yerine alternatif enerji kaynaklarının aranması gereğini,
3. Araçlardan çıkan salınımların, trafik yoğunluğunun ve hava kirliliğinden doğan sağlık sorunlarının azaltılması amacıyla toplu taşıma ağırlık verilmesi gereğini, kabul etmişlerdir. Ayrıca, giderek artan su kıtlığıyla ilgili de endişeler dile getirilmiştir. [30]

Konferans sonucunda hükümetler, geleneksel kalkınma anlayışını değiştirmeyi amaçlayan Gündem 21, Rio Deklarasyonu ve Orman Prensipleri Raporu anlaşmalarına imza atmışlardır. Sürdürülebilir kalkınmanın aşamalarını kapsayan bir eylem planı olan “Gündem 21” ile alınan kararlar şu şekildedir:

Rio sonuç belgelerinin en kapsamlısı olan Gündem 21, 1992 yılının sorunlarını değerlendirerek dünyayı 21. yüzyıla hazırlamayı amaçlamaktadır. Bu amaçla, sosyal ve ekonomik alandaki yoksullukla mücadele ve tüketim biçimlerinin değiştirilmesi gibi eylemlerin yanı sıra doğal kaynakların korunup işletilmesi konusunda detaylı öneriler sunmaktadır. O ana kadar hazırlanmış en kapsamlı, uygulanabildiği takdirde de en etkili eylem programı olarak görülen Gündem 21, halen sürdürülebilir kalkınmanın anahtarı olarak görülmektedir. Çevre ve yaşam kalitesini geliştirmeye yönelik bir demokrasiyi geliştirme projesidir. [30]

1997 Kyoto Antlaşması:

1997 yılında Kyoto kentinde yapılan konferansta, iklim değişiminin çevresel ve daha ekonomik sonuçları ve bunlara yönelik politikalar görüşülmüştür. Enerjinin

[30] Bozdoğan, B. (2003). Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

verimli kullanılması, yeni ve temiz enerji kaynaklarının araştırılması, ormanların korunması ve yeni orman alanlarının oluşturulması kararlaştırılmıştır. Konferansta Kyoto Protokolü imzalanmış olup, bu protokole göre gelişmiş ülkeler, başta CO2 (karbondioksit) ve metan gazı olmak üzere altı farklı sera gazı üretimlerini 2012 yılına değin 1990 yılı seviyelerinin en az %5 altına çekeceklerdir. [30]

Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi (Rio +10) 26 Ağustos - 4 Eylül 2002- Johannesburg:

Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesinde hükümetler, öncelikle su, enerji, sağlık, tarım ve biyolojik çeşitlilik konularında atılacak adımlar konusunda taahhütlerde bulunmuşlardır. [30]

Zirvenin, ulusal, bölgesel ve küresel ölçeklerde eylem önerileri sunan Uygulama Planı ile devlet ve hükümet başkanları tarafından imzalanan Siyasi Bildiri olmak üzere iki sonuç belgesi vardır.

Uygulama planındaki konu başlıkları arasında;

1. Sürdürülebilir olmayan tüketim ve üretim kalıplarının değiştirilmesi,
2. Doğal kaynakların korunması ve yönetimi,
3. Küreselleşen dünyada sürdürülebilir kalkınma,

yer almaktadır. [30]

Bu başlıklarla ilgili alınan kararlar:

1. Enerji hizmetlerine erişimin artırılması ve sürdürülebilir kalkınmaya zarar veren enerji kaynaklarına verilen desteklerin kaldırılması,
2. Daha temiz fosil kaynaklı enerji teknolojilerine geçilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması,
3. Enerji verimliliğinin artırılması ve bu amaçla teşvikler sağlanması,
4. Biyoçeşitlilik kaybının 2010 yılına kadar yavaşlatılması,

şeklinde sıralanmaktadır. [30]

Sürdürülebilir Kalkınma Siyasi Bildirisi'nde, sürdürülebilir kalkınmanın üç girdisi olan sosyal, ekonomik ve çevresel etkilerin önemi üzerinde durulmuş, doğal kaynakların kullanımı, yoksullukla mücadele, tüketim ve üretim kalıplarının değiştirilmesi konularında iyileştirme çalışmaları yapılacağına dair taahhütlerde bulunulmuştur. [30]

[30] Bozdoğan, B. (2003). Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Uluslararası anlaşmalarda da üzerinde durulduğu gibi, çevre sorunlarına karşı alınacak önlemler dünya ölçeğinde atılması gereken adımları gerektirmektedir. Hükümetler düzeyinde alınacak tedbirlerin uygulanması sonucu, sağlıklı yaşama olanak tanıyan temiz çevrelerin oluşumu sağlanabilecektir. [30]

Çevre ve yaşam kalitesinin yükseltilmesi ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için, doğal kaynakların tüketimi konusunda planlı davranılması, yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımı için gerekli yatırımların yapılması ve sürdürülebilir üretim biçimlerinin desteklenmesi gerekmektedir. [30]

3.2. Enerji Kavramı

Enerji, bir cisim ya da sistemin iş yapabilme yeteneği, "yaratılan güç" anlamındadır. [33]

Enerji, elle tutulamayan gözle görülemeyen, bir anlamda maddesel varlığı olmayan bir güç olarak tanımlanır. Enerjinin fizikte en basit tanımı 'iş yapabilme gücüdür'. Çok geniş anlamda ise enerji 'madde' demektir. Uzaydaki enerjinin devamlı olarak maddeye, maddenin de tekrar enerjiye dönüştüğünü göz önünde bulundurursak; madde, somutlaşmış bir enerji biçimidir, ancak kendi başına hareket edemez. [36]

Sanayi, konut, ulaştırma ve tarım sektörlerinde önemli olan enerji, gelişmişliğin göstergesi olarak da kabul edilmekle beraber, çevreye olan olumlu ve olumsuz etkileri üzerinde durulması gereken önemli bir konu olmaktadır. [40]

İnsan toplumlarının gelişimi ve sayıca artmaları, kendi halkalarına ulaşan enerjiyi insanlık tarihi boyunca giderek arttırmalarıyla sıkı sıkıya ilintilidir. İnsanın diğer tüketicilerden farkı, kendi beslenme düzeyine akan enerjiyi aktif olarak denetleyebilmesi ve bu enerjiyi birtakım destek enerjiler kullanarak arttırmasıdır. İnsanlık tarihi boyunca görülen eğilim, insanın değişik enerji kaynaklarını keşfederek, daha fazla enerjiyi denetimi altına alması yolundadır. Bu enerji besin ve diğer gereksinimleri için kullanılmış, bunun paralelinde kendi toplum yapısı da gelişip değişmiş ve insan sayıları artmıştır. [39]

İnsanların enerjiyi denetleyebilmesi ve isteği doğrultusunda kullanabilmesi, olumlu ve olumsuz sonuçlar meydana getirmektedir. Enerjinin doğaya zarar verecek şekilde kullanıldığı her an, ekolojik dengenin bozulmasına ve tüm canlıların yaşamının negatif bir şekilde tehlikeye girmesine sebebiyet vermektedir. Bu da

[30] Bozdoğan, B. (2003). Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[33] Çepel, N. (1995). Çevre Koruma ve Ekoloji Terimleri Sözlüğü, Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları 6, İstanbul: s.41-79.

[36] Göksu, Ç. (1999). Güneş-Kent, Güneş Enerjili Yerleşim Modeli, Güneş Kitapları Dizisi, 2.b., Göksu Yayınları, Ankara. s.29-133.

[39] Berkes, F., & Kışlalıoğlu, M. (2003). Ekoloji ve Çevre Bilimleri, Remzi Kitabevi, İstanbul.

[40] Berber, F. (2012). "Ekolojik Malzemenin Tasarımdaki Yeri ve Ekolojik Malzemeyle Mimari Konut Tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

insanların enerjiyi kullanmada yapılan yanlış müdahalelerin doğa üzerinde ne kadar önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. [40]

Enerji, dünya ekonomisinde en hassas konulardan birisi durumundadır. Günümüzde enerji yalnızca ekonomik bir girdi, farklı amaçlar ile işletmelerde kullanılan endüstriyel bir ürün veya insanların ihtiyaçlarını karşılamak için kullandıkları nihai bir ürün olmak dışında stratejik bir önem kazanmıştır. [40]

Yapılarda enerji ekonomisi; dünyadaki ekonomik, sosyal ve ekolojik gelişmelere paralel olarak, bina teknolojisi ve tasarımında en önemli kriter haline gelmektedir. Enerji ekonomisinde bütününe bakıldığında ana amaç, binalarda ısıtma/soğutma amacıyla tüketilen yakıtın/enerjinin en aza edilmesidir. [40]

3.2.1. Enerji Üretiminin Çevresel Etkileri

Türkiye’de, 2007 yılı CO2 salımında 1990 yılına göre, enerji sektöründe %123, endüstriyel işlemlerde ise %71 artış gözlenmiştir. [41]

2007 yılında toplam CO2 salımının yaklaşık olarak %93’ü enerji kaynaklı, %7’si endüstriyel işlemler kaynaklıdır. CH4 salımlarının %59’unun atık bertarafından, %33’ünün tarımsal faaliyetlerden, N2O emisyonlarının ise %84’ünün tarımsal faaliyetlerden kaynaklandığı görülmüştür. [41]

2007 yılında enerji kaynaklı CO2 salımı incelendiğinde, toplam CO2 salımının %35’inin çevrim ve enerji sektöründen kaynaklandığı, %26’sının sanayiden, %17’sinin ulaştırma sektörü, geri kalan %15’inin ise diğer sektörlerdeki enerji üretiminden kaynaklandığı görülmüştür. Çizelge 3.1.’ da sektörler göre seragazı salımı milyon ton CO2 eşdeğeri olarak gösterilmiştir. [41]

	1990	1995	2000	2005	2007
Enerji	132,13	160,79	212,55	241,45	288,33
Endüstriyel İşlemler	13,07	21,64	22,23	25,39	26,18
Tarımsal Faaliyetler	18,47	17,97	16,13	15,82	26,28
Atık	6,39	20,31	29,04	29,75	31,85
Toplam	170,06	220,72	279,96	312,42	372,64
1990 yılına göre artış yüzdesi	-	29,8	64,6	83,7	119,1

Çizelge 3.1. Sektörlere göre toplam seragazı salımı (milyon ton CO2 eşdeğeri) [41]

3.2.1.1. Fosil Yakıtlar ve Çevre

Elektrik üretiminde en önemli çevre sorunları termik santrallerden özellikle, linyite dayalı santrallerden kaynaklanmaktadır. Termik santraller linyit kömürünün çıkarılmasından, yakılan kömürün oluşturduğu külün depolanmasına kadar geçen birbirine bağımlı birçok prosesle çevrelerinde önemli çevre kirliliği oluşturdukları gibi bu kirlilikten insan, hayvan ve bitkiler de etkilenmektedir. Teknolojik makine ve

[40] Berber, F. (2012). "Ekolojik Malzemenin Tasarımdaki Yeri ve Ekolojik Malzemeyle Mimari Konut Tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[41] TÜİK, T. İ. (2009). Seragazı Emisyonu Envanteri, 2007.

ekipman dışında yerli olması, dışa bağımlı olmaması, kullanılmayan kömürün ekonomiye kazandırılması avantajlarının yanında kömürün yakılması ile insan sağlığını etkileyen, küresel ısınmaya ve asit yağmurlarına sebep olan CO₂, SO₂ ve NO₂ gazlarının açığa çıkması gibi dezavantajları vardır. Termik santrallerin oluşturduğu çevre kirliliği hava, su ve toprak kirliliği olmak üzere üç grupta incelenebilir. [42]

Hava Kirliliği: Uçucu küller baca dumanı ile havaya yayılarak ağırlıklarına ve atmosferik olaylara göre bacadan itibaren belirli mesafelerde yere çökerler. Bu esnada içerdikleri Co, Cd, Zn, Pb, Cu gibi metal bileşikleri de baca dumanındaki SO₂ ve NO_x gazlarının toksin etkisini artırır ve asit yağmurlarına dönüşmesinde katalizör etkisinde bulunurlar. Ayrıca, termik santrallerde kömürün yanması sonucu reaktörün iç sıcaklığı normalde 880-11500°C arasındadır. Bu sıcaklıkta kömürün ana bileşenleri olan Karbon (C), Hidrojen (H) ve Oksijen (O) ile tali bileşenleri olan Kükürt (S) ve Azot (N) gibi maddeler oksitlenerek baca dumanına geçer. Böylece baca dumanında Karbon monoksit (CO), Karbondioksit (CO₂), ve Hidrojen (H₂) ile kömürdeki S ve N oranına bağlı olarak Kükürt dioksit (SO₂) ve Azot (N₂) gibi gazlar oluşmaktadır. N₂ çok atıl ve zor reaksiyon veren bir gaz olmasına rağmen reaktör sıcaklığının 950°C'nin üzerine çıkması durumunda sıcaklığın etkisiyle oksijenle reaksiyona girerek NO, NO₂, N₂O gibi zararlı gazlara dönüşebilmektedir. Böylece baca gazında SO₂'nin yanında NO_x'ler de oluşmaktadır. [42]

Termik santrallerin oluşturduğu hava kirliliği ormanların yanında çok geniş alanlarda tarım alanlarını da çeşitli şekillerde etkilemektedir. Santral bacalarından çıkan SO₂, NO_x ve partikül maddelerin etkisi sonucu büyük alanlarda birçok tarla bitkisi, meyve ağacı ve zeytinlerde meyve verimi önemli ölçülerde düşebilmektedir. [42]

Doğalgaz kombine çevrim (DGKÇ) santrallerinde ise yanma sıcaklığının ve yanma sırasında kullanılan hava miktarının yüksek olması nedenleri ile NO_x oluşumu yüksek olabilmektedir. Ancak, özel yakma sistemleri kullanılarak yakıt/hava oranı kontrol altına alınabilmekte ve NO_x oluşumu istenilen düzeyde tutulabilmektedir. [42]

Su Kirliliği: Termik santrallerin soğutma sularını deşarj ettikleri su ortamındaki normal sıcaklık derecesi zamanla yükselerek, termik santral kurulmadan önceki doğal halinden farklı yeni bir sıcaklık dengesi oluşur. [42]

Sıcaklık sularındaki canlılar ve canlı metabolizması üzerinde hızlandırıcı, katalizleyici, kısıtlayıcı ve öldürücü gibi çeşitli etkilerde bulunur. Sıcaklık aynı zamanda sudaki çözülmüş oksijen konsantrasyonunun azalmasına neden olmaktadır. [42]

Isı su kütlelerinde biyolojik prosesleri hızlandırır, çözülmüş oksijen azalır. Su bitkilerinin büyümesini arttırarak suda tat ve koku problemlerine yol açar. Termik santrallerde kullanılmakta olan soğutma suyu pompalarla çekilerek arıtmadan

[42] Ertürk, F., Akkoyunlu, A., & Varınca, K. B. (2006). Enerji Üretimi ve Çevresel Etkileri. http://www.tasam.org/images/pdf_raporlar/enerji_uretimi_ve_cevre_raporu.pdf. Erişim Tarihi: 12.01.2014 adresinden alınmıştır

geçirilmekte ve bu sırada geçici sertlik giderimi, çöktürme ve mikroorganizmaların yok edilmesi aşamalarında kimyasal maddeler ilave edilmektedir. Kullanılan bu kimyasallar soğutma suyunun bir alıcı ortama verilmesi durumunda alıcı ortamda kirliliğe sebebiyet vermektedir. Ayrıca santral bacasından çıkacak olan kirlitici gazların oluşturacağı asit yağmurları da suların pH'ını değiştirebilmektedir. Uçucu küllerde bulunan Fe, Mn, Co, Cu, Zn, Pb, U gibi ağır metaller de zamanla taban suları vasıtasıyla alıcı ortama varabilmektedir. [42]

Termik santrallerden atılan sıvı atıklardan, 31 Aralık 2004'de yayınlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde (SKKY) termik santraller için verilmiş olan deşarj sınır değerlerini sağlamayanlar sınır değerleri sağlayacak şekilde arıtma işlemine tâbi tutulmaktadır. Atık sular, mümkün olan ölçüde alıcı ortama deşarj edilmeden tekrar kullanılmaya çalışılmaktadır. Deşarj sistemleri, alıcı ortamda herhangi bir ısıl kirlenmeye meydan vermeyecek şekilde alıcı ortam koşulları dikkate alınarak tasarlanmaktadır. [42]

Katı Atıklar ve Toprak Kirliliği: Termik santrallerin bacasından çıkan duman bileşenlerinin zamanla yere çökmesi, çevresindeki alanlarda toprak kirliliğine neden olabildiği gibi, yanma sonucu Linyit kömüründe %35-55 oranında bulunan küller de kül barajında toprak üzerinde depolanarak toprak kirliliği oluştururlar. Ayrıca, kömürün çıkarılması sırasında büyük alanlardan toprağın alınarak kömür olmayan alanlara yığılması da yanlış arazi kullanımına neden olduğu için bir nevi toprak kirliliği sayılmaktadır. [42]

Katı atıklar, kömüre dayalı termik santrallerden atılan kül ve cüruf ile Baca Gazı Desülfürizasyon (BGD) tesisi atığı olan alçıtışıdır. [42]

Kül ve cürufun su ile birlikte atıldığı ve/veya depolandığı santrallerde küldeki ağır metallerin su ile yeraltı suyuna karışması, kül-su karışımının pH'sının yüksek olması nedeniyle ağır metallerin çökerek külde kalması sonucu önlenmektedir. Ayrıca külün zaman içerisinde geçirimsiz bir tabaka oluşturduğu bilinmektedir. Buna rağmen kül depolama sahaları ve kül barajları için yer seçiminde, zeminin geçirimsiz olmasına dikkat edilmekte veya geçirimsizlik sağlayacak şekilde önlemler alınmaktadır. Ayrıca, akışkan yatak teknolojisi sonucunda açığa çıkan uçucu külün bileşiminde olan CaSO₄'ün suyu absorblama kapasitesi çok yüksektir. Islandığı zaman birbirine yapıştıkları ve oldukça geçirimsiz bir tabaka oluşturup kısa bir zaman içerisinde geçirimsizliklerinin 10,7 cm/sn olduğu deneysel olarak görülmüştür. [42]

3.2.1.2. Nükleer Santraller ve Çevre

Nükleer yakıt çevriminin çeşitli aşamalarında diğer tüm endüstriyel tesislerde olduğu gibi her biri farklı oranlarda radyoaktivite içeren ve farklı özelliklere sahip bir dizi atık ortaya çıkmaktadır. Miktar olarak en fazla atık uranyum cevherinin çıkarılması ve saflaştırılması sırasında ortaya çıkmaktadır. Yakıt zenginleştirme ve

[42] Ertürk, F., Akkoyunlu, A., & Varınca, K. B. (2006). Enerji Üretimi ve Çevresel Etkileri. http://www.tasam.org/images/pdf_raporlar/enerji_uretimi_ve_cevre_raporu.pdf. Erişim Tarihi: 12.01.2014 adresinden alınmıştır

yakıt hazırlama işlemleri sırasında küçük miktarlarda radyoaktivite bulaşmış atıklar meydana gelebilmektedir. Reaktörün çalışması ve nükleer santralde elektrik enerjisi üretimi sırasında ise radyoaktivite ve aktif atıkların oluşması söz konusudur. Kullanılmış yakıt ise reaktörden çıkarıldığında yüksek dozda radyoaktivite içermektedir ve çok sıcaktır. Bu nedenle, taşınmaya hazır hale gelmeden önce bir süre santral sahasında uygun koşullarda depolanmalıdır. Kullanılmış yakıt daha sonra ya nihai depolama tesisine gönderilmekte ya da tekrar yakıt olarak kullanılmak üzere yeniden işlenmektedir. Son olarak, yukarıda sözü edilen işlemlerin içinde gerçekleştirildiği tüm tesisler az ya da çok radyoaktivite bulaşmış halde olacaklarından; bunların kullanım ömürlerini tamamlamalarından sonra sökülmeleri sırasında da bazı atıkların ortaya çıkması söz konusudur. [42]

Radyoaktif Atıklar ve Bertarafı: Santralin tipine ve teknolojisine bağlı olarak çeşitlilik göstermekle birlikte genel olarak nükleer santralde radyoaktif maddeler, uranyumun parçalanması sırasında meydana gelir ve katı, sıvı ve gaz halinde bulunurlar. Çeşitli kaynaklardan meydana gelebilecek radyoaktif atıklar hiçbir işleme tabi tutulmadan çevreye verilirse çevre ve insan sağlığı açısından tehlike arz edebilir. Radyoaktif atık tamamen kararlı hale gelinceye kadar aktivitesini sürdürmeye devam eder. Bu nedenle bir atığın tamamen giderilmesi söz konusu değildir. Ancak belirli bazı teknik işlemlerle konsantrasyonlarının azaltılması ve bu işlemlerden sonra nihai olarak depolanması veya bir alıcı suya verilmesi durumunda kontrol edilebilir hale getirilebilir. Oluşan atıkların nakliye, depolama ve uzaklaştırma işlemleri için uygun formlara dönüştürülmesi gerekmektedir. Atık koşullandırma genellikle atıkların çimento, asfalt veya polimerler ile işleme tabi tutularak hareketsiz hale getirilmesi ile yapılır. [42]

Düşük seviyeli radyoaktif atıklar, taşınması ve işlenmesi sırasında ayrıca bir zırhlama gerektirmeyecek derecede radyoaktivite içeren ve denetimli bir şekilde çevreye verilebilen radyoaktif atıklardır. Orta seviyeli radyoaktif atıklar ise, taşınması ve işlenmesi sırasında zırhlama ve uzaktan kumandalı olarak çalışmayı gerektiren; fakat yüksek seviyeli radyoaktif atık sınıfına girmeyen radyoaktif atıklardır. Düşük ve orta seviyeli radyoaktif atıklar, nükleer yakıt çevriminin ilk atığı olan cevher atıkları, santralde kullanılan plastik kutular, eldivenler, kullanılmış reçineler, kullanılmış süzgeçler, buharlaştırıcı kalıntıları, çamurlar, yağlar, organik maddeler, sıkıştırılabilir ve sıkıştırılamaz katı atıklar vb. ile sanayide kullanılan atıklar ve tıpta kullanılan radyoaktif maddelerden oluşur. Düşük ve orta seviyeli radyoaktif atıklar, bir süre bekletme, sıkıştırarak hacim küçültme, sıvı atıkları kimyasal yollarla ayrıştırma ve çimentolama sistemleri ile katı hale getirilip depolanır. Düşük ve Orta Seviyeli atıkların koşullandırılması işlemi yüksek kalite standartlarını karşılayacak biçimde ve ciddi bir kalite temin programı çerçevesinde yürütülmelidir. [42]

Yüksek seviyeli radyoaktif atıklar reaktörden çıkan kullanılmış nükleer yakıtlardır. Bunların büyük kısmı kısa yarı ömürlü radyoizotoplardan oluşup çok fazla ısı ve radyasyon yayarlar. Kullanılmış yakıtlar, ürettikleri bozunma ısıları ve

[42] Ertürk, F., Akkoyunlu, A., & Varınca, K. B. (2006). Enerji Üretimi ve Çevresel Etkileri. http://www.tasam.org/images/pdf_raporlar/enerji_uretimi_ve_cvre_raporu.pdf. Erişim Tarihi: 12.01.2014 adresinden alınmıştır

içerdikleri radyoaktivite değerleri belli bir seviyenin altına düşüne dek santral binası içerisinde yer alan su havuzlarında bekletilir. Su, hem gerekli soğutmayı hem de radyasyondan korunmayı sağlar. Reaktör binası içerisindeki havuzlarda yaklaşık 10-40 yıl kadar (aktivitesi başlangıç değerinin %1'ine ininceye kadar) bekletildikten sonra radyoaktivitelerini %99 oranında yitiren bu yakıtlar yeniden işlemeye (geri kazanıma) gönderilir. Yakıtın yeniden işlenmesi içindeki radyoaktif maddeleri ve plütonyumu alma işlemidir. Derişimi artırılan radyoaktif ürünler camlaştırılarak suda çözümleri önlenir. Camlaşmış parçalar çelik variller içinde çimento ile karıştırılarak betonlaştırılabilir. [42]

Yüksek Seviyeli atıklar ve kullanılmış yakıt nükleer yakıt çevriminde en fazla radyoaktivite üreten ve üzerinde en fazla tartışılan Radyoaktif Atıklardır. Nükleer enerji programı yürüten ülkeler bu atıkların bugünkü ve gelecek nesiller için tehlike arz etmeyen bir biçimde depolanması ve uzaklaştırılması için çeşitli program ve teknolojiler geliştirmektedir. [42]

Şu aşamada tüm ülkelerin üzerinde durduğu en cazip çözüm, bu atıkların çok katmanlı ve çeşitli koruma tabakaları ile kaplanarak; yerin altında uzun süre kararlılığını koruyacağı jeologlar tarafından belirlenen jeolojik formasyonlar içine (granit korunaklar ve tuz depozitleri bu iş için en uygun formasyonlardır) gömülmesi olarak görülmektedir. Ancak bu tür uzun vadeli depolama sistemi henüz hayata geçirilmemiştir. Çünkü, şu aşamada kullanılmış yakıtın nükleer santralde halihazırda mevcut olan depolama ünitelerinden taşınması için ekonomik ve fiziksel olarak bir gereksinme ortaya çıkmış değildir. [42]

Dünyada yukarıda sözü edilen depolama/saklama sistemlerine ilişkin; yer ve kaya formasyonları bulmaya yönelik jeolojik araştırmalar, güvenlik ve maliyet analizleri sürdürülmekte hatta bazı ülkelerde depolama alanı olarak kullanılması öngörülen yerlerde araştırma laboratuvarları kurularak, tasarlanan sisteme ilişkin varsayımların doğruluğu ciddi bir biçimde incelenmektedir. [42]

Katı Atıklar: Katı atıklar tesisten tesise farklılıklar göstermekle birlikte, kabaca kuru ya da ıslak olarak sınıflandırılabilir. Islak atıklar sıvı atıkların arıtımı sırasında ortaya çıkan iyon değiştirici reçineler, buharlaşma ve süzme kalıntılarıdır. Kuru katı atıklar ise nemi alınmış giysiler, havalandırma sistemi filtreleri, yer döşemeleri, alet vb. gibi radyoaktivite içeren atıklardır. Çoğu ülkelerde Düşük ve Orta Seviyeli katı atıklar, ulusal atık giderme tesisleri kurulana kadar santralde özel kaplar içinde saklanırlar. Bu nedenle söz konusu atık miktarının ekonomik olarak azaltılması için çalışmalar devam etmektedir. Demineralizör reçineleri, filtreler, buharlaştırıcı konsantreleri ile iş gömleği, ayakkabı, eldiven gibi bulaşmış servis atıklarıdır. Bu atıklar radyoaktivite durumlarına göre paslanmaz çelikle kaplı tanklarda veya beton kaplarda depo edilirler. [42]

Kuru katı atıklar (kağıt, plastik, cam filtreler v.s.) özel kaplara hidrolik pres ile sıkıştırılır. Çok sayıda kirlenmiş, bozulmuş metal aletler parçalara bölünüp

[42] Ertürk, F., Akkoyunlu, A., & Varınca, K. B. (2006). Enerji Üretimi ve Çevresel Etkileri. http://www.tasam.org/images/pdf_raporlar/enerji_uretimi_ve_cevre_raporu.pdf. Erişim Tarihi: 12.01.2014 adresinden alınmıştır

kaplarda toplanır. Parçalara bölünmesi uygun olmayan metal atıklar tahta kutular içine konulduktan sonra beton içine sıkıştırılır. Katı atıkların depolandığı kapların hacmi 100-200 litredir. Buharlaştırılması mümkün olmadığı için doğrudan doğruya çimento ile karıştırılıp katı hale getirilen sıvı atıklar kaplarda, laboratuvarlarda az miktarda meydana gelen ve 25 litrelik plastik şişelere doldurulan sıvı atıklar beton muhafazalı kaplarda toplanır. Reaktörde meydana gelen ve işlenip paketlenen katı atıklar geçici bir süre santralde muhafaza edildikten sonra, santral sahasında veya dışında bulunan nihai depolama tesislerinde saklanırlar. [42]

Sıvı Atıklar: Nükleer yakıtın içinde meydana gelen parçalanma ürünleri yakıt çubuklarının içinde kalırlar. Yalnızca yakıt çubuklarında oluşabilecek arızalar nedeniyle soğutma suyuna karışan parçalanma ürünleri radyoaktivite temizleme filtrelerinde tutulurlar. Santral soğutma suyundan ayrıştırılan yüksek düzeyde radyoaktif maddeler katılaştıktan sonra özel kaplar içine doldurulup yeraltı depolama yerlerine bırakılırlar. [42]

Çevreye bırakılan radyoaktivite miktarı Uluslararası Radyasyondan Korunma Komitesinin (ICRP) koyduğu standartlarla sınırlanmıştır. Bu sınırlar nükleer santrale sahip ülkeler tarafından genellikle tavan olarak kabul edilmekte ve çoğu kez çevreye bırakılan radyoaktivite miktarı bu sınırların altında tutulmaktadır. [42]

Düşük ve Orta Seviyeli atıkların arıtılması için iyon değişimi, kimyasal çökeltme, katı sıvı ayırımı (filtre, santrifüj, hidrosiklon kullanılarak) gibi diğer endüstriyel tesislerde de sıkça kullanılan yöntemler kullanılmaktadır. [42]

Yüksek Seviyeli sıvı atıklar ise genellikle buharlaştırılmakta, böylece suyu alınarak içindeki parçalanma ürünlerinin konsantrasyonu yükseltilmekte ve sonuçta ortaya çıkan çamur kireçle muamele, çamurlaştırma ve seramik içine gömülme işlemlerinden geçirilerek geçici olarak özel tasarımlanmış çift duvarlı depolama tanklarında depolanmaktadır. Reaktörde oluşan sıvı atıklar genellikle dekontaminasyon atıkları, döşeme ve tank yıkama suları, laboratuvar, çamaşırhane ve duş suları gibi bulaşmış sular ile bazı önemsiz devrelerdeki kaçaklardan ibarettir. Nükleer güç santrallerinin sıvı atıklarındaki en önemli kirleticiler Sezyum-134 ve Sezyum-137 izotoplarıdır. Sezyum-134 iki yıl, Sezyum-137 otuz yıl yarı ömürlüdür. Yüksek seviyeli sıvı atıklarda, damıtma veya santrifüj sistemi ile sıvı faz katı fazdan ayrılır ve konsantre edilir. Sonra kimyasal maddelerle işleme tabii tutularak içerisinde cam parçaları ile karıştırılarak vitrifiye edilir (camlaştırılır). [42]

Santrallerde kondansörden ısınarak çıkan soğutma suyu, karıştığı nehir, göl veya deniz suyunda bir sıcaklık artışı meydana getirir. Aynı problem termik santrallerde de mevcut olmasına rağmen, özellikle hafif ve ağır su ile soğutulan nükleer santrallerden çevreye %30-40 oranında daha fazla ısı verilmektedir. [42]

Su sıcaklığındaki artış, ekolojik dengeyi bozmakta, ekonomik değeri olan balık türleri ölmekte, zararlı canlı türleri daha fazla üremektedir. Bu nedenle alıcı ortamın su sıcaklığının 2-3°C'den fazla yükseltilmemesi gerekmektedir. [42]

[42] Ertürk, F., Akkoyunlu, A., & Varınca, K. B. (2006). Enerji Üretimi ve Çevresel Etkileri. http://www.tasam.org/images/pdf_raporlar/enerji_uretimi_ve_cevre_raporu.pdf. Erişim Tarihi: 12.01.2014 adresinden alınmıştır

Gaz Atıklar: Gaz atıklar Ksenon, Kripton, İyot gibi parçalanma ürünleri olup yakıt çubuklarının içinde bulunur, fakat nadiren reaktörün soğutulması için kullanılan soğutma suyuna karışırlar. Bunlar gaz atıklar olarak soğutma suyu sisteminden alınır ve gaz atıklar işleme sisteminde tutularak çeşitli filtrelerden geçirilip bekletme tanklarında radyoaktivitelerini kaybetmeleri için yeterli olacak süre kadar bekletildikten sonra atmosfere bırakılırlar. Gazlar sürekli olarak ölçülen aktivite düzeyinin uluslararası kuruluşların öngördüğü sınır değerlerin altında olması halinde bacadan dışarıya bırakılmaktadır. [42]

Normal şartlarda, tesisten radyasyon ve zehirli gaz yayılması hemen hemen yok gibidir (bir nükleer tesise yakın yerde yaşayan insanlar, yılda 0,01 mSv'dan daha az doz alırlar). Normal olarak çalışan bir nükleer santral herhangi bir hava kirliliğine sebep olmaz ve genelde kömür yakan termik santrallerden daha az radyasyon yayar. [42]

Deprem Güvenliği ve Yer Seçimi Çalışmaları: Nükleer santrallerin teknik olarak her yere yapılmasını tasarlamak mümkündür. Ancak ekonomik temelli gerekçeler nedeni ile nükleer santral yapımı için seçilen sahada bazı özelliklerin bulunması gerekmektedir. Bunlar düşük deprem riski, yekpare ağırlığı 500 ila 600 ton civarında olan santralin temel bileşenlerinin taşıma kolaylığı, yüksek maliyetli soğutma kulelerinin yapılması yerine soğutma suyu ihtiyacını karşılayacak miktarda soğutma suyu bulunması, enerji tüketim merkezlerine yakınlık, vb. gibi unsurlardır. [42]

Nükleer santrallerin yer seçimi ve tasarımında dikkate alınan dış kaynaklı olaylardan biri depremdir. Deprem, nükleer santraller için tasarıma esas unsurlardan biridir. [42]

Nükleer santrallerin yer sarsıntılarına karşı dayanıklı olacak şekilde tasarlanıp inşa edilmeleri mümkündür. Dünya'nın çeşitli yerlerinde deprem bölgeleri üzerinde güvenli bir şekilde elektrik üretimini sürdüren ve güvenliklerini depremlere karşı kanıtlamış nükleer santraller mevcuttur. Deprem unsurunun maliyet ile doğrudan ilgili olması, deprem nedeni ile meydana gelebilecek yer hareketi şiddetinin az olduğu bölgelerin nükleer santral yeri olarak seçilmelerinin temel nedenidir. [42]

Santrallerin Sökümü: Bir nükleer santral ekonomik ömrünü tamamladıktan sonra işletmesine son verilerek sökülür. Nükleer santraller genellikle 30-40 yıllık bir işletme için tasarlanırlar. Bu ömrün uygun yönetim programları ve yeni teknolojik gelişmelerle 60 yıla kadar uzatılması mümkündür. [42]

Nükleer santrallerde sökme işlemi iki şekilde gerçekleştirilebilir. Birincisinde işletme son verildikten hemen sonra santral tümüyle sökülerek santral sahası yeniden kullanıma açılabilir. İkincisinde ise, yakıt bir depolama tesisine alınarak santralin radyoaktif olmayan kısımları sökülür, radyoaktif kısımlar 30-50 yıl ya da daha fazla bir süre sökülmeden bekletilebilir. Her iki yöntemde de sökme işleminin sonrasında radyoaktif malzeme için bilinen atık yönetimi teknikleri kullanılır. [42]

[42] Ertürk, F., Akkoyunlu, A., & Varınca, K. B. (2006). Enerji Üretimi ve Çevresel Etkileri. http://www.tasam.org/images/pdf_raporlar/enerji_uretimi_ve_cevre_raporu.pdf. Erişim Tarihi: 12.01.2014 adresinden alınmıştır

3.2.1.3. Dünyanın Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yöneliminin Sebepleri

Dünyada her yıl sanayileşme, hızlı nüfus artışı ve yaşam standartlarının yükselmesi sebeplerinden dolayı %4-5 oranında artan enerji ihtiyacına karşı, büyük oranda bu ihtiyacı karşılayan fosil yakıt rezervleri hızla tükenmektedir. Bugünkü kullanım şartlarında petrol rezervlerinin 2030-2050 yıllarında, kömürün önümüzdeki 150-200 yılda ve doğalgazın 40-50 yılda tükeneceği tahmin edilmektedir. Bununla birlikte fosil yakıtların kullanımının dünya sıcaklığını yaklaşık 40 yılda 1,5-4 C arasında arttıracığı öngörülmekte ve bu durum hava kirliliğini arttırmakta, buzulların erimesi ile sel felaketlerinin artması, deniz seviyesinin yükselmesi ve gelecekte deniz seviyesinde bulunan yerleşim yerlerinin sular altında kalması olasılıklarını meydana getirmektedir. [43]

Fosil yakıtların kullanımı sonucu meydana gelen global ısınma, asit yağmurları gibi sorunlar sağlıklı bir çevrenin oluşması açısından yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim için çalışmaların gerektiğini göstermektedir. [30]

Üretimden tüketime kadar geçen süreçte çevre kirliliği yaratan enerji kaynaklarından fosil yakıtların kullanımı sonucu atmosferdeki CO₂ miktarının artması ve diğer gazlarla birlikte sera etkisi yaratarak dünya sıcaklığında artış meydana getirdiği yapılan çalışmalar sonucu ortaya konmaktadır. [30]

Fosil yakıtlardan kaynaklanan CO₂, NO_x (azot oksitler) ve SO_x (kükürt oksitler) emisyonlarının azaltılması teknolojik yöntemlerle mümkün olmadığı için, fosil yakıtların kullanımına sınırlama getirilmesi sorunun çözümü için atılacak bir adımdır. [30]

Fosil yakıtların kullanımı sonucu atmosferdeki oranı artan SO₂ (kükürtdioksit) ve diğer gazlar, atmosfer hareketleriyle taşınarak, kirlenen hava asit yağmuru olarak çevreyi etkilemekte, toprak ve su kirliliğine sebep olarak tüm ekosisteme zarar vermektedir. [30]

Fosil yakıtların sebep olduğu çevre kirliliğine alternatif olarak, CO₂, SO₂ emisyonları ortaya çıkarmayan nükleer enerji düşünülebilse de kaza riskleri ve radyoaktif atık tehlikesi söz konusunu olduğundan, bunun da sağlıklı ve gelecek vaadeden bir çözüm olmadığı görülmektedir. [44]

Çevresel değerlerin korunması için kullanılması gereken teknolojiler, projeden yatırımın finanse edilmesine kadar geçen süreçteki her bir adıma ek maliyetler getirmektedir. Ancak burada unutulmaması gereken en önemli husus önceden alınacak tedbirlerle çevresel değerlerin korunması maliyetinin, sonradan

[30] Bozdoğan, B. (2003). Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[43] Uğurel, A. (2002). 4-E projesi, Ares enerji sistemleri, IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 16-18 Ekim 2002, Bildiri Kitabı, Cilt 1, Su Vakfı Yayınları, Yayın No:14, s.71.

[44] Ceylan, T. (1994). "Enerji ve Çevre", Güneş Enerjisi Uygulamaları-Gelişmeleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s.12-15 Mayıs 1994, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Denizli Şubesi Muğla İl Temsilciliği, Muğla: s.194-195.

doğa ve insan kaynaklarının kıtlığına yol açabilecek boyutlara varabilen çevre kirliliğinin tazmin edilmesi masraflarından daha az olduğu gerçektir. [30]

Bunun yanında yenilenebilir enerji kaynaklarıyla enerji elde etme sürecinde, bu kaynakların cinsine göre ortaya çıkabilecek sorunlar mevcuttur. Ancak çevre kirliliği, karbon emisyonları açısından ele alındığında, fosil kaynaklı yakıtlara göre temiz olan yenilenebilir enerjilerin kullanımının artırılması, yaşam kalitesinin artması açısından gerekmektedir. [30]

3.3. Ekoloji Kavramının Tanımı

İlk kez 1866 yılında Alman biyolog Ernest Haeckel tarafından kullanıldığı kabul edilen ekoloji kavramı, canlı varlıkların ortamları ile olan ilişkilerinin incelenmesi olarak tanımlanmıştır. Ekoloji sözcüğü, Yunanca “yaşanılan yer, yurt” anlamına gelen “oikos” ile bilim ya da söylem anlamlarına gelen “logia” sözcüklerinden türetilmiştir. Ekoloji, etimolojik olarak yerleşme bilimi ya da yurt söylemi anlamlarını içermektedir. Hayvan ya da bitkilerin çevreleri ile olan bütün ilişkileri ekolojinin nesnesini oluşturmuştur. [31]

1970’li yıllara kadar, ekoloji biyolojinin bir kolu olarak flora ve faunanın çevreleriyle olan ilişkilerini inceleyen bir disiplin olarak tanımlanırken, günümüzde çevre sorunlarının yaşam kalitesini olumsuz etkilemesi ile insan-doğa ilişkileri de ekolojinin araştırmaları kapsamına girmiş ve disiplinler arası bir bilim dalı haline gelmiştir. [45] Buna bağlı olarak ekoloji kavramının tanımı da değişmiştir.

- Ekoloji, canlıların yaşam temellerini, dolayısıyla dolay korumanın ilkelerini öğreten bir bilim dalıdır.
- Ekoloji, insanlığın geleceğini sigorta etmeye çalışan bir bilim dalıdır.
- Ekoloji, ekosistemleri inceleyen bir bilim dalıdır.
- Ekoloji, çevre biyolojisidir. [33]

3.3.1. Ekoloji Kavramının Anlamının Zaman İçinde Değişimi

Ekoloji, hem insanoğlunun varoluşu kadar eski, hem de incelediği konuların zaman içinde değişimi bakımından en yeni bilim dallarındandır. Ekoloji, insanlığın doğayla ilişkilerinin bir ürünüdür. 1800’lü yılların ikinci yarısında insan dışındaki canlı varlıkları inceleyen bir bilim dalı olarak ortaya çıkan ekoloji alanındaki çalışmalar, 1900’lü yılların başlarında da aynı şekilde devam etmiştir. Ekoloji biliminin kapsamı, 20. yüzyılın ikinci yarısına kadar biyosferdeki biyosenoza inceleyen, biyolojinin bir alt kolu olarak devam etmiştir.

Ekoloji bilim dalının kapsamına insanın dâhil olması, bitki ve hayvan

[30] Bozdoğan, B. (2003). Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[31] Hamamcı, C., & Keleş. (1993). Çevre Bilim. s.13.

[33] Çepel, N. (1995). Çevre Koruma ve Ekoloji Terimleri Sözlüğü, Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları 6, İstanbul: s.41-79.

[45] Gürpınar, E. (1992). Çevre Sorunları, Der Yayınları. İstanbul. s.13.

topluluklarının etkileşimleri içinde insanın da fonksiyonu olduğu, yeni bir olgudur. Klasik ekolojinin araştırma alanına insan faktörü girdikten sonra çalışmalar bitki, hayvan ve insanları eşit ele alacak şekilde gelişmemiş, insanın biyosferdeki etkisi insan ekolojisi ya da toplumsal ekoloji adı verilen bir yan dal olarak gelişmiştir. [31]

Tüm dünya dinlerinde yeri olan, insanın doğayla yakınlığı ve insanın doğayı koruma konusundaki sorumluluğu felsefi ve ekolojik kavramlardır. Günümüzde ekoloji, sadece biyolojinin bir alt bilim dalı değildir, daha geniş bir alana sahiptir. İnsan-doğa ilişkilerini inceleyen çevre bilimleri ya da insan ekolojisi olarak adlandırılan uygulamalı ve disiplinler arası bilim dalının temelini oluşturmaktadır. Bu daha geniş, çevre bilimleri anlamıyla ekoloji; sistem bilim, fizik, kimya, tıp, mühendislik, ekonomi, gibi çeşitli temel bilim ve sosyal bilim dallarını içeren çevre bilimleri alanında en yeni bilim dallarından biridir. Bununla birlikte çağdaş dünyada düşüncelerimize ve ekonomiye yön vermeye başlayan bir güçtür. Tüm dünyada olan olayların birbirine bağlı ve bir bütün oluşturduğu, buna bağlı olarak ülkelerin geleceğinin birbirlerine bağımlı olduğu düşüncesi, ekoloji biliminin günümüzde önemini arttıran önemli etkenlerden biridir. [39]

3.3.2. Ekoloji Kavramının Günümüzde Önemi Arttıran Etkenler

İnsanoğlu yaşadığı çevreden olumlu ve olumsuz yönde etkilenmektedir. Ekolojik sistemler, bozulmamış halleriyle farklı türlerden canlıları bünyelerinde barındırmaktadırlar. Ekolojik çevre, meydana gelen olaylara karşı sürekli olarak dinamik, kararlı bir denge noktasına gelme eğiliminde olan bir sistemdir. Çevre kirliliğine karşı bir direnç oluşturan ekolojik sistemler, belli sınırlar içinde kalan atık madde ve enerjiyi koruma mekanizmaları tarafından dengeleyebilmektedir. Bu sınırların aşılması durumunda ekolojik sistemde geri dönüşü olmayan tahribatlara neden olmaktadır. Böylece kalıcı ya da geçici bozulma olarak sınıflandırılan, ekolojik çevrenin yaşam ortamı olma özelliğinin yitirilmiş olduğu sonucu meydana gelmektedir. Eğer sistem doğadan aldığı enerjiyle eski haline dönebiliyorsa bozulma geçici, tahribat hızlı bir şekilde devam ediyorsa kalıcıdır. [30]

18. yüzyılın ikinci yarısında gerçekleşen sanayi devrimi ile birlikte teknolojiye kaydedilen ilerlemeler, nüfus artışı ve kentleşmenin hızla ve düzensiz artması, beraberinde yeşil alanların yerlerini yapıların alması sonucunu doğurmuştur. Bu gelişmelerle birlikte doğadaki ekolojik denge zarar görmeye başlamıştır. Çünkü teknolojinin sağladığı olanaklar, insanoğlunun doğal çevrede kısa sürede değişiklikler yapmasına olanak tanımış, ancak değişime uyumun uzun yıllar aldığı tabiatta, bu süreçte ekolojik sorunlar meydana gelmiştir. [30]

Meydana gelen ekolojik sorunlar insan sağlığının bozulmasına da neden olmaktadır. Besin zinciri yoluyla insan vücuduna giren zararlı maddeler ve hava kirliliğinin de etkileri beraberinde insanın metabolizmasını etkileyerek sağlık sorunlarını meydana getirmektedirler. [34]

[30] Bozdoğan, B. (2003). Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[31] Hamamcı, C., & Keleş. (1993). Çevre Bilim. s.13.

[39] Berkes, F., & Kışlaloğlu, M. (2003). Ekoloji ve Çevre Bilimleri, Remzi Kitabevi, İstanbul.

Canlılar ve doğa yaşamak için birbirine muhtaç ve ayrılmaz bir bütünü meydana getirmektedir. Doğa olmadan insan var olamayacağı gibi, insan olmadan da doğa anlamını yitirecektir. İnsanoğlu, yaşadığı doğayı sevdiği ve ona sahip olduğunu hissettiği sürece onu koruyup kollayacaktır. [46]

Dünyada tüketilen enerjinin yarısının binalarda kullanılması, enerji kaynaklarının sebebiyet verdiği çevre sorunlarına karşı, ekolojik yapıları gündeme getirmektedir. Yapılarda tüketilen enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmasının yanında, yapıların tasarım özellikleri ile enerji ihtiyacı düşürülmeye çalışılmaktadır. [34]

4.EKOLOJİK MİMARLIK ve SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK

4.1.Ekolojik Mimarlık

Ekolojik mimarlık, bir yapının enerji ihtiyacını minimum seviyeye indirmek için, tasarımın ve malzeme seçiminin bu amaç yönünde gerçekleşmesidir. Tasarımda pasif tasarım ilkeleri uygulanırken, malzeme seçimi ve yapıya entegre edilecek sistemlerin yardımıyla, yapıda ihtiyaç duyulacak enerjinin üretimine katkıda bulunması amaçlanmaktadır. [47]

Yapılar çevremizi oluştururken aynı zamanda, ihtiyaçlarımız olan barınma, ışık, ısınma ve serinleme fonksiyonlarının yerine getirilmesini de sağlamaktadır. Ancak; yapılan tasarımların çevreyi olumsuz yönde etkilememesi konusunda dikkat edilmelidir. Önceki bölümde incelenen, enerji kaynaklarının kullanımından doğan sorunları kısmen de olsa ortadan kaldırmak ve yapılarda enerji korunumunun sağlanması malzemelerin çevreye olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi amacıyla ekolojik mimarlık kavramı ortaya çıkmıştır. [40]

Çevre sorunları, mimari açıdan sürdürülebilir yapıların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu kavram, dünyada içinde bulunduğu coğrafya ve kültüre bağlı olarak farklı şekillerde mimariye yansımıştır. Fakat temel kriterler dünyanın her yerinde ortaktır. [40]

Sürdürülebilirlik kavramı çerçevesinde yapılarda sürdürülebilirlik; ekoloji, kullanıcı konforu ve sağlığı ile yapılabirlik olmak üzere üç ana başlık altında gruplandırılmıştır.

[34] Alkin, E., & İlkin, A. (1991). Ekonomik ve Sosyal Sorunlar Çözüm Önerileri Dizisi 1, Çevre Sorunları, TOBB, İstanbul. s.1-6.

[40] Berber, F. (2012). "Ekolojik Malzemenin Tasarımdaki Yeri ve Ekolojik Malzemeyle Mimari Konut Tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[46] Erengeçgin, Ç. (2003). Enerji ve Ekoloji, Arkitekt Dergisi, 2003/2. İstanbul: s.30-32.

[47] Altın, M. (2002). Geleceğin Yapı Malzemesi: Fotovoltaik Paneller, Geleceğin Mimari Akımı: Enerji Mimarlığı", 1. Ulusal Yapı Malzemeleri Kongresi ve Sergisi, 9-13.Ekim.2002, Kongre Bildirileri-II, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, İstanbul: s.701-703.

1. Ekolojik kriterler
 - çevreye saygı
 - temiz enerji kullanımı
 - enerji etkileşimi
 - geri dönüşüm
2. Kullanıcı sağlığı ve konfor kriterleri
 - termal şartlara uygunluk
 - görsel şartlara uygunluk
 - akustik şartlara uygunluk
 - hava kalitesi
 - elektromanyetik alanlar
 - malzeme uygunluğu
3. Yapılabilirlik kriterleri
 - ekonomik olarak yapılabilirlik
 - teknolojik olarak yapılabilirlik
 - kaliteli ortam sağlamak. [48]

Sözü edilen bu kriterler, ayrı ayrı sınıflandırılmış olsalar da, birbirleri ile etkileşim içerisindedirler. [40]

Ülkemizde, bu kriterler doğrultusunda, çevreye olan olumlu etkileri nedeniyle, geleneksel kerpiç ve ahşap yapı malzemelerinin ön plana çıktığı görülmektedir. [40]

4.1.1. Ekolojik Mimarlıkta Tasarım Prensipleri

Ekolojik mimarlıkta tasarım prensipleri; çevre kirliliğini minimum seviyeye indiren, yerel yaşamda, yapı kültürünün korunmasını sağlayan ve mimariye olumlu etkileri olan özgün ekolojik yapılar tasarlanmalıdır. Yapılar sağlıklı, güvenilir, doğal malzeme ile oluşturulmalıdır. [40]

Ekolojik yapıların tüm bu faydalı tarafları göz önüne alındığında, tasarım ilkelerinde de vurgulanması gereken önemli noktalar olduğu göze çarpmaktadır. Bunlar:

- Yapı tasarımında ve kullanımında doğal kaynakların zarar görmesini en az seviyeye indirmek,
- Mevcut topografyaya (toprak, su, hava, yeşil alan) uygun bir yaklaşım ile binaların konumlandırılması,
- Doğa ile uyumlu tasarlama, iklim şartlarına ve topografik özelliklere uyumlu tasarım gerçekleştirme,
- Geri dönüşümlü malzeme kullanımı,

[40] Berber, F. (2012). "Ekolojik Malzemenin Tasarımdaki Yeri ve Ekolojik Malzemeyle Mimari Konut Tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[48] Ayaz, E. (2002). Yapılarda Sürdürülebilirlik Kriterlerinin Uygulanabilirliği", Mimarist Dergisi, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Şubesi, İstanbul: s.73.

- Fonksiyonel mekan gruplarının yataydaki tasarımda sirkülasyon elemanlarını ve sulu hacimleri olabildiğince kuzey yönünde tasarlamak,
- Bina içinde yatay dağılımda olduğu gibi düşey dağılımda da ekolojik ilkeleri göz önüne almak,
- Tasarımın esneklik ve değişkenlik kriterlerine imkan sağlanması ve mekanların multifonksiyonel olması,
- Güneş enerjisini kullanmaya yönelik tasarımlar olarak sıralanabilir.

Tüm bu tasarım ilkeleri bina formu-kabuğu, yapı fiziği elemanları, malzeme ve yapım sistemleri bir arada düşünülerek hayata geçirilmelidir. [49]

Ekolojik gelişim önerisiyle 9 prensip olarak belirlenen Estetik Ekolojik Tasarım Prensipleri iyi tasarımlar yapılmasını sağlamıştır:

1) Yer: ‘Toprağa saygı’ önemli bir tasarım prensibidir. Doğaya ve mimari estetiğe duyarlı, ekonomik ve sade, kaynakların etkin bir biçimde kullanıldığı, strüktür sistemleri yalın ve detayların dikkatli bir biçimde çözümlendiği, strüktürel ve estetik dengenin sağlandığı, teknolojiyle birlikte yalın bir biçimde aktarıldığı yapılar amaçlanmalıdır.

2) Hiyerarşi: ‘Mimarlık dil gibidir’. Binalar kendini anlatmaktadır. Tasarımıyla, ihtiyacıyla kendisini anlatmaktadır.

3) Ölçek: Binalar ilk önce insan oranlarını anlatmalıdır, yani çıkış noktası insan olmalıdır.

4) Uyum: ‘Tüm parçaların harmonidir.’ Harmoni tek düzelikle sağlanamaz. Çevreye uyum sağlanması gerekmektedir.

5) Parsel: Yapının parselde konumlanmasında ekolojik faktörlerinde göz önünde bulundurulması gerekir. Yapının doğadan tamamen izole sistemler içermesi yerine, doğa ve iklim şartlarıyla uyumlu tasarlanması, yapının bulunduğu yerin doğal kaynak imkanlarını değerlendirip, güneşten, kışın ısınma, yazın serinleme amacıyla ve yıl boyunca da doğal aydınlatma için yararlanabilmesi gerekmektedir.

6) Malzeme: Taş, toprak, ağaç gibi doğayı oluşturan birkaç malzeme geçmişten beri fiziki çevremizi şekillendirmede önemli olmuşlardır. Bulduğumuz coğrafi bölgeye, iklim ve jeolojik koşullara göre doğadaki malzemeler birlikte kullanılmış, bölgenin özelliğine göre taş, ahşap, kerpiç veya tuğla ön plana geçmiş, yaşam çevremize şekil vermiştir.

7) Dekorasyon: İç mekan dekorasyonu yapılırken de, yapının dışında olduğu gibi doğayla ilişkili tasarımlar yapmak, yapı içindeki yaşamı dışarıdan tamamen soyutlamamak, doğal malzemeler kullanmak, tüm ekolojik ve estetik unsurları bir arada düşünmek gerekmektedir. Wright, daha önce düzenleme diye tarif ettiği işlemi uygulayarak, doğanın ritim ve tekrarlama yöntemlerini soyutlayıp evin vitray pencerelerini, lambalarını, döşeme ve gömme eşyalarını tasarlamıştır.

[49] Tönük, S. (2001). Bina Tasarımında Ekoloji, YTÜ, İstanbul: s.17-22.

8) Sanat: Sanat insan ve dolayısıyla toplum için önemli ihtiyaçtır. Çünkü insan sosyal, kültürel ve yaratıcı bir varlıktır. Edindiği izlenimlerini, birikimlerini bir tür iletişim aracı olan sanat ile birbirlerine ve diğer nesillere aktarılır. Sanat toplumun bilinçlenmesi için de önemli bir etkidir. Bu sanatsal faaliyetler, toplumun belirli bir sanatsal beğeniye sahip olmasını, estetik algısını geliştirmesini kendi çevrelerindeki değişimlere bilinçli tepkiler vermesini sağlamaktadır.

9) Halk: Problemlerden biri de yaşamak zorunda olduğumuz, çevre ve konutumuzu seçme özgürlüğüne sahip olmamamızdır. Kırsal dünyada uyarlanmış teknoloji, havadan, güneşten ve manzaradan yararlanmak kadar doğaldır; yerel malzemeyi teknolojiyle bütünleştirmemek ise ancak mimaride ciddi bir eksikliğe işaret eder. Ekolojik yapıların gerçekleşmesinde kullanıcın, müşterinin görüşü önemli bir yer tutmaktadır. Tasarım sürecinde yerel halka danışmak, tepkilerini almak gerekir. [50]

4.1.2. Çevreye Duyarlı Tasarım

Çevreye duyarlı tasarım ürünün ekonomik olarak karlı olduğu kadar çevreye karşı da duyarlı tasarlanmasını amaçlar. Ürünü daha fikir aşamasından ele alır ve onu mümkün olan en hasarsız şekilde tasarlar. Çevreye duyarlı tasarım kirlilik önleyici bir planlama çalışmasıdır.

Çevreye duyarlı tasarım ya da çevreci tasarım (ecodesign) tasarım aşamasında ürünün bütün yaşam döngüsü boyunca (üretimden atık olarak bertarafına kadar) çevreye olası olumsuz etkilerini de göz önüne alarak ürünü çevreye en az zarar verecek şekilde tasarlanmasına dayanmaktadır. Çevreye duyarlı tasarım, ürünün üretiminden ve tüketiminden kaynaklanan olası kirlitici etkilerini azaltmak için ürünü belli kriterlere uygun tasarlamaktadır. Bu kriterler:

Ürünün:

- Mümkün olan en az miktarda toksik ve kirlitici madde içerecek
- En yüksek geri dönüştürülebilirlik oranını sahip olacak
- Doğada biyolojik olarak kolay ayrıştırılabilecek
- Üretimi ve kullanımı sırasında düşük miktarda enerji ve doğal kaynak tüketecek
- Üretimi ve kullanımı sırasında düşük düzeyde kirlilik ve atık üretecek
- En fazla kullanım süresine ve kalitesine sahip olacak şekilde tasarlanmalıdır.

4.1.3. Ekolojik Yapı Tasarım Kriterleri

Ekolojik yapıların tasarım amacı, enerjinin etkin kullanımı, çevreye bırakılan atık maddelerin ve emisyonların minimize edilmesi, yapı malzemelerinin verimli kullanımı ve yapı konforu ve bileşenlerinin dayanımı olarak sıralanabilir. Bu bağlamda tasarımcılar çevreye duyarlı, doğal kaynakların kullanımını sınırlayan, bunun yerine yenilenebilir ve yerel kaynaklar ile güneş enerjisi, doğal havalandırma ve doğal aydınlatma kullanan, geri dönüştürülebilir yapı malzemeleri kullanımı ile edinilen tasarımlar ortaya çıkarmalıdır. [51]

[50] Eryıldız, S. (2011). Mimarlık Eğitiminde Eko- Tasarımın Yeri ve Önemi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul:s.7.

Ekolojik yapı tasarım kriterleri;

- a) Fiziksel Çevre Verileri
- b) Yapı Formu Tasarımı
- c) Yapı Kabuğu Tasarımı
- d) Yüksek Performanslı Malzeme-Pencere Kullanımı
- e) Su Korunumu
- f) Malzeme Korunumu
- g) Peyzaj Tasarımı
- h) Yenilenebilir Enerji Kullanımı olarak sıralanabilir. [51]

4.1.3.1. Fiziksel Çevre Verileri

Fiziksel çevre verileri; yer ve yön seçimi, topografya, biyolojik çeşitlilik (flora ve fauna), rüzgar ve iklim olarak nitelendirilebilir. [52] Yer ve yön seçiminde ana ilke, kışın güneşten olabildiğince yararlanmak, yazın ise güneşin aşırı etkisinden korunmak olmalıdır. Yapının güneş ışınımına göre yönlendirilmesi, yapı içi ısısal konforu etkilemekte ve istenilen sıcaklıkların elde edilmesini sağlamaktadır. Yapının yer seçiminde ve konumlandırılmasında topografya, biyolojik çeşitlilik, hâkim rüzgâr yönü ve iklim verilerinin dikkate alınması ekolojik dengelerin korunması, insan yaşamı için gerekli konfor ve sağlık koşullarının yerine getirilmesi ve enerji korunumu, çevresel açıdan yararlar sağlamaktadır. [53]

4.1.3.2. Yapı Formu Tasarımı

Yapı formu; biçim, yapı yüksekliği, çatı türü ve eğimi, cephe eğimi gibi yapıya ilişkin geometrik değişkenler aracılığıyla tanımlanabilir. Bu değişkenlerin biçim ve organizasyonuna bağlı olarak, doğal ısıtma ve soğutma aracılığıyla yapı ısı kayıplarının azaltılması sağlanabilir. Yapı formunu etkileyen yapı alanı büyüklüğü, ısı kayıplarıyla doğrudan ilişkilidir. Basit geometrik biçime sahip, iç mekânları verimli kullanan küçük ölçekli yapılar, çevreyle ilişkilerinde daha az sorun yaşamaktadırlar. Bu yapılar, yapım ve kullanım evresinde daha az kaynak ve enerji gereksinimi duymakta ve ısı kayıplarını azaltmakla birlikte, yıkım evresinde de daha az atık çıkacağından olumsuz çevresel etkileri azalmaktadırlar. [53]

4.1.3.3. Yapı Kabuğu Tasarımı

Yapılar da iç ve dış mekânı birbirinden ayıran yapı elemanlarının oluşturduğu bütün, yapı kabuğu olarak tanımlanabilir. Yapı kabuğu, enerjinin minimum düzeyde kullanımıyla çevresel sorunları önleyen ve ısısal konfor düzeyini arttıran önemli

[51] Bostan, H. T. (2012). Yüksek Yapılarda Ekolojik Mimari Ve Sürdürülebilirlik, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[52] Kiraz, F. (2003). Konvansiyonel ve Ekolojik Yapı Sistemlerinin İncelenmesi, Y. Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi. Ankara.

[53] Alparslan, Gültekin, & Dikmen. (2009). Ekolojik Yapı Tasarım Ölçütlerinin Türkiye'deki Güneş Evleri Kapsamında İncelenmesi, 5. Uluslar arası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Karabük: s:1-2.

elemanlardan biridir. Ekolojik tasarımlarda yapı kabuğundaki boşlukların %40 ile sınırlandırılması önerilmektedir. Kışın yapı içinde ısınan havanın dışarı çıkması ve yazın dışarıdaki sıcak havanın içeri girmesi engellenerek ısıl konfor sağlanabilir. [53]

4.1.3.4. Yüksek Performanslı Malzeme – Pencere Kullanımı

Gün ışığı ve görsel iletişim sağlayan yapı elemanları olan pencereler, ısı kayıplarının başlıca kaynağıdır. Isıtmanın önemli olduğu iklimlerde pencereler düşük ısı kaybı ve yağışma, az hava sızdırma ve sıcak yüzey elde etme özelliklerine sahip olmalıdırlar azalmaktadırlar. [53] Yapı içinde ısıl konfor sağlamak amacıyla, yapının yönleneşine göre ısı kayıplarını önleyecek yüksek performanslı pencere kullanılmalıdır. [54]

4.1.3.5. Su Korunumu

Su seviyelerinin korunması, atık suların değerlendirilmesi, suyun yeniden ve kirlenmeden kullanımı, yağmur suyunun toplanıp yeniden kullanımı, su korunumlu peyzaj düzenlemeleri, kullanım suyunun kimyasallarla kirlenmemesi ve suyu verimli kullanan tesisat kurulumu gibi yöntemlerle yapılarda su korunumu sağlanabilmektedir. Ayrıca su tüketiminin azaltılması atık su miktarının azalmasına ve suyun daha verimli kullanımına katkı sağlamaktadır. [54]

4.1.3.6. Malzeme Korunumu

Yapıda kullanılan malzemelerin hammaddesinin kaynağından çıkartılması, işlenmesi, üretilmesi ve taşınması gibi süreçler, yerel ve kültürel ekolojik denge üzerinde etkilidir. Malzeme korunumu için yapı işlevi dikkate alınarak modüler sistemle tasarlanmış, yeterli büyüklükte, basit geometrik formda esnek çözümler içeren, yeniden kullanıma olanak veren tasarımlar gerekmektedir. Malzeme seçiminde; standart, ekolojik, geri dönüştürülmüş malzemeden elde edilmiş ambalaj kullanan, dayanıklı, sık bakım-onarım gerektirmeyen malzemeler ve yapı elemanları tercih edilmelidir. [54]

4.1.3.7. Peyzaj Tasarımı

Yapıların ısıtma ve soğutmasında bitkilerden yararlanarak enerji tüketimi azaltılabilir. Ağaçların ve çalıların yapıların batı ve kuzeybatı cephelerinde kullanılması, istenmeyen akşam güneşinin yapı içerisine girmesini engellemektedir. Yapının güney cephesine yapraklarını döken, kuzey cephesine ise her zaman yeşil bitkiler yerleştirilmesiyle, kış güneşinden yarar, soğuk kış rüzgârlarından ise korunma sağlanabilir. Çatı örtüsünün tasarımında toprak ve bitkilerden oluşan yeşil çatı tercih edilmelidir. Yeşil çatılar yerleşim alanlarındaki sıcaklığı düşürmekte,

[53] Alparşlan, Gültekin, & Dikmen. (2009). Ekolojik Yapı Tasarım Ölçütlerinin Türkiye'deki Güneş Evleri Kapsamında İncelenmesi, 5. Uluslar arası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Karabük: s:1-2.

[54] Esin, T. (2002). Marmara Bölgesi İçin Ekolojik Yapılaşma Kriterlerinin Belirlenmesi ve Örnek Bir Yapı Tasarımı, Gebze Yüksek Teknolojisi Enstitüsü Araştırma Fonu. İzmit.

yağmur sularını tutarak, atık su sistemlerinin yükünü hafifletmekte, hava kirliliğini azaltmakta, karbonu depolamakta ve çatı üst örtüsünün altındaki malzemeleri güneşin zararlı etkilerinden koruyarak, bu malzemelerin daha uzun ömürlü ve dayanıklı olmasını sağlamaktadır. Kuşlar ve diğer canlılar için doğal yaşam alanı oluşturan yeşil çatılar, geleneksel çatılara kıyasla daha estetik bir görünüm oluşturmaktadır. Yeşil çatılı tasarımlarla arazi üzerinde yapının kapladığı alan tekrar kazanılmaktadır. [54]

4.1.3.8. Yenilenebilir Enerji Kullanımı

Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak enerjiyi yerel kaynaklardan kazanmak, çevre sorunlarının çözümüne yardımcı olmaktadır. Çevreyi kirletmeyen, kolay elde edilen ve yenilenebilir enerji kaynaklarından biyolojik enerji, su, güneş ve rüzgâr enerjisi günümüzde yapılarda farklı şekillerde kullanılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında pasif ve aktif olmak üzere iki sistemden yararlanılmaktadır. Pasif sistemler, güneş enerjisinden yararlanmaya yönelik olarak alınan tasarım önlemleridir. Bu önlemlerle ısıtma ve soğutma maliyetleri önemli oranlarda azaltılarak enerji korunumu sağlanabilmektedir. Aktif sistemler ise güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik ve ısı enerjisi elde etmek amacıyla yapıya entegre edilen mekanik donanımlarla sağlanmaktadır. [54]

4.2. Sürdürülebilir Mimarlık

Bir toplumun ekonomisi geliştikçe, araziye, yapılara, yapı malzemelerine, enerjiye ve diğer kaynaklara olan gereksinimi artmaktadır. Bunun sonucunda ortaya çıkan üretim ve tüketim, inorganik birimlerden, canlılardan ve insanlardan oluşan ekosisteme olan etkileri arttırmaktadır. *Sürdürülebilir tasarımın* amacı, bu üç grubun varlığını devam ettirebilmesini sağlayabilmektir. Kentlerin, global kirlenmenin %75'inden ve dünya üzerinde tüketilen toplam enerjinin %70'inden sorumlu olduğu gerçeği, sürdürülebilir tasarımın önemi ortaya koymaktadır). İlk defa 1987'de "Birleşmiş Milletler Dünya Komisyonu" tarafından "Bizim Ortak Geleceğimiz" (Our Common Future) olarak adlandırılan rapor yayımlanarak, sürdürülebilirlik çalışmaları dünya genelinde resmi olarak başlamıştır. "*Sürdürülebilir kalkınma kendi ihtiyaçlarımızı karşılamak, fakat bunu yaparken gelecek neslin kendi ihtiyaçlarını karşılamalarını engelleyecek davranışlarda bulunmamaktadır*" cümlesini esas alan ve "Bruntland Raporu" olarak da bilinen raporda "Ekolojik Sürdürülebilir Gelişme" birçok devlet tarafından kabul görmüştür. "*Sürdürülebilir mimarlık*", içinde bulunduğu koşullarda ve varlığının her döneminde, gelecek nesilleri de dikkate alarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına öncelik veren, çevreye duyarlı, enerjiyi, suyu, malzemeyi ve bulunduğu alanı etkin şekilde kullanan, aynı zamanda insanların sağlığının, güvenliğinin, psikolojik ve fiziksel konforunun ve üretkenliğinin devamını sağlayan yapılar ortaya koyma faaliyetlerinin bütünü olarak tanımlanabilir. [55]

[54] Esin, T. (2002). Marmara Bölgesi İçin Ekolojik Yapılaşma Kriterlerinin Belirlenmesi ve Örnek Bir Yapı Tasarımı, Gebze Yüksek Teknolojisi Enstitüsü Araştırma Fonu. İzmit.

[55] Sev, A., 2009. Sürdürülebilir Mimarlık, Yem Yayınları, İstanbul.

Sürdürülebilir mimarlık ilkelerini üç ana başlıkta toplayabiliriz. “Kaynak yönetimi” ilkesi kaynak kullanımının azaltılmasını, kaynakların yeniden kullanımını ve geri dönüşümünü öngörür. “Yaşam döngüsü tasarımı” ilkesi yapının var olma süreci ve çevresine etkilerinin analiz edilebilmesini sağlar. “ İnsan için tasarım” ilkesi de insanlar ve doğal dünya arasındaki ilişkiler üzerinde durur. [56]

4.2.1. Kaynak Yönetimi

Kaynak yönetimi, yapı inşaatında kullanılacak olan malzemelerin üretiminden başlayan ve yapı ömrünün sonuna kadar devam edecek olan, kaynak akışının etkin olması ve yapım-üretim sırasında yenilenemeyen kaynakların tüketimini azaltmayı öngörmektedir. Kaynak akışının etkin olabilmemesini sağlamak için yapılabilecek yöntemler iki tiptir; [57]

•*Giren kaynakları azaltma*; Yapıda kullanılan kaynaklar ne kadar etkin kullanılabilirse, miktar olarak o kadar azalır. Ayrıca yapıdan çıkan kaynakların yeniden kullanılması, yenilenebilen kaynaklar olması da yapıya giren kaynakların azaltılmasını sağlar.

•*Atık yönetimi*; Atık yönetiminin amacı, yapı atıklarının çevresel kirlenmesini azaltılmasıdır. Geri dönüşüm, yeniden kullanım olanakları; gri suyun yeniden kullanımı, biyolojik atıkların doğal gübre olarak kullanılması, yapıda yaşayanların her türlü atığının geri dönüşümünün sağlanması vb. gibi atık yönetimi yöntemleri olabildiğince değerlendirilmelidir. Geri dönüştürülebilir malzemeler, üretilen atık miktarının azaltılmasını ve atıkların depolanması için kullanılacak yüzey parçalarının geri dönülemez biçimde yara almasını engellemektedirler. Yapı endüstrisi küresel ölçekteki doğal hammadde akışının %50’sinden sorumludur ve yapı endüstrisinden kaynaklanan atıkların oranı da bölgelere göre değişmekle birlikte %15–50 arasındadır. [55] Bu veriler doğrultusunda yapı sektöründe kaynak yönetiminin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Yapıya giren ve çıkan kaynaklar Şekil 4.1.’ de gösterildiği gibi özetlenebilir.



Şekil 4.1. Yapımda kaynak akışı [55]

[55] Sev, A., 2009. Sürdürülebilir Mimarlık, Yem Yayınları, İstanbul.

[56] Kim, J. J. (1998). Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design, University of Michigan, College of Architecture and Urban Planning, National Pollution Prevention Center for Higher Education.

[57] Baysan, O. (2003). Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimarlıkta Tasarıma Yansıması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ayşin Sev'e göre "Kaynak yönetimi"; "Enerjinin etkin kullanımı, Suyun etkin kullanımı, Malzemenin etkin kullanımı ve Yapı alanlarının etkin kullanımı" olarak dörde ayrılmaktadır. [58]

4.2.1.1. Enerjinin Etkin Kullanımı

Yapıların elde edilmesi, büyük miktarda enerji tüketilerek gerçekleştirilir. Yapıda kullanılan malzemelerin toplanması, işlenmesi ve yapının üretileceği yere taşınmaları enerji tüketen işlemlerdir. Yapının inşa süresinde de önemli miktarda enerji tüketimi gerçekleştirilir. Ayrıca yapı, inşasından sonra, kullanımı sırasında da (ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma gibi) kesintisiz bir enerji akışına ihtiyaç duyar. Enerjinin etkin kullanımında asıl amaç, tüketilen fosil yakıt miktarının azaltılmasıdır. Bu nedenle her süreçte enerji tasarrufu önemli fayda sağlamaktadır. [58]

Enerjinin etkin kullanımının gerekliliği, Bruntland Raporu'nda, etkin enerji kullanımı, *dünyaya, 21'inci yüzyılın global enerji yapısına temel oluşturacak olan yenilenebilir kaynakları ve düşük enerji gerektiren yolları bulmak için zaman kazandıracaktır* iddiasıyla ortaya konmuştur. [59]

Enerjinin etkin kullanımını sağlamak için yapılabilecek yöntemler;

- Enerji etkin kent ve vaziyet planlaması
- Yalıtım
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı
- Doğal aydınlatma
- Enerji tasarruflu aletlerin kullanımı
- Gömülü enerji düşük malzeme seçimi
- Akıllı bina otomasyon sistemlerinin kullanımı
- Enerji etkin pasif bina tasarımı

şeklinde sıralanmıştır. [59]

4.2.1.2. Suyun Etkin Kullanımı

Yapı; su içme, temizlik, tuvalet rezervuarlarında kullanma, sulama gibi farklı amaçlarla suya ihtiyaç duyar. Yapıya getirilen su, enerji tüketen temizlenme ve taşıma işlemleri gibi faaliyetlerden geçmek zorundadır. Ayrıca suyun yapıyı terk edişi de enerji tüketen bir işlemdir. Bu nedenle suyun etkin olarak kullanımı, kullanılan su miktarını azaltırken, enerji tüketimini ve oluşan atık su miktarını da azaltmakta önemli rol oynamaktadır. [58]

Suyun etkin kullanılabilmesi için yapılabilecek işlemler;

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[59] Blunden, J., & Reddish, A. (1991). Energy Resources and Environment, The Open University, U.K. s.180.

- Su tasarruflu alet kullanılması
- Su tüketiminin azaltılması
- Geri dönüşüm ve yeniden kullanılması
- Yağmur suyu toplama
- Doğal peyzaj uygulamaları

şeklinde sıralayabiliriz.

4.2.1.3. Malzemenin Etkin Kullanımı

Malzemenin etkin kullanımında asıl amaç, doğal hammaddelerin korunmasını sağlamaktır. Malzemelerin doğal hammaddelerinin doğadan toplanmaları, işlenmeleri, üretilmeleri ve kullanılacakları yere taşınmaları, enerji tüketen ve ekolojik dengeye zarar veren eylemlerdir. Ayrıca, inşaat sırasında ve sonrasında çok fazla malzeme akışı ve kullanımı olur. Bu sırada ortaya çıkan çöp bir dolgu alanının inşasında kullanılır. Dolgu alanı haline gelmiş yeryüzü parçalarında biyolojik çeşitlilik, topoğrafik özellikler, mikro klima ve daha birçok özellik değişir, kısaca ekosistem geri dönülemez bir biçimde yara almış olur. Bu nedenlerden yapıya giren ve çıkan malzemelerin etkin kullanılması ve azaltılması sürdürülebilirliğin sağlanması için gereklidir. [57]

Malzemenin etkin kullanılabilmesi için yapılabilecek yöntemler;

- Mevcut yapıların yeniden kullanılması
- Yenilenmiş ya da geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanılması
- Malzeme tasarrufu sağlayan tasarım ve uygulama
- Alternatif yapı malzemelerinin kullanımı
- Yerel yapı malzemelerinin kullanımı

şeklinde sıralayabiliriz. [57]

4.2.1.4. Yapı Alanlarının Etkin Kullanımı

Yapı alanlarının etkin kullanımında amaç, doğal topografyanın korunması, toprak, bitki örtüsü ve doğal yaşamın sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır. Tarım alanlarının, su havzalarının yok edilerek yapı alanı olarak kullanılması, toprak erozyonu, yer altı sularının kirlenmesi, endüstriyel atıkların doğal çevreye verdikleri zarar, yapı alanlarının etkin ve doğru kullanılmamasından kaynaklanmaktadır. [55]

4.2.2. Yaşam Döngüsü Tasarımı

Yaşam döngüsü tasarımı, yapının inşaatında ve kullanım aşamalarında kaynak tüketiminin azaltılmasını öngörür ve uzun vadede yapının kullanıcı sağlığı üzerindeki etkilerini de göz önüne alır. “Yaşam döngüsü tasarımı”, “Yapı-öncesi dönem, Yapı dönemi ve Yapı sonrası dönem” olarak üçe ayrılmaktadır. [55]

[55] Sev, A., 2009. Sürdürülebilir Mimarlık, Yem Yayınları, İstanbul.

[57] Baysan, O. (2003). Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimarlıkta Tasarıma Yansıması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

4.2.2.1. Yapı Öncesi Dönem

Bu süreç, “Yapının inşa edileceği alanın seçimi, Yapı tasarımı ve Yapı malzemelerinin seçimi” süreçlerini içermektedir. [58]

Alan seçimi

Yapılaşmanın doğal çevre üzerinde oluşturacağı etkileri dikkate almak ve uygun alanı belirlemek, sürdürülebilirliğin sağlanması için gerekmektedir. Çevrenin doğal kaynaklarına, bitki örtüsüne, yer altı sularına ve topografyasına en az düzeyde zarar verilmeli, olabildiğince korunması hedeflenmelidir. Buna göre ;

Yapılaşma için tercih edilmeyen alanlar;

- Tarım alanları,
- Ekolojik açıdan duyarlı olan, tehdit altındaki alanlar,
- Her hangi bir türün yaşadığı, soyu tükenmekte olan, koruma altında olan alanlar,
- Su havzaları,
- Kamusal park alanı olarak belirlenmiş alanlar,
- Tarihsel kalıntıların bulunduğu, korunması gereken alanlar,
- Doğal zenginliği korunması gerekli olan alanlar,
- Doğal sit alanları, arkeolojik sit alanları, kentsel sit alanları olarak belirtmiş alanlar, tercih edilmemelidir. [58]

Yapılaşma için tercih edilen uygun alanlar;

- Önceden gelişmiş, yapılaşmanın olduğu alanlar,
- Yanında veya yakınında yerleşke olan alanlar,
- Gelişmekte, yapılaşmakta olan alanlar,
- Çöküntü bölgesi, daha önce yerleşke olan fakat terk edilen alanlar,
- Toplu taşıma araçlarına yakın, yaya ulaşımını destekleyen alanlar,
- Karma kullanıma imkân veren alanlar,
- Daha önceden düzenlenmiş alt yapısı olan ya da yakınında su ve kanalizasyon bağlantıları olan alanlar, yapılaşma için tercih edilmelidir. [58]

Esnek tasarım ve uzun ömürlü yapılar ortaya koymak

Yapıların uzun yıllar boyunca faydalı ve olumlu bir şekilde kullanılabilmesini sağlayabilmek amacı ile zaman içinde değişen kullanıcı ihtiyaçları ve kullanım amacına uygun bir şekilde kendilerini yenileyebilmeleri, esnek bir tasarıma sahip olmaları gerekmektedir. [58]

Yapı malzemesi seçimi

Sürdürülebilir yapı malzemeleri, çevreye duyarlı, doğal hammadde kaynaklarını etkin kullanan, toksik bileşen içermeyen, insan sağlığına zararlı olmayan, geri dönüşümlü veya yeniden kullanılabilen, üretiminde enerji ve su korunumu ilkelerine uyan malzemelerdir. Bu malzemeler, yapıların doğal çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltır, enerji etkinliği sağlar, yapım, onarım, işletme

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

ve bakım giderlerini azaltır ve tüketiciler için sağlıklı, nitelikli ve konforlu ortamlar yaratılmasını amaçlamaktadırlar. [58]

Yapı sektörü, doğadan elde edilen hammaddenin %50'sini, küresel enerjinin %40'ını ve suyun %16'sını tüketirken, oluşan atıkların da %50'sinden sorumludur. Bir yapının yaşam döngüsü boyunca oluşturduğu çevresel etkilerin yaklaşık %10-20'si yapı malzemelerinden kaynaklanmaktadır. [58]

Malzemelerin sürdürülebilirlik açısından kalitesini belirleyen faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Malzemeyi üretmek için gerekli enerji miktarı,
- Malzeme üretiminden kaynaklanan CO2 emisyonu,
- Hammadde elde etme sırasında oluşan çevresel etkiler,
- Malzemenin içerdiği toksik madde miktarı,
- Malzemenin yapım yerine ulaştırılması için gereken enerji miktarı,
- Malzemenin yararlı ömrü tamamlanıncaya kadar oluşturduğu kirlilik

Yapı öncesi dönem, malzemenin üretimi için gerekli hammaddenin kaynağından çıkartılması, işlenmesi, paketlenmesi ve yapı alanına ulaştırılması faaliyetlerini kapsamaktadır. Bu süreç çevresel etkilerin oluşumu açısından en büyük orana sahip olduğundan, hammaddenin ne olduğu, hangi koşullarda üretildiği ve üretilirken çevreye verdiği zararın derecesi, üretimi için ne kadar enerji harcandığı, paketlenmesi, ulaştırma şekli ve uzaklığı malzeme seçiminde önemlidir. Aynı zamanda malzemenin üretildikten sonra kullanım aşamasında sağlıklı olup olmadığı ve geri dönüşümü, yeniden kullanımı veya yok edilebilirliği konularının da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. [57]

Malzeme tüketimini azaltmak ve artık malzemelerin ekosisteme vereceği zararları engellemek için yenilebilir kaynaklardan üretilmiş, geri dönüştürülebilir, uzun ömürlü ve bakım gerektirmeyen, yerel ve yakın çevreden elde edilen, kaynağından çıkartılırken çevre ekolojisine zarar vermeyen malzemeler kullanmak sürdürülebilirliğin sağlanması için, malzeme seçiminde dikkat edilmesi gereken yöntemlerdir. [57]

Geri dönüştürülebilir malzemeler, üretilen atık miktarının azaltılmasını ve atıkların depolanması için kullanılacak yüzey parçalarının geri dönülemez biçimde yara almasını engeller. Ayrıca geri dönüştürülebilir malzemeler, malzemenin üretiminden tüketimine olan süreçte kullanılan enerjiyi azaltır. Yenilenebilir kaynaklardan üretilmiş malzemelerin kullanılması da sürdürülebilirliğin sağlanması için gereklidir. Örneğin sürdürülebilir yöntemlerle yetiştirilen ormanlar yenilenebilir kaynaklardır. [57]

Ancak petrol ve madenler yenilenemeyen kaynaklardır. Uzun ömürlü

[57] Baysan, O. (2003). Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimarlıkta Tasarıma Yansımaları, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

malzemeler adından da anlaşılabilirliği gibi uzun zaman varlıklarını sürdürürler ve çok daha az bakım gerektirirler. Böyle malzemelerin kullanılması yenileme için kullanılacak yeni malzemelerin kullanılmasını engeller. Diğer taraftan kullanılamaz hale gelen kısa ömürlü malzemenin, dünya üzerinde kaplayacağı atık biriktirme alanlarının da azalmasına neden olur. [57]

4.2.2.2. Yapı Dönemi

Yapı dönemi, yapının inşaat ve kullanım süreçlerini içermektedir. [58]

Şantiye işlerinin ve ekipmanlarının çevreye etkisini azaltmak

Şantiye işlerinin doğru şekilde planlanması, ağır iş makinelerinin şantiyede kullanım süresini ve çevrelerine vermiş oldukları ekolojik zararı minimuma indirmektedir. Kazı esnasında yerüstü sularının yönlerinin değişmemiş olması gerekmektedir. İnşaat sonrası ortaya çıkacak yapının topografyaya uygun olması, doğal bitki örtüsüne ve ekosisteme en az şekilde müdahale edilmiş olması gerekmektedir. Ağaçlar ve bitki örtülerinin yerleri çok fazla gerekmedikçe değiştirilmemelidir. Ekolojik açıdan duyarlı olan alanlarda motorlu araç yerine olabildiğince insan gücü kullanılmalıdır. [58]

Atık yönetimi

Doğal kaynakların sürdürülebilirliği açısından atıkların geri dönüştürülmesi, yeniden kullanılması gerekmektedir. Katı atıkların geri dönüştürülüp yeniden kullanılmaları ya da yakılmaları ile ısınma amaçlı kullanılmaları sürdürülebilirliğin sağlanması için yapılabilecek önemli yöntemlerdendir. [58]

Kâğıt, metal parçaları, camlar ve organik bileşikler geri dönüştürülerek kullanılabilir maddelerdir. Kâğıt, karton üretiminde, yakılarak ısınmada ve ambalaj kâğıdı yapımında kullanılabilir. Bu yolla kesilecek ağaç miktarında da azalma sağlanmış olur. Metallerin diğer katı atıklardan ayrıldıktan sonra tekrar kullanılmaları, cevherinden işlenip üretilmesinden daha az enerji tüketen ve ekonomik bir yöntemdir. Organik maddeler ise kompost gübre yapılmak suretiyle ekonomiye yeniden kazandırılabilirler. Yapıda kullanılan ve ortaya çıkan atık suyun da geri dönüştürülüp tuvalet rezervuarlarında ve sulamada kullanılabilmesi mümkündür. [58]

Kirliliği önleme

Toz, gürültü, hava, su kirliliği, su kaynaklarının kirlenmesi, malzemelerin toksik gaz salınımları yapı endüstrisinin sebep olduğu kirlilik türleridir. Malzeme seçimi başta olmak üzere yapım aşamasında kirliliğe sebebiyet veren faaliyetlerden kaçınılması ve gerekli önlemlerin alınması, yapı üretimi ve kullanımı sırasında oluşacak kirliliğin önüne geçmek için önlem almak gerekmektedir. [58]

[57] Baysan, O. (2003). Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimarlıkta Tasarıma Yansımaları, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Toksik olmayan malzemeler kullanmak

Yapıda toksik malzemelerin kullanılması, yapımda çalışanların olduğu kadar, yapı tamamlandıktan yıllar sonra bile, kullanıcıların sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Toksik madde içeren ve yapı temizlenmesinde kullanılan malzemeler de yapının havalandırma sistemi aracılığıyla uzun süre yapı içinde dolaşır. Bu nedenle yapıyı kullananların sağlığının korunması için yapım, bakım, onarım ve temizlik için toksik madde içermeyen malzemeler kullanılması gerekmektedir. [57]

4.2.2.3. Yapı Sonrası Dönem

Yapının kullanım evresi dolduktan sonraki süreci içerir. Bu dönemde yapılabilecekler; yapıyı yeniden kullanma, bileşenleri geri dönüştürme, yıkım ve imha olarak sıralanabilir. Yapı artıklarının geri dönüşüm ve yeniden kullanım yöntemleriyle azaltılması sürdürülebilirliğin sağlanması için gereklidir. [55]

Yapının yeniden kullanımı

Bir yapı için harcanan enerji yalnızca yapı malzemelerinin üretimi sırasında harcanan enerji değildir. Yapının üretimi sırasında da enerji harcanmaktadır. Bu nedenle yapının yeniden kullanılması, gereken enerjinin, kullanılan malzemelerin ve bununla birlikte ortaya çıkan atık miktarının azaltılmasını sağlamaktadır. Bütün yapının yeniden kullanılmadığı durumlarda yapı elemanları; pencereler, kapılar, tuğlalar gibi; ayrı ayrı kullanılabilir. [57]

Malzemelerin geri dönüşümü ve yeniden kullanımı

Yapıda kullanılan ahşap, çelik, cam gibi yapı malzemeleri ile doğramalar, kapılar gibi yapı bileşenleri, yapı ömrünü tamamladıktan sonra, başka yapılarda yeniden geri dönüşümlü olarak kullanılabilir. Bu sebeple yapı yıkıldığında kullanılabilir durumda olan malzemelerin ve yapı bileşenlerinin ayrılması, geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanılması sürdürülebilirliğin sağlanması açısından gereklidir. Bu yöntem ile kaynak tasarrufu sağlarken aynı zamanda yeni yapı malzemesi veya yapı bileşeni üretiminden kaynaklanacak çevresel etkileri de engellemektedir. [58]

Arsayı ve mevcut alt yapıyı yeniden kullanmak

Sürdürülebilir kentsel gelişmenin sağlanabilmesi için, yeni yerleşim ve yaşam merkezleri oluşturulması, buralara yol, altyapı, iş ve yaşam imkânlarının götürülmesi yerine, mevcut arsaların ve altyapının yeni gereksinmelere göre yeniden kullanılması gerekmektedir. [58]

4.2.3. İnsan İçin Tasarım

“İnsan için tasarım”, “Doğal şartların korunumu, Kentsel tasarım ve bölge planlama, İnsan sağlığı ve konforu için tasarım ” olarak üçe ayrılmaktadır. [55]

[55] Sev, A., 2009. Sürdürülebilir Mimarlık, Yem Yayınları, İstanbul.

[57] Baysan, O. (2003). Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimarlıkta Tasarıma Yansımaları, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

4.2.3.1. Doğal Şartların Korunumu

Yapının var olduğu sürece içerisindeki yerel ekosisteme yapılan etkileri en aza indirmeyi amaçlayan yöntemleri kapsar. [57]

Topoğrafik özelliklere uygun tasarım

Arazinin topoğrafik olarak yeniden şekillendirilmesi maliyet bakımından yüksek, gereksiz kaynak tüketimine neden olmaktadır. Aynı zamanda yağmur suyunun akışını ve rüzgâr yönünü değiştirerek arazinin mikro iklimsel özelliklerini de olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Bu sebeple seçilen arsanın topoğrafik özelliklerine uygun tasarım yapılması sürdürülebilirliğin sağlanması için gerekmektedir. [58]

Su havzalarının korunumu

Yapı alanında yapılan kazı çalışmalarının, çevredeki yer altı ve yerüstü su kaynaklarının akışını engellememesi gerekmektedir. Aynı zamanda su havzasının korunması, kirlenmesinin engellenmesi de yapı inşası sırasında dikkat edilmesi gereken unsurlardandır. [58]

Var olan biyolojik çeşitliliğin korunumu

Yapı inşası ve kullanımı sırasında var olan biyolojik çeşitliliğin korunması, sürdürülebilirliğin sağlanması için gereklidir. Yerel bitki örtüsü ve canlı toplulukları arsanın ayrılmaz birer parçası olarak kabul edilmeli ve büyük bir hassasiyet ile korunmalıdır. [58]

4.2.3.2 Kentsel Tasarım Ve Bölge Planlama

Komşuluk birimleri, kentler ve tüm coğrafik bölgeler, enerji ve su tüketimini azaltmak için yapılmış olan bütünleşik bir planlamadan yarar sağlayabilir. Bunu sağlayabilmek için yapabilecek yöntemler;

Toplu taşıma ve yaya ulaşımının desteklenmesi

İnsanları toplu taşımaya yönlendirici ve teşvik edici önlemlerin alınması, yayalar ve bisiklet sürücüleri için olanak yaratmak ve farklı ulaşım alternatifleri oluşturmak sürdürülebilirliğin sağlanması için gereklidir. Hava kirliliği, gürültü, trafik gibi insan ve çevre sağlığını olumsuz yan etkileri olan bireysel araç kullanımının azaltılması, park alanı olarak kullanılacak alanların başka amaçlarla kullanılabilmesini sağlayabilmektedir. [58]

Çok fonksiyonlu kullanımın desteklenmesi

Sürdürülebilir gelişme, yaşama, ticaret, çalışma, eğitim gibi alanlarının birbirine yakın olmalarını gerektirir. Başka bir deyişle, insanların yaşadıkları yerlere yakın yerlerde çalışmaları, eğlenme ve alışveriş yapma imkânı bulmaları demektir. Çok fonksiyonlu şehir veya bölge planlaması, 24 saat yaşayan kentsel mekânlar

[57] Baysan, O. (2003). Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimarlıkta Tasarıma Yansıması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

oluşturarak güvenliği de arttırmaktadır. Bunu sağlayabilmek için, yurtdışında yüksek yapıların alt katlarını kamusal alan olarak düzenlenmesini teşvik eden kanunlar bulunmaktadır. [58]

Açık alanlara yakınlığı, açılabilirliği, erişebilirliği

İnsanların, bakkal, market, restoran, eczane gibi günlük ihtiyaçlarını karşılanabileceği yerlere olan yakınlığı, sürdürülebilir yerleşmenin devamlılığının sağlanabilmesi için gereklidir. [58]

4.2.3.3. İnsan Sağlığı Ve Konforu İçin Tasarım

Sürdürülebilir tasarım, hem insan yaşamının hem de insan yaşamının sürekliliği için, diğer zincir elemanlarının da sürekliliğini sağlamayı amaçlamaktadır. İnsan sağlığı ve konforu için tasarım, insan üretkenliğini artırır, stresin oluşmasını engeller ve insan sağlığını pozitif yönde etkiler. Sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için, konfor sağlanmaya çalışırken kaynak ve enerji tüketiminin de etkin şekilde sağlanması gerekmektedir. [55]

Termal, görsel ve işitsel konforun sağlanması

İnsanların konforlu şekilde yaşayabilmelerini ve çalışabilmelerini sağlayabilmek için, mekânda termal, görsel ve işitsel konforun sağlanması gerekmektedir. Termal konfor ve enerji performansı için ısıtma ve soğutmanın dağıtımını önemlidir. Ortam sıcaklığının, kullanıcı profiline, aktiviteye, mevsime ve kullanıcı sayısına göre ayarlanması gerekmektedir. Çok sıcak veya çok soğuk mekânlar konforlu mekânlar değildir. Mekânda yeterli aydınlatma ve ses yalıtımı yapılmalı, insanların görsel ve işitsel konforları sağlanmalıdır. Özellikle de kalabalık olarak çalışılan mekânlarda ses yalıtım ve gürültü kontrolü önemlidir ve dikkat edilmesi gerekenler arasındadır. [55]

Dış mekânla görsel bağlantının sağlanması

Dış mekânla görsel bağlantının sağlanması kullanıcıların fiziksel ve psikolojik konforları açısından gerekmektedir. Güneşin hareketi, günün saatleri, hava durumu gibi dış mekânla ilgili verilerin algılanması, insanları psikolojik açıdan olumlu olarak etkiler. Bu nedenle pencereler, gök avlu gibi elemanlar insanların dış mekânla görsel ilişkisini sağlamak açısından yararlı olmaktadır. [55]

Farklı fiziksel özelliklere sahip kullanıcıları ve fiziksel engellileri destekleme

Sürdürülebilir tasarımda, mekânın farklı yaş grupları ve fiziksel olanaklara sahip olan kullanıcılar tarafından da kullanılabilirliği desteklenmelidir. Yapıdan ne kadar çok kullanıcı faydalanabilirse, yapının faydalı varlık süresi de o kadar artmaktadır. [55]

Toksik olmayan, zehirli gaz yaymayan malzemelerin kullanılması

Uzun dönemde yapı kimyasallarının insanlar üzerindeki olumsuz etkilerini engellemek amacıyla, toksik olmayan ve zehirli gaz yaymayan bakım, onarım ve

[55] Sev, A., 2009. Sürdürülebilir Mimarlık, Yem Yayınları, İstanbul.

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

temizlik malzemelerinin kullanılması gerekmektedir. [55]

Doğal havalandırma ve açılabilir pencereler

Doğal havalandırma, ısı değişikliklerinin oluşturduğu hava hareketiyle, taze havanın dış mekândan iç mekâna alınarak, aynı miktardaki kullanılmış havanın dışarı verilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Sıcak-nemli bölgelerde konfor koşullarının ve insan sağlığı açısından gerekli taze havanın sağlanması, iç mekânda kullanıcı sağlık ve memnuniyetinin sağlanması, mekanik havalandırmanın azaltılması ya da ortadan kaldırılmasıyla enerji tasarrufu sağlanması gibi çeşitli yararları bulunmaktadır. [55]

İmkân olan mekânlarda doğal havalandırmadan yararlanmak hem enerji tasarrufu açısından hem de insan psikolojisi açısından yapay havalandırmaya göre daha etkin bir hava temizleme yöntemidir. Açılabilir pencereler, kullanıcıların dış mekânla ilişki kurabilmelerine ve uygun hava koşullarında ek havalandırma olanağı sunmaktadır. Ayrıca kullanıcıların fiziksel ve psikolojik konforları açısından gerekmektedir. [55]

4.3. Sürdürülebilirlik Kapsamında Enerji

4.3.1. Enerji Kaynakları

Enerji, ekonomik kalkınmanın ve ülke gelişiminin önemli bir kaynağıdır. Buna göre enerji, insanların refahı ve ülke ekonomisinin gelişmesini önemli bir şekilde belirleyici ögesi olmaktadır. Bu sebeple gelişmiş ülkeler dahi enerji tasarrufunda ve enerji üretiminde sürdürülebilirliğin yeni arayışları içindedirler. Kullandığı enerjinin %50'sini ithal eden bir ülke olan Türkiye' de de gelecekte yaşanabilecek ciddi enerji problemleri için alınacak tedbirlerin bir an evvel uygulanmaya başlanması gerekmektedir. [40]

Enerjinin hem üretim hem de kullanım süresince büyük oranda harcandığı yapı sektörü, enerji etkinlik ve enerji tasarrufuyla ilgili yapılacak çalışmaların başlangıç noktası olmalıdır. [40]

Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişin, ülkenin dışarıya olan bağımlılığını ve diğer üretim metotlarından kaynaklanan çevre kirliliğini azaltacağı hassasiyetle üzerinde durulması gereken bir konudur. [40]

Ülkemizin kalkınmasında, enerji potansiyeli açısından olabildiğince bağımsız kalabilmenin ve çeşitlendirmeye gidebilmenin çözümü öz kaynaklarımızın geliştirilmesidir. Kendi doğal potansiyelini bilmeyen ve geliştiremeyen ülkeler, enerjide ve ekonomide dışarıya giderek daha da bağımlı bir hale gelmektedirler. [40]

Türkiye' de linyit, taşkömürü, ham petrol, doğalgaz, bitümlü şistler, asfaltit, uranyum ve toryum gibi fosil kaynak rezervleri ile hidrolik enerji, rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, jeotermal enerji ve biomas enerji gibi yenilenebilir kaynak

[40] Berber, F. (2012). "Ekolojik Malzemenin Tasarımdaki Yeri ve Ekolojik Malzemeyle Mimari Konut Tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[55] Sev, A., 2009. Sürdürülebilir Mimarlık, Yem Yayınları, İstanbul.

potansiyelleri bulunmaktadır. [40]

Enerji kaynakları yenilenemeyen ve yenilenebilir olmak üzere iki bölüme ayrılmaktadır. [40]

4.3.1.1 Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Yenilenemeyen (geleneksel, dönüşümsüz) enerji kaynakları milyonlarca yıl öncesinden depolanan güneş enerjisi olan fosil yakıtlar; kömür, petrol, doğal gaz, turba, petrollü kayalar ve nükleer enerji olarak sıralanmaktadır. [60]

19. yüzyıl sonlarında ve 20. yüzyıl başlarında Avrupa'nın temel enerji kaynağını oluşturan kömürün kullanımı, 20. yüzyılın ikinci yarısında nükleer sanayinin hızla kurularak büyümesi ilkesine dayanan enerji kullanımını sürdürmüştür. [60]

İkinci Dünya Savaşı'nın ardından Orta Doğu'daki petrol kaynaklarının kullanılmaya başlanması kömürün yerine petrole yönelimi sağlamıştır. 1974 ve 1979 yıllarında yaşanan enerji krizlerinin ardından, Avrupa ve dünya ülkeleri petrolün yerini alabilecek yakıt ve yeni enerji kaynaklarına yönelimi başlamıştır. [60]

4.3.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları, sürekliliği itibariyle sürdürülebilir olmasının yanı sıra dünyanın her ülkesinde var olabilen bir özelliği ile büyük önem taşımaktadır. Fosil yakıtları esas alan enerji kullanımı; ekonomik ve çevresel sorunlara neden olmaktadır. Kaynakların yoğun tüketimi ithalat giderlerini arttırmaktadır. Bu sebeplere bağlı olarak yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkileri, yenilenemeyen enerji kaynaklarına oranla çok azdır. [40]

Yenilenebilir enerji kaynaklarının karbon emisyonlarının, yenilenemeyen (dönüşümsüz) enerji kaynakları ile kıyaslandığında yok denecek kadar az olmasından dolayı temiz enerjiler olarak da adlandırılmaktadırlar. [40]

4.3.1.2.1. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile ortaya çıkan ışıma enerjisidir, güneşteki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon sürecinden oluşmaktadır. Kolay elde edilen ve basit teknolojiler yardımıyla kullanılan güneş enerjisi, dünyanın her yerinde var olması ve çevreyi kirletmemesi açısından çok önemlidir. [61]

[40] Berber, F. (2012). "Ekolojik Malzemenin Tasarımdaki Yeri ve Ekolojik Malzemeyle Mimari Konut Tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[60] Alaçakır, F. B. (2001). Ülkemizde Elektrik Üretimini Destekleyen Bir Çözüm: Güneş Pilleri. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, İzmir.

[61] Uyar, S. (2007). "Yenilenebilir Enerji", Yapı Dergisi-Yapıda Ekoloji Eki, s:6-9.

Burada asıl kaynak her gün yenilenen güneştir. Güneş enerjisi, güneşin doğuşundan batışına kadar atmosferin içine verdiği ısı ve ışığı, insanların ihtiyaç duyduğu elektrik ve ısı ihtiyacının buluşturulmasıyla elde edilir. Güneşin ulaştığı yere konulan bir düz depolayıcı ile 70-80 derece su elde edilebilmektedir. Bugün bu sistem, Türkiye’de yaygın olsa da kullanım düzeyi oldukça verimsizdir. Oysa İsveç gibi güneşi çok az gören bir ülkede bile dışarıda sıcaklık -4 dereceyken güneş toplayıcısından 70 derece su elde edilebilmektedir. Güneşten daha yüksek ısı elde etmek için gelen ışınımın çeşitli yansıtma teknikleriyle bir nokta veya çizgiye odaklanması gerekmektedir. Bu da bir yoğunlaştırıcı, odaklı toplayıcı yardımıyla yapılmaktadır. Böylece dağınık enerji kaynağı odaklanarak, 130 derece buhar elde etmek üzere kullanılmaktadır. Bununla da ısınma sağlanabilmektedir. [61]

Güneş dünyadan yaz ve kış aylarında farklı konumlarda görülmektedir. Mimari tasarımlarda, yaz aylarında güneşin evin içine girmesini engelleyen, kış aylarında ise içeriye girmesini sağlayan pasif sistemler de tasarlanabilmektedir. Burada asıl amaç, mevcut işleri daha az enerjiyle yapabilmektir. [61]

Türkiye güneş potansiyeli açısından oldukça zengin bir ülkedir. Ülke genelinde yıllık ortalama güneş enerjisi 1315 kWh/m²'dir. Buna göre Türkiye'nin tüm yüzeyine gelen enerji miktarı 1025-1012 kWh olmaktadır. Bu miktar Türkiye'nin 1996 yılında ürettiği toplam elektrik enerjisinin yaklaşık 11000 katına denk gelmektedir. Ülkemizdeki toplam kurulu güneş pili gücü 2000 yılı içinde 250 kWp kadardır. [61]

Güneşten ısı elektrik üretim sistemi

Güneşten ısı elektrik üretimi çok ekonomik bir sistemdir. Sistemde gün boyu güneşi izleyen ve heliostat diye bilinen binlerce aynalar vardır. Bu aynalar gün boyu güneşi izler ve üzerlerine gelen güneş ışınlarını orta noktada bulunan ve yüksek olan bir kule tepesine yerleştirilmiş olan alıcıya odaklanmaktadır. Alıcıda dolaşan ısı transfer kışkanına bu ışınım neticesinde elde edilen ısı aktarılır ve bu akışkan buhar türbinine gönderilmektedir. Buradan da jeneratöre ve elektriğe dönüşüm yapılmaktadır. Şekil 4.2.'de örneği gösterilmektedir. [61]



Şekil 4.2. Güneşten Isıl Elektrik Üretim Sistemi [40]

[40] Berber, F. (2012). "Ekolojik Malzemenin Tasarımdaki Yeri ve Ekolojik Malzemeyle Mimari Konut Tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[61] Alaçakır, F. B. (2001). Ülkemizde Elektrik Üretimini Destekleyen Bir Çözüm: Güneş Pilleri. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, İzmir.

4.3.1.2.2. Rüzgâr Enerjisi

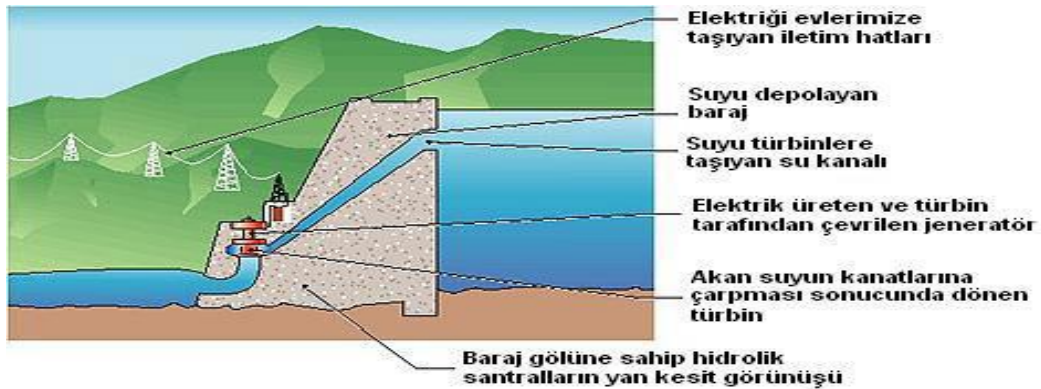
Rüzgâr, güneşin doğuşundan batışına kadar yeryüzündeki farklı yüzeylerin, farklı hızlarda ısınıp soğumasıyla oluşmaktadır. Örneğin, deniz kayadan daha geç ısınmaktadır ve ısınan yerdeki hava yükselerek, daha soğuk kısımda ki havayı hareketlendirir ve rüzgârı oluşturur. Hareket halinde ki havanın kinetik enerjisine rüzgâr enerjisi denilmektedir. Dev kulelerin üzerine monte edilen kanatlar yardımıyla rüzgârdan elektrik enerjisi üretilebiliyor. Gelen hava rüzgâr türbinlerinin kanatlarını döndürüyor, kanatların bağlı olduğu milde jeneratörü çalıştırıyor. Kanatların birleştiği yükseklikte bulunan bölmeden aşağıya elektriği depolayıcılara ileten kablo bulunmaktadır. Rüzgâr türbinleri gelen rüzgârın yönüne göre konum alabilmekte ve otomatik olarak kontrol edilebilmektedir. Kanatlar kendi eksenin de hareket ederek fırtına durumunda da kendini durdurabiliyor. [61]

Türkiye’de mevcut toplam elektrik üretme kapasitesi 40 bin megavattır. OECD kaynakları, Türkiye’de yılda tüketilen elektriğin en az iki mislinin rüzgârdan karşılanabileceğini göstermektedir. [61]

4.3.1.2.3. Hidroelektrik Enerjisi

Suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile elde edilen bir enerjidir. Güneş enerjisinin etkisiyle harekete geçen hidrolik çevrim sırasındaki bir kısım enerjinin açığa çıkmasıdır. Yağan yağmurların ardından buharlaşan yağmur suyunun geri kalanı, denizlere doğru hareket etmektedir. Bu akarsu enerjisi, su türbinlerini çevirerek elektrik elde edilmesini sağlamaktadır.

Elektrik enerjisi üretiminde fosil ve nükleer yakıtlı termik, jeotermal ve doğalgazlı santraller yanında hidroelektrik santrallerin (HES) yenilenebilir ve puant çalışma gibi iki önemli özelliği vardır. HES ilk yatırım maliyeti yönünden de termik ve nükleer santrallerle rekabet edecek konumdadır. İşletilmesi ekonomiktir ve çevrecidir. Şekil 4.3. Hidrolik enerji kullanım şekli gösterilmektedir. [40]



Şekil 4.3. Hidrolik Enerji Kullanımı [40]

[40] Berber, F. (2012). "Ekolojik Malzemenin Tasarımdaki Yeri ve Ekolojik Malzemeyle Mimari Konut Tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[61] Alaçakır, F. B. (2001). Ülkemizde Elektrik Üretimini Destekleyen Bir Çözüm: Güneş Pilleri. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, İzmir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan su gücünden enerji üretimini (hidroelektrik) ülkemizde de gerçekleştirilmektedir. Ancak büyük ölçekli hidrolik santrallerin sürdürülebilirliği de tartışılan bir konudur. Yapılan barajlarda oluşan baraj göllerinin doğal kaynakları olduğu kadar kültürel zenginliği de yok etme tehlikesinden de bahsedilebilmektedir. [40]

4.3.1.2.4. Hidrojen Enerjisi

Hafif ve temiz olan hidrojen, yenilenebilir ve zehirsizdir. Gaz, sıvı ve katı hallerde depolanıp, ısıtma ve ulaşımda kullanılabilir, termal, mekanik ve elektrik enerjisine dönüştürülebilir ve motorlarda yakıt olarak kullanılabilir. [30]

Hidrojen enerjisinin, geleceğin enerji türleri içinde önemli bir yere sahip olması beklenmektedir. Hidrojeni bu kadar cazip hale getiren iki önemli neden vardır:

1. Hidrojenin çok yüksek olan enerji değeri,
2. Dünyada çok miktarda bulunabilmesi. [30]

Genellikle bol miktarda bulunan sudan elektroliz yoluyla hidrojen ve oksijen elde edilebilmekte, kullanınca tekrar oksijenle birleşerek su haline dönüşmektedir. Bu çevrim sırasında çevreyi kirletme oranı yok denecek kadar azdır. [36]

4.3.1.2.5. Biyokütle ve Biyomas Enerjisi

Biyokütle 100 yıllık periyottan daha kısa sürede yenilenebilen, karada ve suda yetişen bitkiler, hayvan artıkları, besin endüstrisi ve orman ürünleri ile kentsel atıkları içeren tüm organik maddeler olarak tanımlanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynağı olan biyokütlenin toplam enerji eşdeğeri 65376 MTEP olup bu değer 1997 dünya enerji tüketiminin yaklaşık 8 katına eşittir. Günümüzde ise ancak % 7' si kullanılabilir. [62]

Biyokütle, doğrudan yakılarak ya da kirletici oluşturmayan yakıtlara dönüştürülerek yakılabilmektedir. Bunlar, fermantasyonla alkol gibi sıvılara, uygun bağlayıcılar kullanılıp briket şekli verilerek katılara ve anaerobik süreçler sonunda hidrojen ya da metan türü gazlara dönüştürülmeleriyle elde edilen biyokütle kökenli yakıtlar olarak sıralanabilir. [40]

[30] Bozdoğan, B. (2003). Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[36] Göksu, Ç. (1999). Güneş-Kent, Güneş Enerjili Yerleşim Modeli, Güneş Kitapları Dizisi, 2. b., Göksu Yayınları, Ankara. s.29-133.

[40] Berber, F. (2012). "Ekolojik Malzemenin Tasarımdaki Yeri ve Ekolojik Malzemeyle Mimari Konut Tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[62] M. Acaroğlu ve M.Ö. Ültanır, Türkiye'de Biyokütle (Biyomas) Enerji Potansiyeli ve Değerlendirilmesi İçin Öneriler. Türkiye 8. Enerji Kongresi, Ankara, 2000

Türkiye'de biyokütle enerjisinin birincil enerjiler içinde kullanımını 1989'da %15.2, 1994'de ise %12.4 oranında gerçekleştirmiştir. 2000'li yıllarda ise bu değerin %8.5 olarak gerçekleşmesi beklenmektedir. [63]

Biyokütle enerjisinin Türkiye' de gelişimi için öncelikli olarak enerji bitkileri ile ilgili hibrid tohum rizom üretimi, enerji mekanizasyonu ve yakma teknolojilerinin geliştirilmesi konularına çözüm getirilmelidir. Yüksek potansiyele sahip olan biyokütle enerjisi ekonomiktir ve çeşitli ekolojik avantajları mevcuttur. Şehirler için yok edilmesi büyük sorun olan çöplerden enerji kaynağı olarak yararlanmak imkânı mümkündür. Bu doğrultuda özellikle gelişmiş ülkelerde ve Avrupa Birliği' ne üye ülkelerde, çöpten elektrik enerjisi üreten termik santraller bulunmaktadır. [40]

Biomass enerjinin temelinde fotosentezden kazanılan enerji yer almaktadır. Genel anlamda kolay elde edilen bir enerji kaynağı olan biyokütle, enerji kaynaklarının sınırlı olduğu ve ekonomisi tarıma dayalı olan ülkelerde önem kazanmaktadır. Modern biyokütle kaynakları, enerji ormancılığı ürünleri, orman ve ağaç endüstrisi atıkları, bir yetiştirme sezonu sonunda ürün alınan enerji bitkileri tarımı, tarım kesimindeki bitkisel ve hayvansal atıklar, kentsel atıklar, tarıma dayalı endüstri atıklarıdır. Biomass enerji kaynakları klasik ve modern olmak üzere iki grupta sınıflandırılmaktadır. Klasik olanı yakacak odun ile bitki ve hayvan artıklarından oluşur. Modern biomass ise odun, tarımsal yan ürünler ve atıkların biomass tekniklerle değerlendirilmesi sonucu ortaya çıkan ısı, elektrik ve sentetik yakıt türü enerjidir. [40]

4.3.1.2.6. Biyogaz Enerjisi

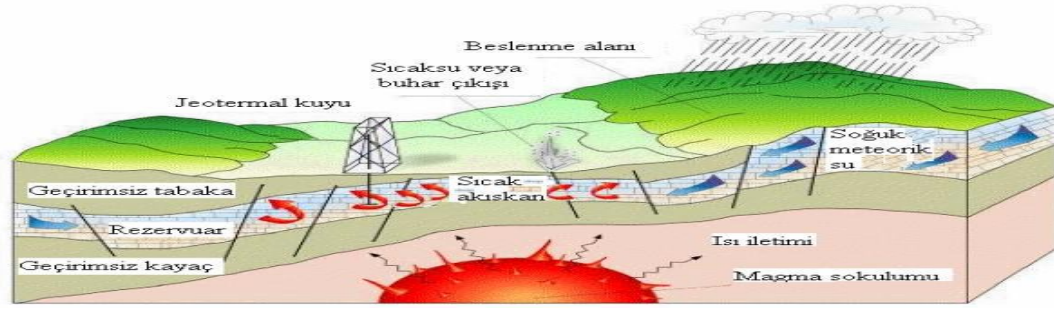
Hayvansal ve bitkisel atıkların çürütülmesiyle üretilen metan gazını depolayarak tehlikeli ve çevreye zararlı olabilecek bir gazın enerjiye dönüştürülmesiyle meydana gelmektedir. Metan gazı daha sonra yakılarak enerji elde edilmektedir. Greenpeace enerji raporunda, Türkiye'de 32 Twh'e kadar elektrik üretebilecek bir potansiyel bulunduğunu vurgulamaktadır. [40]

4.3.1.2.7. Jeotermal Enerjisi

Jeotermal enerji yer kabuğunun derinliklerinde olağan dışı birikmiş ısının oluşturduğu bir enerji türüdür. Bu ısı yeryüzüne doğal olarak, ya da sondajlarla sıcak su, sıcak su-buhar veya buhar şeklinde çıkmaktadır. Yeraltında magmada artan sıcaklıkla yeraltı suları özellikle deprem bölgelerinde doğal olarak ısınıp yeryüzüne çıkmaktadır. Şekil 4.4.'de jeotermal enerjinin üretim sistemi gösterilmiştir. [40]

[40] Berber, F. (2012). "Ekolojik Malzemenin Tasarımdaki Yeri ve Ekolojik Malzemeyle Mimari Konut Tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[63] M. Acaroğlu, H. Ögüt ve K. Çarman, Biyokütle Enerjisinin Yakıt Olarak Türkiye'ye Sağlayacağı Ekolojik ve Ekonomik Potansiyelin Belirlenmesi. Letkoşa 2001



Şekil 4.4. Jeotermal Üretim Sistemi [40]

Ülkemiz jeolojik konumu ve buna bağlı olarak gelişen özellikleri nedeniyle, jeotermal enerji açısından büyük öneme sahiptir. MTA'nın yaptığı çalışmalara göre Türkiye'de sıcaklıkları 100 0C'ye kadar ulaşan 600'den fazla termal kaynak tespit edilmiştir. Bu kaynaklar temel alınarak hesaplanan rezerv 2420 MW'dır. Yine MTA'nın hesaplamalarına göre ülkemizdeki olası potansiyel 31500 MW'dır. Türkiye jeotermal enerjinin doğrudan kullanımında 41 ülke arasında 7. sırada bulunmaktadır. Tüm bu olgular göz önüne alındığında, oldukça yüksek jeotermal potansiyele sahip olan Türkiye'nin bu enerjiyi yeterince kullanmadığı ve bu enerjinin kullanımına dayalı bir politikasının olmadığı görülmektedir. [40]

Türkiye'de jeotermal enerji kaynaklarından 20 megavat elektrik üretiliyor. Bu kaynaktan Türkiye'de 2010 yılında 500 megavat üretim yapılmış ve 2020 yılında 1000 megavat elektrik kapasitesi kurulması hedeflenmektedir. Aynı şekilde 2000'de 51 bin 600, 2010 yılında 500 bin konut ısıtılırken, 2020 yılında ise 1 milyon 250 bin konut ısıtılması hedeflenmektedir. [61]

Türkiye'de jeotermal enerjiden yeterli düzeyde yararlanamamanın nedenleri teknik, finans ve yönetim sorunlarına bağlanabilir. Türkiye'deki jeotermal enerjinin yeteri kadar hızlı gelişmemesinin en önemli nedenlerinden biri de, uzun yıllardan beri jeotermal enerjiye yatırım yapılmamasıdır. Düşük entalpili sahaların yerleşim alanlarının ısıtılmasında, seracılık ve bazı endüstriyel alanlarda kullanılmasını içeren proje ve uygulamalar, devletin belirgin bir jeotermal politikasından çok yerel yönetimlerin veya şahısların çabalarıyla gerçekleşmektedir. [40]

4.3.1.2.8. Deniz Enerjileri

Yeryüzüne ulaşan güneş enerjisi yeryüzünün $\frac{3}{4}$ 'ünü kaplayan sularla kaplı yüzeyler tarafından emilerek, ısıya dönüşmektedir. Isıl tabakalaşma ve buna bağlı olarak meydana gelen yoğunluk ve tuzluluk tabakalaşması, gel – git enerjisi ve dalga enerjisi deniz enerjileri olarak sınıflandırılabilir. [30]

[30] Bozdoğan, B. (2003). Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[40] Berber, F. (2012). "Ekolojik Malzemenin Tasarımdaki Yeri ve Ekolojik Malzemeyle Mimari Konut Tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[61] Alaçakır, F. B. (2001). Ülkemizde Elektrik Üretimini Destekleyen Bir Çözüm: Güneş Pilleri. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, İzmir.

Yenilenebilir enerji kaynakları, yenilenemez enerji kaynakları gibi sınırlı rezervlere sahip olmamaları ve çevreye negatif etkilerinin yok denecek kadar az olması nedeniyle, gelecekteki enerji kaynakları olma durumundadırlar. Yenilenemez enerji kaynaklarının kullanımına dayanan çevre sorunlarına bakıldığında, bu fikir daha da güçlenmektedir. [30]

Dünyamızda kullanılan enerjinin 1993 verilerine göre yaklaşık olarak %80'i doğal gaz, petrol, kömür ve nükleer yakıt çubukları gibi yenilenemeyen kaynaklardan elde edilmektedir. Dünyada kullanılan enerjinin yaklaşık olarak 2/3'ünü tüketen gelişmiş ülkelerde bu oran, yaklaşık %90'dır. Kullanılan enerjinin yaklaşık yarısının binalarda, diğer yarısının ise ulaşımda ve sanayide kullanıldığı bilinmektedir. [30]

Yenilenemeyen enerji kaynakları olan doğal gaz, petrol, kömür şeklindeki fosil ile uranyum ve toryum şeklindeki nükleer yakıtlar, çevreye zararlı etkileri ve rezervlerinin sınırlı olmasından dolayı geleceğin enerji kaynakları olarak kabul edilmemektedir. [30]

Bu enerji kaynaklarının yerini, doğada sürekli yenilenen formlarıyla bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarının almasına yönelik yapılacak yatırımlar, sürdürülebilir kalkınma yolunda yapılması gerekli bir adım olarak görülmektedir. [30]

4.4. Sürdürülebilirlik Mimarlık Kapsamında Atık Değerlendirme ve Geri Dönüşüm Sistemleri

4.4.1. Atık Su Geri Dönüşüm ve Sistemleri

İnsanlar asırlar önce suyun, gerek insan sağlığı gerekse çevresel şartlar üzerinde ki önemini çok çabuk öğrenmişlerdir. Yerleşimlerini su kenarlarına yapmışlar, çeşitli temizlik ihtiyaçları için sudan yararlanmışlardır. [51]

Atık sular ise insanların kullanımı sonucu meydana gelmiş su olarak tanımlanabilir. Bunlar “Evsel Atık Sular” ve fabrikalar ve sanayi kuruluşları tarafından su kullanımı sonucu meydana gelen “Endüstriyel Atık Sular” olarak tanımlanmaktadır. [51]

Kirlenme sular içindeki canlı yaşama zarar veren, kullanılmasına engel olan her türlü olumsuz etkilerin tümü olarak ifade edilebilir. Kirlilik su kaynağı ve büyük kütle sularının kirlenmesinde de yeterince etkilidir. Evsel atık sular, daha yavaş tesirli, miktar olarak çok, endüstriyel atıklar ise miktar olarak daha az, fakat etkileme yönünden daha tesirlidir. Kirlenme şekilleri şu şekilde sıralanabilir:

[30] Bozdoğan, B. (2003). Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[51] Bostan, H. T. (2012). Yüksek Yapılarda Ekolojik Mimari Ve Sürdürülebilirlik, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- a) Toplam katı (solid) madde miktarı: Atık su içindeki çözünmüş, askıda, çökebilen maddeler diye sınıflandırabilir. Bunun miktarı mg/lt olarak ifade edilir. Suyun içinde bulunan bu maddeler suyun görünüşünü bozar, güneş ışığından yararlanamama gibi sakıncalar yaratıp, suda olması gereken fotosentez olayını etkilemektedir.
- b) pH değeri: Bazı atık sular asidik veya alkalidir. Bu sular; boruların aşınması (korozyon), canlı mikro organizmaların yok olması gibi etkilere sebep olabilmektedir.
- c) Organik maddeler: Organik maddeler ile kirlenme patojenik mikroorganizmalar ile kirlenmeye eş değer kabul edilmiştir ve bu organik maddeler hem evsel hem de endüstriyel atık suların bünyesinde bol miktarda bulunmaktadır.
- d) Yağ: Suyun yüzeyinde film tabakası oluşturarak, suyun hava alış verişini engeller ve suda ki oksijen miktarının artmasına ciddi şekilde etki etmektedir.
- e) Renk ve Koku: Yalnızca estetik açıdan bir kirlenmedir. Ancak sudaki zehirli ya da zararlı maddelerin gösterim şeklidir denilebilir. [51]

4.4.2. Atık Su Arıtma Türleri

Atık suyun arıtılması 3 şekilde gerçekleştirilmektedir. Bunlar;

- a) Fiziksel Arıtma,
- b) Kimyasal Arıtma,
- c) Biyolojik Arıtma, şeklinde sıralanabilir. [51]

4.4.2.1. Fiziksel Arıtma (Birincil Arıtma)

Fiziksel arıtmanın amacı, atık suyun içinde bulunan yağ ve yüzeyde bulunan katı maddelerin arıtımını kapsamaktadır. Bunun için atık suyun filtreler yardımıyla süzülmesi gerekmektedir. Yağ arıtımı için yağ ayırıcılar kullanılırken, yüzeyden çökebilir maddeler için ön çökeltme havuzu sistemlerine başvurulmaktadır. Fiziksel arıtımda kullanılan ekipmanlarından bazıları ise; manuel ve otomatik elekler, öğütücü, kum tutucu, yağ ayırıcı, flotasyon olarak sıralanabilir. İşlem tamamlandığında kirleticilerin yüzde 30'u yok edilmiş olur. [51]

4.4.2.2. Biyolojik Arıtma (İkincil Arıtma)

Sanayileşme sonucu oluşan endüstriyel atık sular, fiziksel ve kimyasal arıtma işlemini tamamladıktan sonra deşarj parametrelerinin sağlanması için biyolojik arıtma işlemine tabii tutulur. Bazı endüstriyel atık sular ise fiziksel arıtma işleminden sonra direk olarak biyolojik arıtma işlemine tabii tutulur. Bu sistemde pıssu, atıklardaki organik maddeyi sindiren bakterilerle karıştırılır. İşlem tamamlandığında kirleticilerin yüzde 85 ila 90'ı yok edilmiş olur. [51]

[51] Bostan, H. T. (2012). Yüksek Yapılarda Ekolojik Mimari Ve Sürdürülebilirlik, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

4.4.2.3. Kimyasal Arıtma (Üçüncül Arıtma)

Gelişmiş atık su arıtma işlemi olarak da adlandırılan sistemde, atık sular karakterine göre kimyasal arıtmaya alınır. Kimyasal arıtma genellikle atık suların içinde bulunan askıdaki ve çözünmüş maddeler ile ağır metallerin ayrıştırılması için kullanılmaktadır. Kimyasal arıtmaya ihtiyaç duyulan atık sular için, arıtım sonucunda suyun berrak istenmesi hallerinde ve deşarj değerlerinin daha düşük olması için biyolojik arıtmayla birlikte uygulanmaktadır. İşlem tamamlandığında kirleticilerin yüzde 95'i yok edilmiş olunur. [51]

4.4.2.4. Atık Su Geri Dönüşümü ve Önemi

Atık suların değerlendirilmesi oldukça önem arz eden bir konudur. Bugün sürdürülebilir algının yükselmesiyle daha sık tartışılır ve önemi daha kavranır hale gelmeye başlamıştır. [51]

Günümüzde temiz su kaynaklarının gün geçtikçe kirlendiği ve zamanla su savaşlarının yaşanacağı senaryolarının üretildiği bugünlerde atık sular arıtılarak, binada ve çevresinde birçok farklı amaç için kullanılabilen bir gerçeği ortadadır. Bu sular, çatı bahçelerinin, çim ve yeşil alanların, ağaç ve bahçe bitkilerinin sulanmasında, temizlik amacıyla ve klozet suyu olarak değerlendirilebilirler. [51]

Bu bağlamda hem temiz suların kullanımını minimize ederek doğal dengeyi korumaya yardımcı oluruz hem de sürdürülebilir bir yaklaşım sergileyip ekonomiye katkı da bulunmanın yanında gelecek nesillere daha iyi şartlarda yaşama imkânları sağlamış oluruz. [51]

4.4.3. Yapı da Kullanılan Malzemeler Yönünden Geri Dönüşüm ve Atık Değerlendirmesi

Yeniden değerlendirme imkânı olan atıkların çeşitli fiziksel ve kimyasal işlemlerden geçirilerek ikincil hammadde 'ye dönüştürülerek tekrar üretim sürecine dâhil edilmesine dönüşüm denilmektedir. [51]

Tabi kaynakların sonsuz olmadığı, dikkatlice kullanılmadığı takdirde bir gün bu doğal kaynakların biteceği bilinen bir gerçektir. Bu durumun farkında olan gelişmiş ülkeler kaynak israfını önlemek ve olası ortaya çıkabilecek enerji krizlerinin önüne geçebilmek için geri dönüşüm sistemleri geliştirmekte ve bu konunun üzerinde yoğunlaşmaktadırlar. [51]

Demir, çelik, bakır, kurşun kâğıt, plastik, beton, cam gibi yapıda da kullanılan atıkların geri kazanımı hem ekonomik hem de küresel faydalar sağlamaktadır. Örneğin kullanılan kâğıdın geri dönüşümü sayesinde üretim safhasında oluşan hava kirliliği yüzde 74 ila 94 arasında, su kirliliği yüzde 35 oranında, su kullanımını yüzde 45 oranında azalacak ve bir ton atık kâğıt hamuruna katılmasıyla 8 ağacın kesilmesi önenebilecektir. [51]

[51] Bostan, H. T. (2012). Yüksek Yapılarda Ekolojik Mimari Ve Sürdürülebilirlik, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Öte yandan geri dönüşümün diğer bir özelliği atık miktarını azaltacağından çevre kirliliğinin önemli ölçüde önüne geçmesidir denilebilir. Bu da çevreci bir yaklaşım sergilemekle birlikte oldukça önem arz eden bir konudur.

Geri Dönüşümü dört başlık altında irdeleyebiliriz, bunlar;

- a) Kaynakların toplanması: Değerlendirilebilir nitelikli atıkların çöple karıştırılmadan ve kirlenmesine izin verilemeden ayrılarak toplanması,
- b) Sınıflama: Cam, metal, plastik, kâğıt bazında sınıflara ayrılması,
- c) Değerlendirme: Nitelik ve nicelik olarak sınıflandırma,
- d) Tekrar Kazandırma: Yeniden kullanıma sunulması olarak sıralanabilir. [51]

4.4.3.1. Geri Dönüşüm Metotları

- a. **Alüminyum geri dönüşümü:** Atık alüminyum küçük parçacıklar halinde doğranarak, büyük ocaklarda eritilir ve dökme alüminyum üretilir. Bu sayede atık alüminyum neredeyse saf alüminyum ile aynı hale gelmektedir. Alüminyumun geri kazanımı sonucu enerji tüketimi, hava ve su kirliliği gibi alanlarda önemli düşüşler meydana gelir ve baca gazı kirlenici emisyonları önemli derece de düşürülür.
- b. **Beton geri dönüşümü:** Beton parçalar, yıkım alanlarından toplanarak kırma makineleri yardımıyla ufak parçacıklara dönüştürülerek yeni işlerde çakıl olarak ya da içinde katkı maddesi yok ise yeni beton için kuru harç olarak kullanılabilirler.
- c. **Kâğıt atıkların geri dönüşümü:** Kâğıdın geri kazanılması çevresel etkiler açısından oldukça önemlidir. 1 ton kullanılmış kâğıt 34 kişinin oksijen ihtiyacını sağlayan 17 ağacın korunumuna, ayda 3 ailenin tükettiği 32 m³ su korunumuna dolayısıyla yaşam kalitesi ve çevreye doğrudan etki etmektedir.
- d. **Plastik atıkların geri dönüşümü:** plastik cinslerine göre ayrılarak kırıcılar yardımıyla daha ufak kütleler haline getirilir, daha sonra eritilerek ya orijinal hammadde katkısıyla doğrudan üretim işleminde ya da katkı maddesi katarak ikinci sınıf hammadde olarak değerlendirilebilir.
- e. **Cam atıkların geri dönüşümü:** Camın bileşimine giren 3 grup madde vardır. Bunlar cam haline gelebilen oksitler, eriticiler ve stabilizatörlerdir. Cam kırılarak katkı maddelerinden arındırılır ve eritilerek tekrar hammadde olarak kullanılır. Cam sonsuz bir döngü içinde kullanılabilir, dönüştürülebilir, yapısında bozulma olmamaktadır. [51]



Şekil 4.5. Geri Dönüşüm Simgesi [51]

[51] Bostan, H. T. (2012). Yüksek Yapılarda Ekolojik Mimari Ve Sürdürülebilirlik, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Günümüzde gerek ekonomik gerekse enerji yönünden kaynakların büyük kısmını kullanan ve tüketen yapılarda geri dönüşüm konusunda daha hassas davranılması gerekliliği aşikârdır. [51]

Binanın yapımından, işletilmesine ve yıkımına kadar geçen yaşam süresince atık değerlendirmesi ve geri dönüşüm sistemlerinin benimsenmesi, binanın işletim maliyetlerini düşürüp ekonomik yararlar sağladığı gibi çevreye atılan çöp miktarını azaltıp çevreci ve sürdürülebilir bir yaklaşım sergilenmiş olunur. Bu bağlamda yapı da kullanılan malzemelerin bu tip geri dönüştürülebilir elemanlar arasından seçimi oldukça önem arz eden bir konudur. [51]

5. YÜKSEK YAPILAR VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

5.1. Yenilenebilir Kaynaklar ve Önemi

17. yüzyıldan itibaren bilim ve teknolojinin gelişmesi ile doğa, artan nüfusun çeşitli ihtiyaçlarını karşılamak için kaynak olarak kullanılmıştır. 18. Yüzyılda sanayi devrimi ve hızla sanayileşme, gelişen toplum ve artan ihtiyaçlar ile birlikte çevre kirliliği ve beraberindeki sorunlar belirgin hale gelmiştir. Günümüzde doğal kaynakların sorumsuzca kullanılması ve giderek tükenmesi; doğal afetler, çevre kirliliği, global ısınma gibi olumsuz sonuçlara neden olmaktadır. 1970’li yıllardaki enerji krizi ile birlikte bilinçlenme dönemi başlamış ve ülkeler ortak hareketlerle çözüm arayışlarına girmişlerdir. [6]

1972 yılında Stockholm’deki 1. Dünya Çevre Konferansı’nda “sürdürülebilirlik” kavramı tartışılmaya başlanmıştır. Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’nun 1987’de “Ortak Geleceğimiz” başlığıyla yayınladığı Brutland Raporu’nda sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramları önem kazanmıştır. Bu raporda sürdürülebilirlik “bugünün gereksinmelerini, gelecek kuşakların kendi gereksinimlerini karşılama yetisinden yoksun bırakmadan karşılamak” olarak açıklanmıştır. [64]

1992 Rio Çevre ve Kalkınma Konferansı’nda, çevre kirliliğinin önlenmesi ve enerji kaynaklarının kullanımında devletlerin rolü açıklanmıştır. Bu konferans ile 172 ülke; kendi sınırları içindeki ekolojik dengenin sağlanması, kaynakların verimli kullanımı ve alternatif enerji kaynaklarına yönelimlerin artırılmasıyla ilgili olarak *Gündem 21* (Agenda 21), *Rio Deklarasyonu* (The Rio Declaration on Environment And Development) ve *Orman Prensipleri Raporu* (Ministerial Conference on The Protection Of Forests In Europe) anlaşmalarına imza atmışlardır. 1997 Kyoto’da yapılan konferansta sera gazı üretiminin azaltılması, enerjinin daha verimli kullanılması ve yeni kaynaklara yönelimlerin artması gibi konularda Kyoto Protokolü imzalanmıştır. 2002 yılında Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesinde

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[51] Bostan, H. T. (2012). Yüksek Yapılarda Ekolojik Mimari Ve Sürdürülebilirlik, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[64] Göksal, T. (2003). “Mimaride Sürdürülebilirlik-Teknoloji İlişkisi”, *Arredamento Mimarlık*, 01: s.76-80.

hükümetler; su, enerji, sağlık, tarım ve biyolojik çeşitlilik konularında alınacak önlemler ve yapılacaklar konusunda kararlar almışlardır. [6]

Yapılarda yaşam döngüsünün (life-cycle) her aşamasında enerji kullanılmaktadır. Worldwatch Enstitüsü verilerine göre yapılaşma faaliyetleri, her yıl küresel olarak kullanılan enerjinin %40'ını tüketmektedir. [65] Bu oran sürdürülebilirlik kavramı içinde sürdürülebilir mimarlığın önemini göstermektedir. Yapı sektöründe fosil yakıtlar yerine daha fazla temiz ve yenilenebilir enerji kullanmak; bu amaçla doğayla uyumlu, çevreye zarar vermeyen enerji etkin yapılar üretmek gereklidir (Çizelge 5.1.). [66]

Teknoloji	Parametre	Etki
Fotovoltaik	Toksinler	Değişken
	Görsel	Önemsiz
Rüzgar	Kuşlara etkisi	Önemsiz
	Gürültü	Önemsiz
	Görsel	Önemsiz
Su	Yer değiştirme	Değişken
	Tarımsal	Değişken
	Nehirlere etkisi	Değişken
Jeotermal	Sismik hareket	Önemsiz
	Koku	Önemsiz
	Kirlilik	Değişken
	Gürültü	Önemsiz

Çizelge 5.1. Yenilenebilir kaynak kullanımı ve yarattığı çevresel etkiler [66]

Çevreye olan etkileri ve tükenebilirlik açısından enerji kaynakları yenilenebilir (hidroelektrik, rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, biyokütle enerjisi, jeotermal enerji vb.) ve yenilenemeyen (petrol, nükleer enerji, kömür, doğal gaz) enerji kaynakları olarak ikiye ayrılır. [61] Yenilenebilir enerji teknolojileri, teknoloji etkinliği bakımından Çizelge 5.2.'de değerlendirilmiştir. [66]

Parametre	Fotovoltaik	Rüzgar	Su	Jeotermal
Fiyat	4	3	1	2
CO ₂ emisyonu	3	1	2	4
Kullanılabilirlik ve limit	4	2	1	3
Verim	4	2	1	3
Alan kullanımı	1	3	4	2
Su tüketimi	2	1	3	4
Sosyal etkiler	2	1	4	3
Toplam	20	13	16	21

Her teknoloji için 1-4 arasında derecelendirme yapılmıştır. 1 en iyi teknolojiyi ifade eder.

Çizelge 5.2. Farklı parametrelere göre sürdürülebilir teknolojilerin derecelendirilmesi [66]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

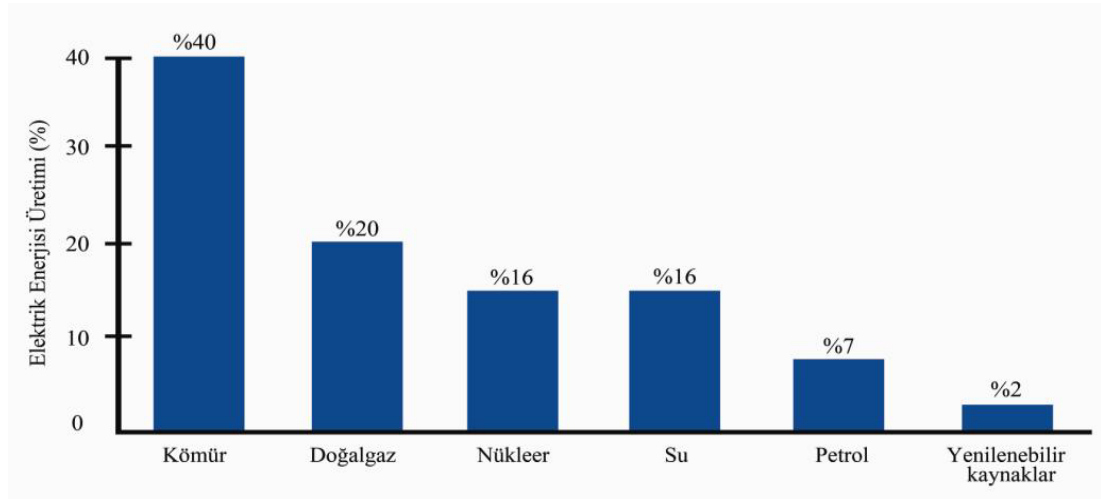
[61] Uyar, S. (2007). "Yenilenebilir Enerji", Yapı Dergisi-Yapıda Ekoloji Eki, s:6-9.

[65] Esin, T. (2006). "Yapılarda Pasif Tasarım Yöntemleriyle Yenilenebilir Enerji Kullanımı", İzolasyon Dergisi, İstanbul: s.61: 68-72.

[66] Evans, A., Strezov, V., & Evans, T. J. (2009). "Assesment of Sustainability Indicators for Renewable Energy Technologies", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13.5: s.1082-1088.

5.2 Yenilenebilir Kaynakların Dünyada Kullanımı

Yenilenebilir enerji, doğanın kendi evrimi içinde, bir sonraki gün aynen mevcut olabilen enerji kaynağıdır. [61] Bu kaynakların kullanımından elde edilen elektrik enerjisi maliyetleri de güneş pilleri hariç fosil yakıtlarla yarışabilir durumdadır (Çizelge 5.3.). 2005 yılı itibarı ile dünyadaki elektrik üretimi 17 450 TWh'dır. [66] Bu enerjinin sadece % 2'lik kısmı güneş, rüzgar gibi yenilenebilir kaynaklıdır (Çizelge 5.4.). Yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanımında ortaya çıkan CO2 emisyonları fosil yakıtlara oranla çok daha azdır (Çizelge 5.5.). [6]



Çizelge 5.3. 2005 yılı verilerine göre dünyada üretilen elektrik enerjisinin kaynak dağılımı [6]

	Enerji kaynağı	\$/kWh	gCO ₂ /kWh
Yenilenebilir Kaynaklar	Fotovoltaik	0.24 \$	90
	Rüzgar	0.07 \$	25
	Su	0.05 \$	41
	Jeotermal	0.07 \$	170
Fosil Yakıtlar	Kömür	0.042 \$	1004
	Gaz	0.048 \$	543

Çizelge 5.4. Enerji üretim teknolojilerinin ortalama fiyat ve CO2 emisyon miktarı [66]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[61] Uyar, S. (2007). "Yenilenebilir Enerji", Yapı Dergisi-Yapıda Ekoloji Eki, s:6-9.

[66] Evans, A., Strezov, V., & Evans, T. J. (2009). "Assesment of Sustainability Indicators for Renewable Energy Technologies", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13.5: s.1082-1088.

Elektrik üretimi verimi		
Yenilenebilir kaynaklar	Fotovoltaik	% 4-22
	Rüzgar	% 24-54
	Su	% 90
	Jeotermal	% 10-20
Fosil yakıtlar	Kömür	% 32-45
	Gaz	% 45-53

Çizelge 5.5. Elektrik enerjisi üretim teknolojilerinin üretim verimleri [66]

5.3. Yenilenebilir Kaynakların Yüksek Yapılarda Kullanımı ve Sürdürülebilir Enerji

Dünyada kullanılan enerjinin % 40'ının yapı sektörü tarafından kullanılması ve yüksek yapıların hem yükseklik, genişlik ve yoğunluk hem de kent içindeki konumu, tasarımı ve teknolojik yeniliklerden faydalanması açısından diğer yapı türlerinden fark edilir bir biçimde ayrılmaktadır. Yükseklikleri itibariyle taşıyıcı sistemleri, sirkülasyon çözümleri, servis sistemleri, aydınlatma, ısıtma, havalandırma ve soğutma sistemleri az katlı yapılara oranla çok daha fazla enerji kullanımını gerektirir. [67] Bu enerjinin % 94.4'ü kullanım sırasında HVAC (ısıtma/havalandırma/iklimlendirme) sistemleri için tüketilmektedir. [64] Bir yapının sürdürülebilirliğinden bahsetmek için, o yapıdaki sistem ve alt sistemlerin de sürdürülebilirliği sağlanmalıdır (Şekil 5.1.). [29]

Enerjinin etkin kullanımı için, yenilenebilir doğal kaynaklardan aktif ve pasif olarak faydalanmak, önemli bir adımdır. Yapının kullanım ömrü boyunca ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri için harcanan enerjinin, aktif yöntemlerle (güneş toplacıları, fotovoltaik sistemler, rüzgar türbinleri) üretilmesi ve kullanılması mümkündür. Bu sistemler yapı boyutlarının çok fazla olduğu yüksek yapılarda dezavantaj gibi görünse de, aslında güneşlenme durumu ve rüzgarın kat yüksekliğine göre gösterdiği değişkenlik açısından avantajlı olabilmektedir. [6]

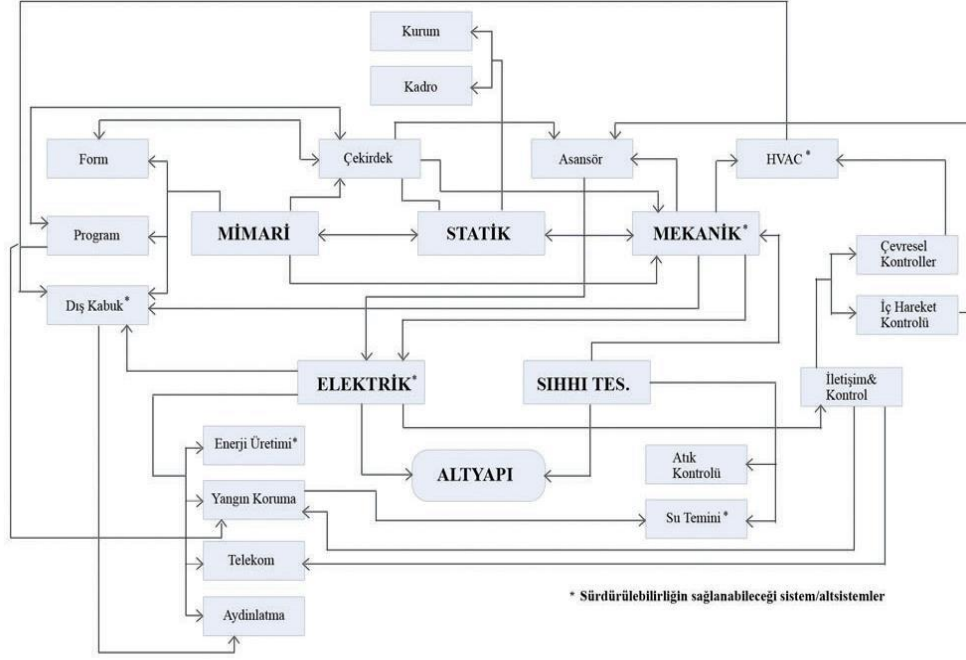
[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[29] Ali, M. M., & Armstrong, P. J. (1995). Architecture of Tall Buildings, Council on Tall Buildings and Urban Habitat Committee 30, McGraw-Hill, Inc., New York.

[64] Göksal, T. (2003). "Mimaride Sürdürülebilirlik-Teknoloji İlişkisi", Arredamento Mimarlık, 01: s.76-80.

[66] Evans, A., Strezov, V., & Evans, T. J. (2009). "Assesment of Sustainability Indicators for Renewable Energy Technologies", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13.5: s.1082-1088.

[67] Aslıtürk, N. E. (2006). "Çok Katlı Yapılarda Yenilenebilir Enerji Kullanımı", "City and Health/Kent ve Sağlık" Uluslararası Katılımlı Sempozyum, Bursa Uludağ Üniversitesi.



Şekil 5.1. Yapı üretiminde sürdürülebilirliğin sağlanabileceği sistem ve alt sistemler [29]

Pasif sistemler ise, malzeme ve iklim verilerine göre doğal kaynaklardan etkin bir şekilde faydalanıp, yapının kendisinin etkin olması olarak açıklanabilir. Genel olarak enerji etkin pasif sistem tasarım parametreleri;

- İklimle dengeli tasarım, güneş kontrol ve doğal havalandırma
- Binanın yeri ve diğer binalara göre konumu
- Bina formu ve bina kabuğu' dur. [68]

5.3.1. Güneş Enerjisi Ve Yüksek Binalarda Kullanımı

Güneş enerjisi; yapıların ısıtılması, soğutulması ve elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanmasında, aktif ve pasif sistemler olarak iki yöntemle kullanılmaktadır. Pasif sistemlerde, güneşin dünyaya geliş açısının, tasarım aşamasında mimariye yansıtılması, güneş ışınlarından etkin faydalanma ilkesiyle gerçekleşir. Güneşin kışın yatık, yazın daha dik olarak yeryüzüne ulaşması ve kuzey yarımkürede güney cephelerinin daha fazla günışığı alması gibi özelliklerin mimari tasarımda değerlendirilmesi ile yapılar, güneşten daha fazla yararlanmakta ve enerji harcamaları azaltılmaktadır. Pasif sistemlerde temel ilke, yapının tasarım özelliklerinden faydalanarak, güneşin yapıya girmesinin sağlanması ve mekanda soğurulan enerjinin ısı olarak dağıtılmasıdır (Şekil 5.2.). [30]

[29] Ali, M. M., & Armstrong, P. J. (1995). Architecture of Tall Buildings, Council on Tall Buildings and Urban Habitat Committee 30, McGraw-Hill, Inc., New York.

[30] Bozdoğan, B. (2003). Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

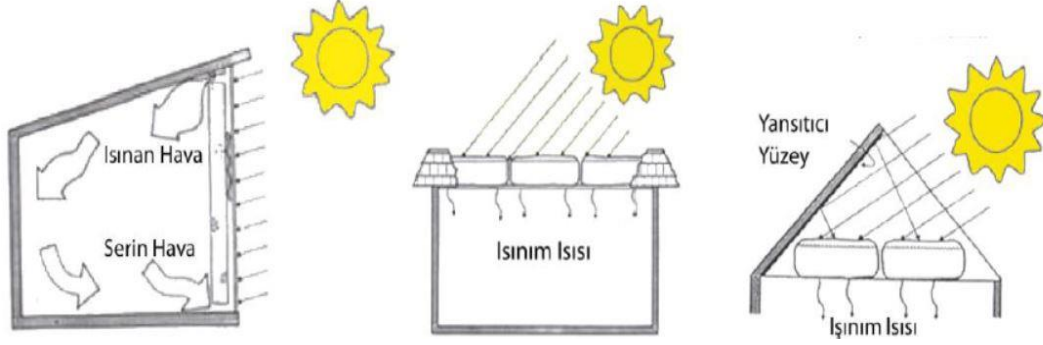
[68] Yılmaz, Z. (2006). "Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji", Tesisat Mühendisliği Dergisi, 91: s.7-15.

Pasif sistemlerdeki temel kavramlar şunlardır:

Güneş Isısının Toplanması: Yapıda açılan pencereler, atriumlar, güneş duvarları, trombe duvarları, kış bahçeleri, seralar sayesinde güneş enerjisinin mekana alınmasını sağlamaktır.

Depolama: Mekana alınan ısının bir kısmının kullanıldıktan sonra zemin ve duvarlarda daha sonra kullanılmak üzere depolanmasıdır.

Dağıtma: Depolanan ısının ışınım ve taşıma yoluyla bazen de fanlar yardımıyla mekânlara iletilmesidir. [69]



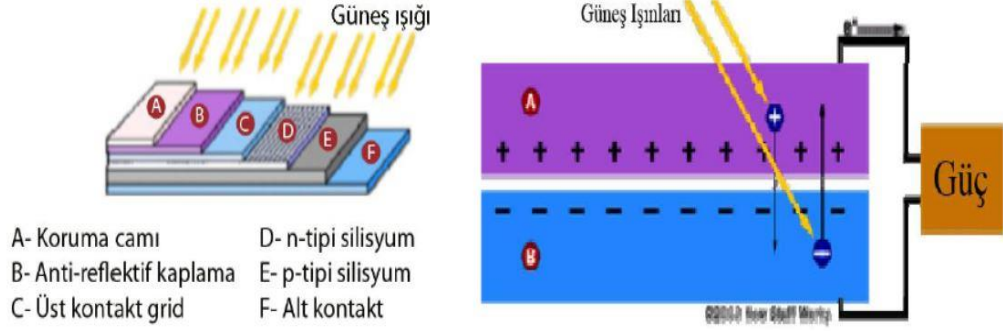
Şekil 5.2. Güneş enerjisinin pasif sistemlerle kullanımına ait şematik örnekler [30]

Aktif sistemler; yapılara güneş kolektörü ve fotovoltaik malzeme gibi teknolojik malzemelerin entegre edilmesiyle; güneş enerjisinin toplanması, depolanması ve dağıtılması ilkeleriyle yapılır. Bu toplama işlemi, güneş kolektörleri ve güneş pilleri (fotovoltaik piller) ile doğrudan ve dolaylı olarak iki şekilde yapılır. [6]

Güneş kolektörü, güneş enerjisini toplayan ve bir akışkana ısı olarak aktaran, çeşitli tür ve biçimlerdeki cihazlardır. Konumlandığı yerin enlemine bağlı olarak, güneşten maksimum yararlanacak şekilde, sabit bir açıyla yerleştirilir. Kolektör yardımıyla güneş enerjisi, ısı enerjisine dönüştürülür. Bu sistem ile genellikle sıcak su elde edilerek, kullanım suyu ya da radyatörler aracılığıyla yapının ısınması için kullanılır. Ulaşılan maksimum sıcaklık 70°C'dir. Güneş kolektörleri; yapıların çatıları, cepheleri, sistemin kurulması için gerekli alan olmadığı durumlarda da, yapı dışına sundurma biçiminde uygulanabilmektedir. Güneş pillerinde (fotovoltaik piller), yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren, genellikle anorganik, yarı iletken maddeler kullanılır. Fotovoltaik hücreler, biri (+), diğeri (-) yüklü iki katmandan oluşur; üzerine ışık tanecikleri (fotonlar) geldiğinde, güneş pilinin uç noktalarında güç çıkışı oluşturur (Şekil 5.3.). Bu teknoloji ile temiz ve yenilenebilir enerji elde etmek mümkündür. Yeni ve ekonomik yarı iletken malzemeler ile üretim tekniklerinin geliştirilmesi, maliyetlerin azaltılması ve yaygın kullanıma imkân verecektir. [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[69] Bekar, D. (2007). Ekolojik Mimarlıkta Aktif Enerji Sistemlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



Şekil 5.3. Güneş pilinin genel gösterimi [6]

5.3.1.1 Yapılarda Fotovoltaik Pil Kullanımı

PV modüller güneş, yağmur ve her türlü dış ortam şartlarında kullanılabilir. Yapılarda da kullanılan bu hücreler, güneşten maksimum faydalanabilen bina kabuğuna doğrudan entegre edilebilir; cam yüzeyler, hareketli parçalar üzerine yatayda veya dikeyde monte edilebilir (Şekil 5.4.-5.6.). Bu hareketli parçalar güneşten optimum faydalanabilmek için gün ışığına göre yön değiştirebilir. [6]

Güneşin yetersiz olduğu zamanlarda ya da özellikle gece süresince kullanılmak üzere genellikle sistemde akümülatör bulundurulur. Güneş pili modülleri, gün boyunca elektrik enerjisi üreterek bunu akümülatörde depolar ve gerekli olan enerji buradan sağlanır. Akünün aşırı şarj ve deşarj olarak zarar görmesini engellemek için, kullanılan denetim birimi, akünün durumuna göre, ya güneş pillerinden gelen akımı ya da yükün çektiği akımı keser. [6]

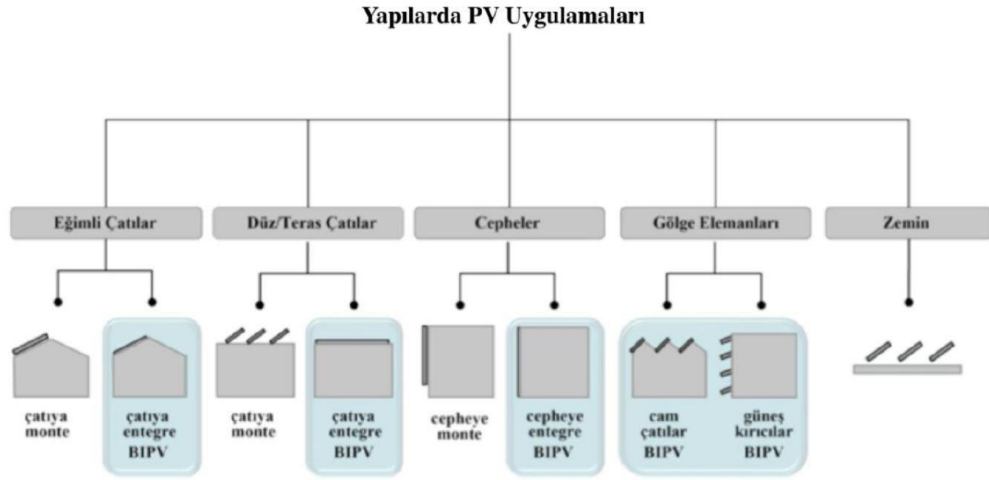


Şekil 5.4. Çatılarda PV uygulaması [6]



Şekil 5.5. Yapıların cephesinde kullanılan PV' ler [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



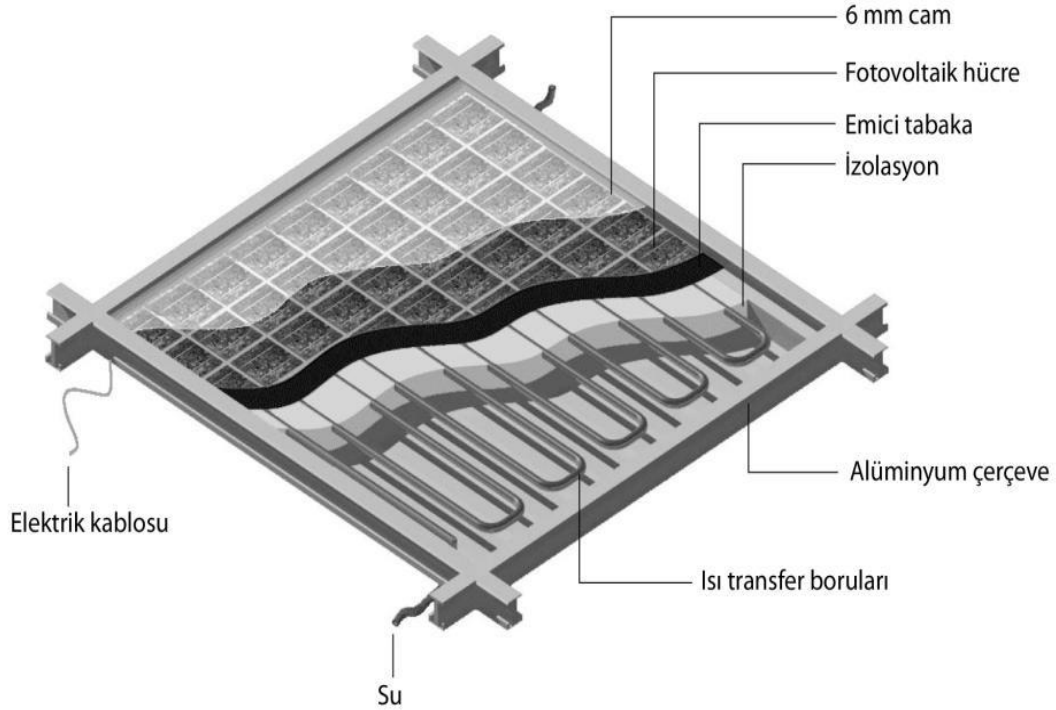
Şekil 5.6. PV'lerin yapılarda kullanım çeşitleri [6]

Yapılarda kullanılacak PV panel uygulamaları üç temel faktörün değerlendirilmesini içerir;

- **Bölgesel veriler:** Bölgenin enlemi, iklimsel verileri, ortalama sıcaklık değerleri, nem oranı, rüzgar yükleri ve sismik özellikleri, o bölgeye uygulanacak olan PV'lerin tasarımı ve maliyetini etkilemektedir. PV uygulanacak yapının etrafında güneşi engelleyen yapılar olması ya da dağ tepe gibi topoğrafik oluşumlar, güneşin panele ulaşmasını etkiler. Panel havalandırması, PV verimini etkilemektedir. Bu nedenle bölgesel rüzgar verileri tasarımda ele alınması gereken önemli bir iklimsel değişkendir. PV paneller, yapıların güney cephesine, bölgenin enlemine eşit açıyla yerleştirildiğinde en verimli sonuç alınmaktadır. [6]
- **Bina Tipi/Fonksiyonu:** PV paneller otel, ofis binası, okul, konut gibi her türlü yapı tipine uygulanabilmektedir. Yapı türüne göre gerekli olan enerji miktarı; PV panel miktarını, türünü ve yerleşimini etkileyeceği için önemlidir. Örneğin; sanayi yapılarının geniş çatı alanları PV panellerin buralara yerleşimi için uygundur. [6]
- **Tasarım ve Konstrüksiyon:** PV paneller, renk, şeffaflık, yapıya yerleşimi ve modüllerin geometrileri açısından kullanıldığı yapıların görselliğini etkilemektedir. Tek kristalli hücreler gri-siyah tonlarındaiken, çok kristalliler gri-mavi tonlarındadır. Yarı şeffaf olarak üretilen modüllerde, ışığın iç mekanlara iletilmesi için PV hücreler arasındaki boşluk artırılabilir. Amorf silikon hücreler, metal, cam ya da plastik filmlerle birlikte uygulanarak modüllerde farklılıklar oluşturabilmektedir. Bu panellerin renkleri genellikle koyu kahve renklindedir. Kullanılan malzemelerin ömrü, ısı hareketi, ısı farkları, kablo alanları gibi konular üzerinde durulması gereken hususlardır. Üzerine gelen güneş ışınları ile ısınma süresinin fazla olduğu durumlarda PV panellerin verimi düşer. Bu nedenle, ısıyı

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

uzaklaştıracak havalandırma sistemleri tasarlanmalıdır. Bu sistemler, panel ve taşıyıcısı arasında genellikle 100 mm boşluk bırakılarak ya da yapının kendi havalandırma sistemine dahil edilerek yapılır. Bazı paneller, su boruları içermekte ve panel üzerine düşen fazla ısıyı bu akışkanla merkezi sıcak su sistemine iletilebilmektedir (PV kolektör) (Şekil 5.7.). [6]



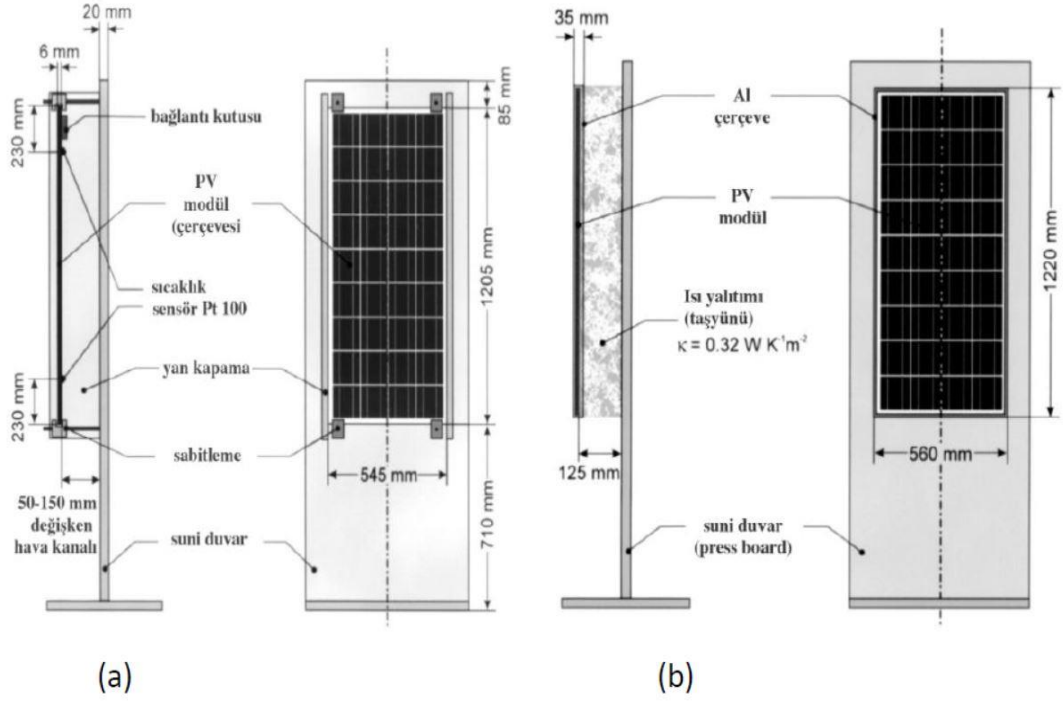
Şekil 5.7. Yapılarda kullanılan PV kolektör detayı [6]

Yapıda kullanılacak PV uygulama detayları, yapı ve panelden beklenen performans karşılanacak şekilde çözümlenmelidir. Çatı ve cephede kullanılabilen PV'ler mevcut taşıyıcıya monte edilebildiği gibi, kendi taşıyıcısına da monte edilmektedir. Cephede kullanılan paneller çerçevesiz ya da çerçevesiz uygulanabilmektedir. Suya maruz kalacak bölgelerde, su yalıtım önlemleri alınması gereklidir. [6]

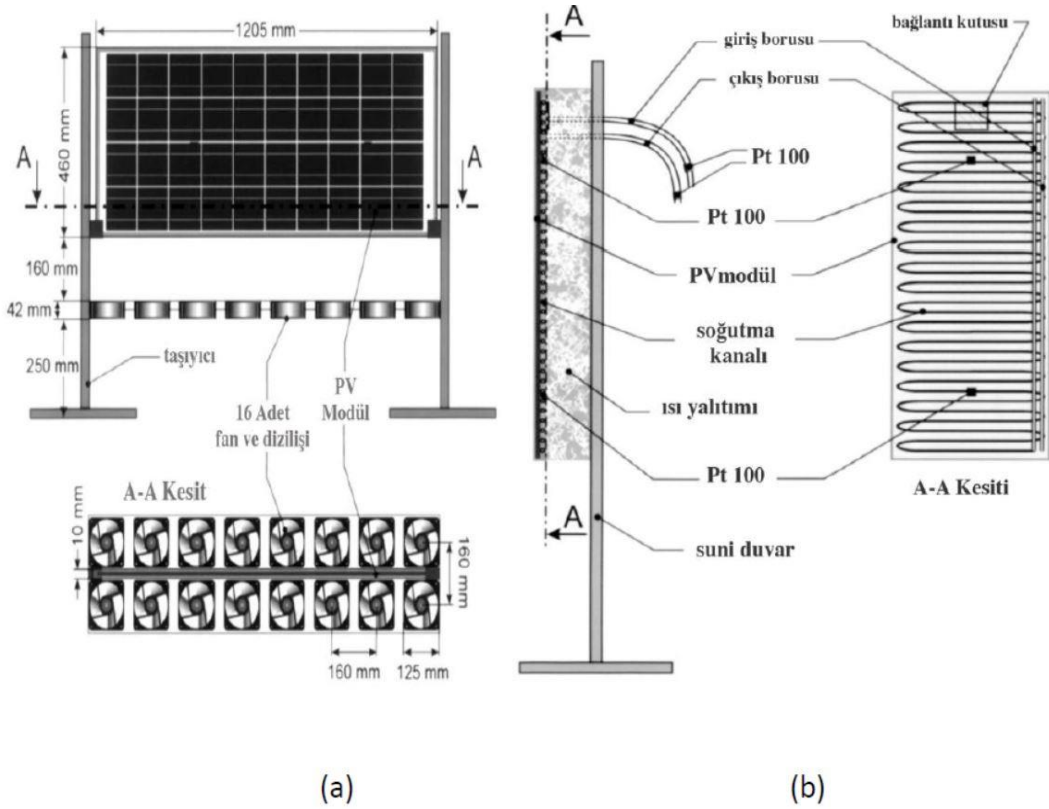
Yapılarda güneş panelleri, genellikle, ısı yalıtımı yapılmış cephelerin önüne perde gibi uygulanmaktadır. Yapılan bir araştırmada; ısı yalıtımı, pasif ya da aktif soğutma sisteminin kullanıldığı farklı tip PV modüllü cephelerin, sıcaklık-enerji üretme performansları karşılaştırılmıştır (Şekil 5.8. ve 5.9.). Bu amaçla,

- 2 m X 2 m boyutunda ve 20 mm kalınlığındaki sunta malzemeden bir test düzeneği 32X16 m boyutlarında ve 6 m yüksekliğinde beyaz renkli bir duvara kurulmuştur.
- Güneş simülatörü tungsten-halojen lambalardan oluşmaktadır, cephe açısına göre aydınlatma değeri de 700 W/m²'dir. [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



Şekil 5.8. a) Pasif havalandırılan PV (PVE) b) Isı yalıtımlı PV (TIPVE) cephe sistemi detayları [6]



Şekil 5.9. (a) Aktif havalandırılan PV (AVE) cephe sistemi, (b) Hibrid ısı yalıtımlı PV (HYTIPVE) cephe sistemi [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Perde sistem PV uygulamalarında kullanılan aktif havalandırmanın (hava akımının 2 m/sn olduğu durumda) hücrelerin çalışma sıcaklığını düşürerek elde edilen enerji miktarını % 8 arttırdığı gözlemlenmiştir. Havalandırma kullanılmayan ısı yalıtımlı (*TIPVE, Thermal Insulating PV Facade*) PV uygulamalarında hücre sıcaklığı artmakta bu da enerji kazancında % 9.3 oranında kayba neden olmaktadır. Hibrid PV (*HYTIPVE, Hybrid Thermal Insulating PV Facade*) uygulamalarında su kaynaklı soğutma/ısıtma sistemiyle beraber kullanıldığında azalan hücre çalışma sıcaklığı % 9'luk bir enerji kazancı sağlamaktadır. [6]

PV teknolojisinin avantajları;

- Kullanılacak enerji kaynağı sonsuz ve ücretsizdir.
- Sistemi yıpratıcı veya sistemin bozulmasına neden olabilecek hareket eden parçalar yoktur.
- Sistemi çalışır halde tutmak için kolay yapılabilir bakım gereklidir.
- Sistem modülerdir ve her yere kolayca monte edilebilir.
- Çalışırken gürültü, zararlı emisyonlar ve zararlı gazlar atılmaz.

PV teknolojisinin dezavantajları;

- Enerji kaynağı dağınık durumda ve sabit değildir.
- Ekonomik enerji depolama sistemleri yoktur.
- Kurulum maliyeti yüksektir.
- Fosil yakıtlara göre enerji birim maliyeti yüksektir [6]

5.3.1.2. PV Panellerin Verimliliği

PV panellerin etkinliğine etki eden belli başlı faktörler şunlardır:

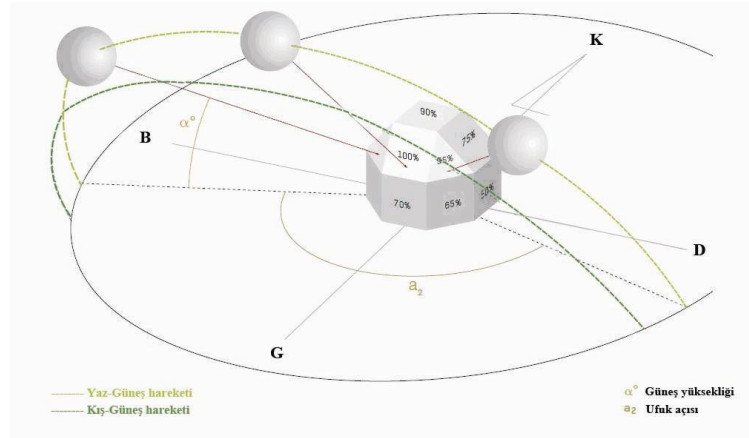
- PV panellerin yapı kabuğunda kullanılması için, tasarımı etkileyen en önemli faktör, güneş ışınlarının paneller üzerine düşüş açısıdır. [70] Kuzey yarım kürede güneş, kış aylarında yeryüzüne daha yakın ve daha eğiktir (Şekil 5.10.). Bu nedenle düşey kabuk, kış günlerinde güneş ışınımından daha fazla kazanç sağlamaktadır. PV panellerden en iyi verimin alınabilmesi için panel güneş ışınımından en fazla yararlanabileceği açı ile yönlendirilmelidir. [6]
- PV panellerin her 10oC sıcaklık artışında verimi % 1 düşmektedir (Çelebi, 2002). Buna önlem olarak paneller havalandırmaya imkân sağlayacak biçimde tasarlanmalıdır. [6]
- Güneş pillerinin üzerine gelen ışınların bir kısmı yarı iletken içine girmeden yüzey tarafından yansıtılır. Yansıma miktarı ile ters orantılı olan verimlilik, pilin yapıldığı malzemeye göre değişkenlik gösterir. Yansımanın azaltılması

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[70] Rezaie, B. (2009). Analysis of Alternative Energy Options for Buildings, Phd. Thesis, The Faculty Of Engineering and Applied Science Mechanical Engineering Program, University of Ontario Institute of Technology, Canada.

için yüzeyleri desenli güneş pili oluşturmak ya da silisyum tabakalarının yüzeylerinde birbirlerine yansıtıp pilin içine girmesine imkan sağlayan küçük piramitler oluşturmak gibi özel yöntemler kullanılmaktadır. (Çizelge 5.6. ve 5.7.). [6]

- Yüzey kirliliği sonucu PV panellerin performansı % 3.5 oranına kadar düşebilmektedir. [71] Güneş ışınımının gelişini önleyen toz ve pisliklerin birikmesi, rutubetli bölgelerde yansıma önleyici kaplamanın çürümesi, morötesi ışınlar, meteorolojik etkiler nedeniyle kaplama malzemesinin kararması, yarı iletken tabakanın oksitlenmesi gibi çevresel etkiler önlenmeli, panel, yüzey temizliğine olanak verecek şekilde yerleştirilmelidir. [6]



Şekil 5.10. Fotovoltaik panellerin verimleri güneş ışınlarının açısı, geldiği doğrultu ve gölge durumuyla ilgilidir [6]

Fotovoltaik hücrenin cinsi	Alan (cm ²)	Verimlilik %	Test Merkezi ve Tarih
CdTe (polikristal ince film)	1.00 (A)	16.0 (±2)	JQA (1997)
GaAs (çok kristalli)	4.001 (TA)	18.2 (±5)	NREL (1995)
Si (çok kristalli)	1.09 (A)	19.8 (±5)	Sandia (1998)
InP (kristal)	4.02 (TA)	21.9 (±5)	NREL (1990)
GaAs (ince film)	4.00 (A)	23.3	NREL (1990)
Si (tek kristalli)	4.0 (SA)	24.4 (±5)	Sandia (1998)
GaAs (kristal)	3.91 (TA)	25.1 (±8)	NREL (1997)






(A): aktif alan, (TA) : toplam alan, (SA): seçilmiş aydınlanma alanı
JQA: Japan Quality Assurance, NREL: National Renewable Laboratory.

Çizelge 5.6. Güneş pillerinin malzemelerine göre verimlilikleri [72]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[71] Çelebi, G. (2002). "Bina Düşey Kabuğunda Fotovoltaik Panellerin Kullanım İlkeleri", Gazi Üniversitesi, Müh. Mim. Fak. Dergisi, 17 (3), Ankara: s.17-33.

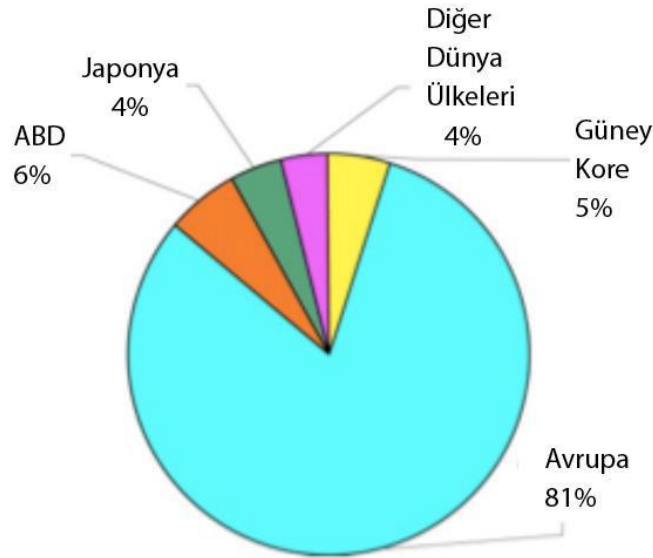
[72] Özdoğan, H. P. (2005). Ekolojik Binalarda Bina Kabuğunda Kullanılan Fotovoltaik Panellerin Tasarım Bağlamında İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

PV Tipleri					
	İnce film tabakalı %10-20 opak	Polikristal (Çok kristalli)	Monokristal (Tek kristalli) Yarı transparan	Monokristal (Tek kristalli)	Monokristal (Tek kristalli) Yüksek verimli
Boyut (birim)	576x976	156x156 125x125	125x125	156x156 125x125	125x125
Verim	%4	%16	%17	%18	%22
W/m ²	50	120	105	130	155
W/hücre	27	1.46-3.85	1.90-2.20	1.46-3.85	2.90-3.11

Çizelge 5.7. PV tipleri ve verimlilikleri [72]

5.3.1.3. Dünyada ve Türkiye’de PV Teknolojisinin Durumu

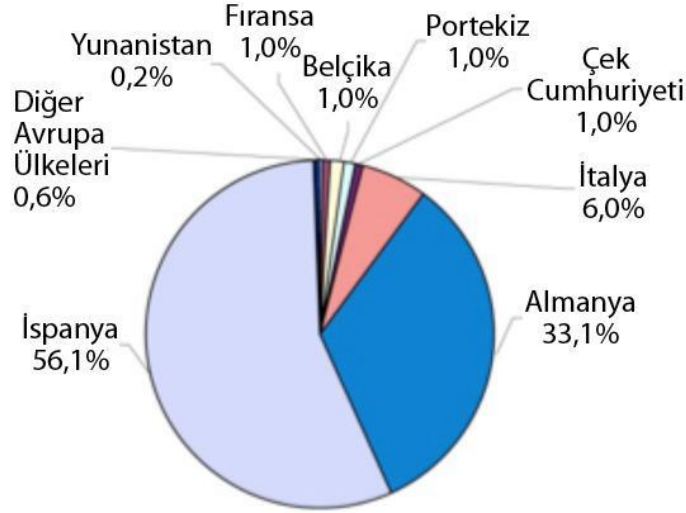
Dünya genelinde PV kullanımı çeşitli teşviklerle artmakta ve gelişmeye devam etmektedir. Geçtiğimiz son beş yılda dünya genelinde PV üretimi yıllık bazda %30 artmıştır. 2007 yılı dünya fotovoltaik güç kullanımı 2 826 MW’a ulaşmıştır. Dünya genelinde Avrupa, %81 oranı ile güneş pili kullanımında birinci durumdadır. Avrupa’yı % 6 ile ABD, % 5 ile Güney Kore izlemektedir (Şekil 5.11. ve 5.12.) [6]



Şekil 5.11. Güneş pili kullanımının ülkelere göre dağılımı [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[72] Özdoğan, H. P. (2005). Ekolojik Binalarda Bina Kabuğunda Kullanılan Fotovoltaik Panellerin Tasarım Bağlamında İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



Şekil 5.12. Güneş pili kullanımının Avrupa ülkeleri bazında durumu [6]

Türkiye’de enerji üretimi ise daha çok fosil kaynaklardan sağlanmaktadır, yenilenebilir kaynak kullanımı oldukça azdır. 2007 yılında yürürlüğe giren 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ile yenilenebilir kaynak kullanımı ve araştırılmasına hız verilmiştir. [6]

EIE (Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü) tarafından yapılan araştırmaya göre; Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7.2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kWh/m²/yıl, 3.6 kWh/m²/gün) düzeyindedir. (Çizelge 5.8.). Güneş enerjisi potansiyeli 380 Milyar kWh/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu potansiyel, toplam 56 000 MW kurulu güce sahip doğal gaz çevrim santrali elektrik enerjisi üretimine eşdeğerdir. Türkiye için kış dönemi panel eğimi 60 C olarak benimsenmiştir. [6]

Bölge	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m ² -yıl)	Güneşlenme Süresi (Saat/yıl)
G.Doğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971

Çizelge 5.8. Türkiye’de yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

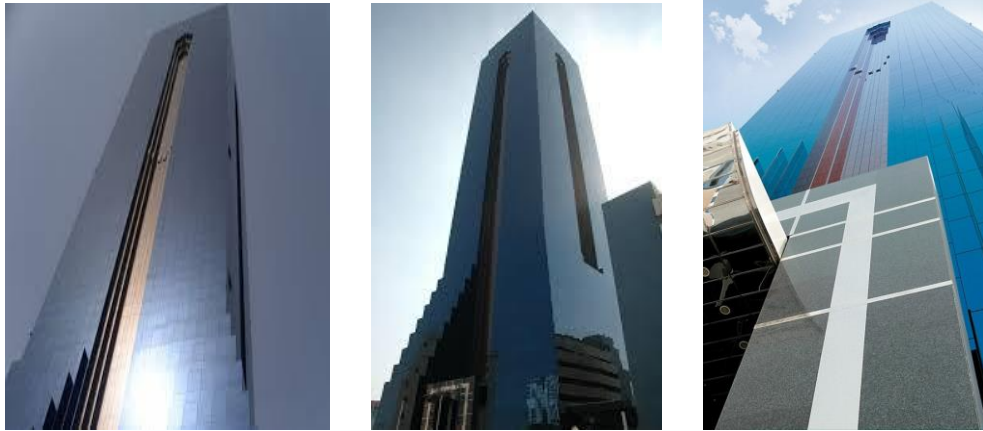
Türkiye’de güneş pilleri, orman gözetleme kuleleri ve su pompalama sistemlerinde, haberleşme istasyonlarında, deniz fenerlerinde, trafik ikaz ışıkları ve yol aydınlatmasında; ayrıca Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü ve bazı üniversitelerde (Muğla Üniversitesi, Ege Üniversitesi gibi) elektrik enerjisinin sınırlı temini veya araştırma amaçlı olarak kullanılmaktadır. Elektrik güç üretme kapasiteleri 1 MW/yıl civarındadır. [6]

5.3.1.4 Almoayyed Tower Örneği

PV’lerin etkin kullanımı üzerine yapılmış bir çalışmada Bahrain-Manama’da yer alan Almoayyed Tower da kullanılmıştır. (Resim 5.1.)

- Yapı yüksekliği: 172 m
- Kat sayısı: 42
- Tamamlandığı yıl: 2004
- Toplam alan: 48 400 m² [73]

Bahreyn elektrik tüketiminin %5’lik kısmını kullanan binanın, cephe ve çatısına PV panel yerleştirilmesi ile, kendi enerjisini üretebilen bir bina olarak yenilenebileceği düşünülmüştür. Bu amaçla, öncelikle, paneller çeşitli açılarla yerleştirilerek elde edilebilecek enerji miktarları ortaya konmuştur. Sonuçta elde edilen değerler Kuzey yarımkürede aynı enlemde olan tüm binalar için temel verileri oluşturmuştur. [73]



(a)

(b)

(c)

Resim 5.1. Almoayyed Tower, Bahrain-Manama,2004 [6]

Tasarım verileri ve kabulleri:

- Günlük gereken güç 2 MW (ya da 48 MWh’lık enerji*) ‘dır. [73]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[73] Alnaser, N., & Flanagan, R. (2008). “Potential Of Making-Over To Sustainable Buildings In The Kingdom Of Bahrain”, Energy And Buildings 40 (2008): s.1304-1323.

- Her bir cephede PV yerleştirilecek alan 5000 m²'dir. Doğu, güney, batı cephelerine ve çatıya (900 m²) yerleştirilecek toplam PV panel alanı~16.000 m² olacaktır. [73]
- Her bir panel 1.43 m x 0.99 m boyutlarında olup 54 PV hücreden oluşmaktadır; panel ağırlığı 18.5 kg olarak kabul edilmiştir. PV hücre verimi %20 ve enerjinin depolandığı pillerin kapasitesi 200 Ah**'dir. [73]
- Bahreyn'deki ortalama gün ışığı süresi 10 saat, bölgeye düşen günlük ısı miktarı 400 W/m²'dir. [73]
- Her biri 6 V ve 1368 Ah kapasiteli 5848 adet pil*** kullanılmalıdır. Toplam maliyeti ~500 000 £, işçilik ve aksesuar maliyetleri ise 1.5 milyon £'dur. [73]
- Her biri 1.43 m x 0.99 m boyutunda 42254 modül yerleştirilmelidir (Toplam ağırlık: 782 t) Ulaşım dahil modül maliyeti 200 £, toplam maliyet ise 8.5 milyon £ 'dur. [73]

Verimlilik testleri:

- Bahreyn'de gün içinde en yüksek ve en düşük ışık şiddeti 980 W/m² ve 150 W/m² olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada PV paneller, cephe yüzeylerine ~ 0, 10, 20 ve 30° açılarla yerleştirilmiş ve güney cephesine de 16, 26, 36° yerleştirilerek PV verimliliği belirlenmiştir. [73]
- Çatıya entegre olan PV paneller 0, 10, 20, 30° eğimle yerleştirilerek ölçümler yapılmış ve 16° (yaz mevsimi için kabul), 36° (kış mevsimi için kabul) ve 26° (yıl geneli) ile ölçülmüştür. En verimli sonuç, güneye doğru 26° ile yönlendirildiği konumda elde edilmiştir (279.2 kWh/m²). [73]
- Yapının güney cephesi, Bahreyn enlemine (26°K) eşdeğer açıyla güneye yönlendirildiğinde yıllık 279.2 kW/m² kazanç sağlarken, 0° ile yerleştirilen PV panellerin 262.5 kW/m² kazanç sağladığı görülmüştür. Güney cephesinde, yazın 16° açı ile yerleştirilen panellerden en yüksek verim elde edilmiştir (277.8 kW/m²). Kış şartlarında ise 36° açıyla yerleştirilen paneller (275 kW/m²) en etkin sonuç vermiştir. [73]

* Gerekli enerji miktarı Wh= n (panel sayısı) x I (gün ışığı yoğunluğu) x n (PV modüllerin verimliliği) x A (panel/modül alanı) x N (güneşlenme saati)

** Akünün kapasitesi olup, şarj işlemiyle kazandığı ve deşarj işleminde verebildiği enerjiye denir. Birimi Amper Saat'tir. Kısaca 'Ah' ile gösterilir.

*** Gerekli olan pil miktarı= *Gerekli enerji miktarı (Wh) / pillerin kapasitesi (Ah)+ x pil voltajı (V)

[73] Alnaser, N., & Flanagan, R. (2008). "Potential Of Making-Over To Sustainable Buildings In The Kingdom Of Bahrain", Energy And Buildings 40 (2008): s.1304-1323.

Sonuç:

<i>Yapı yüzeyi</i>	<i>Elde edilen yıllık elektrik enerjisi(kWh)</i>
Batı Cephesi	876 500* (175.3 kWh/m ² yıllık enerji miktarı x 5000)
Güney Cephesi	819 500
Doğu Cephesi	624 500
Kuzey Cephesi	445 00
Çatı Yüzeyi	252 000
Toplam	3 017 500

$$* =175.3 \text{ kWh/m}^2 \times 5000 \text{ m}^2$$

Çizelge 5.9. Almoayyed Tower, Bahrain-Manama,2004, Elde Edilen Yıllık Elektrik Enerjisi (kWh)
[6]

Bu binanın toplam yüzeylerinden elde edilen yıllık enerji miktarı 3 017 500 kWh olarak ölçülmüştür. Bu miktar 171 evin ihtiyacı olan elektrik enerjisine denk gelmektedir. (Avrupa standartlarına göre bir evin günlük elektrik gücü ihtiyacı 1.2 Kw.) [73]

5.3.1.5. Manchester CIS Tower Örneği

PV'lerin etkin kullanımı üzerine yapılmış bir çalışmada Manchester'da yer alan CIS Tower da kullanılmıştır. (Resim 5.2.)

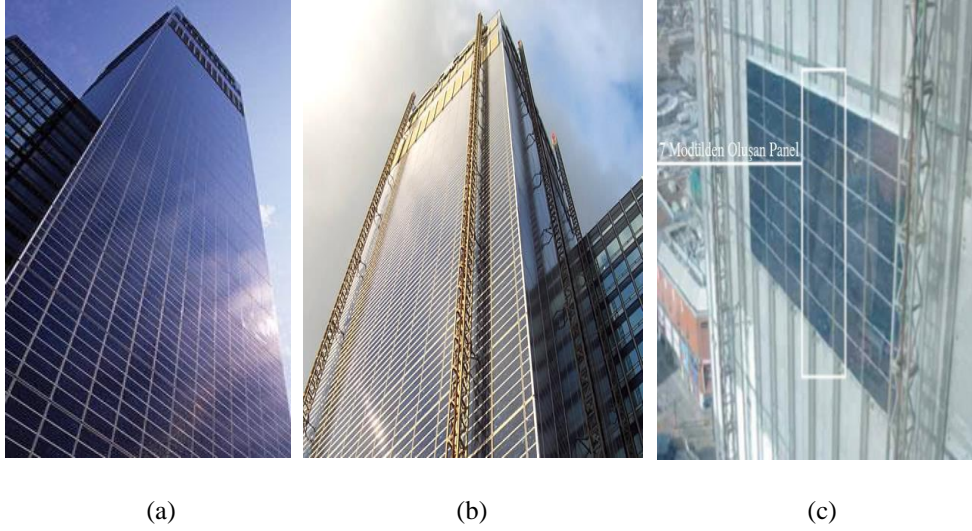
- Kat sayısı: 25
- Yapı Yüksekliği: 118 m
- Tarih: 1962
- Yenilenme tarihi:2006 [6]

1962 yılında yapılan binanın cephesindeki mozaikler zamanla yıpranıp düşmeye başlayınca 40. yılında yapının üç cephesi PV paneller kullanılarak yenilenmiştir. [6]

Cepheye yerleştirilen her bir panel, 7 modülden oluşmaktadır. Yapıya 4898 adet 80 W gücünde 0.64 m²'lik modüller ile, 870 adet 0.537 m x 1.2 m'lik tam, 109 adet 0.537 m x 0.82 m'lik orta boy ve 1367 adet 0.537 m x 0.82 m'lik köşe modülleri yerleştirilmiştir. Toplam 7244 adet 80W'lık PV panel, 183 015 kWh enerji üretebilmektedir. [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[73] Alnaser, N., & Flanagan, R. (2008). "Potential Of Making-Over To Sustainable Buildings In The Kingdom Of Bahrain", Energy And Buildings 40 (2008): s.1304-1323.



Resim 5.2. CIS Tower, Bahrain-Manchester,1962 [6]

Yapının cephesine yerleştirilen PV paneller, bina enerjisinin 390 kW'lık kısmını üretmektedir. Yapının çatısında 3 m yüksekliğinde ve herbiri 1 kW enerji üreten 19 adet rüzgar türbini yerleştirilmiştir. Bu türbinler yılda, yapı ihtiyacının % 3'lük kısmına denk gelen 44.000 kWh enerji sağlamaktadır. Rüzgar türbinleri ve PV paneller ile binanın ihtiyacı olan enerjinin %10'u karşılanmaktadır. CO2 emisyonu açısından koruduğu miktar, 141 ağacın absorbe ettiği CO2 miktarına denktir. [6]

5.3.1.6. Korean Tower Örneği

PV'lerin etkin kullanımı üzerine yapılmış bir çalışmada Güney Kore, Seul 'de yer alan Korean Tower da kullanılmıştır. (Resim 5.3.) [6]

- Bitiş Tarihi: 2013
- Yapı Yüksekliği: 240 m üzeri [6]

2013 yılında tamamlanması öngörülen yapı Güney Kore'nin en yüksek binası olacaktır. Yapı kabuğu sayesinde ısıtma ve soğutma yükleri azaltılırken, PV panellerin kullanımıyla enerji üretmesi de sağlanacaktır. Yapının cephesinde 30° açı ile, güneşe doğru yönlendirilmiş spandrel alanlar PV'lerden oluşmaktadır. Vizyon kısımlar da iç mekânlara gelen ışık ve ısıyı yönlendirebilmek için, zemine doğru 15° açıyla yerleştirilmiştir. (Resim 5.4.) [6]

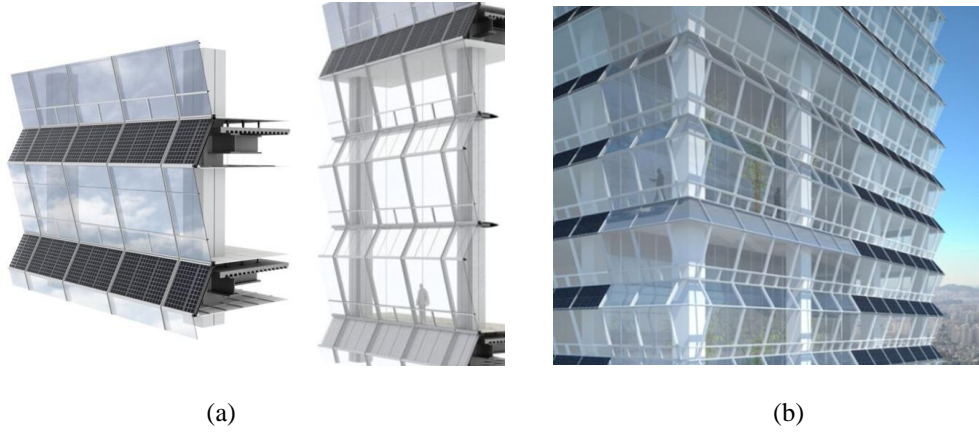
[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



(a)

(b)

Resim 5.3. Korean Tower, Seoul, 2013 [6]



(a)

(b)

Resim 5.4. Korean Tower, Seoul, 2013 PV Panel Kullanımı [6]

5.3.2. Jeotermal Enerji Ve Isı Pompalarının Yüksek Binalarda Kullanımı

Jeotermal enerji, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklıkları sürekli olarak bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına göre fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su, buhar ve gaz olarak tanımlanabilir. Genellikle tektonik levha sınırları diye bilinen ve depremlerin sık ve şiddetli olmasıyla ya da volkanik faaliyetlerin gerçekleştiği bölümler olarak da tanımlanan bölgelerde, yer kabuğunda kırıklar olduğundan bu bölgeler genellikle jeotermal enerji açısından zengin bölgelerdir. [6]

Jeotermal enerji teknolojileri, dünyanın iç ısıyla ilgili bir enerji teknolojisidir. Jeotermal enerjinin temeli de ısının yapısal olarak sıcak bölgeden soğuk bölgelere doğru hareket etmesi ilkesine bağlıdır. [74]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[74] Shibaki, M. (2003). "Geothermal Energy for Electric Power", A REPP Issue Brief, Renewable Energy Policy Project, Washington.

Jeotermal araştırmaların amacı;

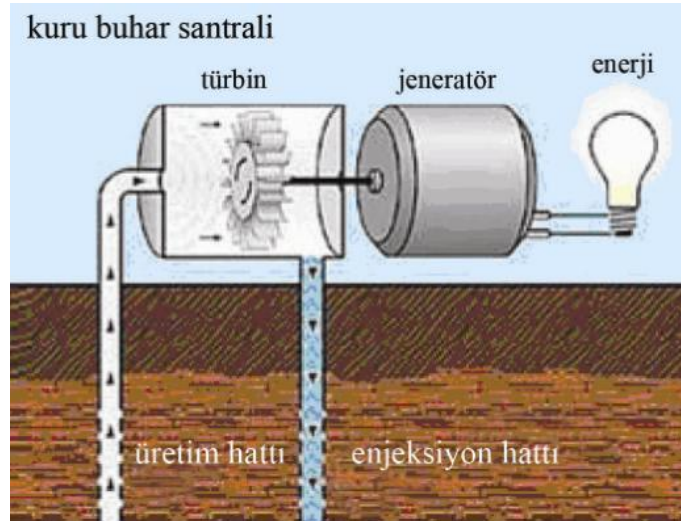
- Jeotermal olayını ortaya çıkarmak
- Yararlanılabilir jeotermal sahasının bulunduğunu belirlemek
- Kaynağın alanını tahmin etmek
- Jeotermal sahanın tipini belirlemek
- Üretim zonlarının yerlerini öğrenmek
- Jeotermal saha içerisinde üretim kuyularından çıkan suyun ısı içeriğini belirlemek
- Gelecekte yapılacak gözlem sonuçlarındaki değişimleri belirlemeye yönelik temel verileri derlemek
- Çevresel hassas parametrelerin ilk ölçüm sonuçlarını elde etmek
- Saha gelişimi sırasında herhangi bir probleme sebep olabilecek karakteristik bilgileri elde etmek [74]

5.3.2.1. Jeotermal Enerji Teknolojileri

Jeotermal enerji, sıcaklığa ve jeotermal kaynağın basıncına bağlı olarak değişen üç ana teknoloji yöntemiyle kullanılmaktadır. [74]

5.3.2.1.1. Kuru Buhar Santralleri

Türbini döndürmek için jeotermal kuyudan üretilen kuru buhar kullanılır (Şekil 5.13.). Genellikle jeotermal rezervden az miktarda su ve buhar (>235 °C) ile çalışır. Bu teknoloji jeotermal enerji teknolojileri arasında en eski olanıdır. İlk kez Lardarello tarafından 1904 yılında İtalya’ da kullanılmıştır. [74] Bu sistemde buhar, bir boru yardımıyla doğrudan türbine bağlanarak elektrik enerjisi üretir.



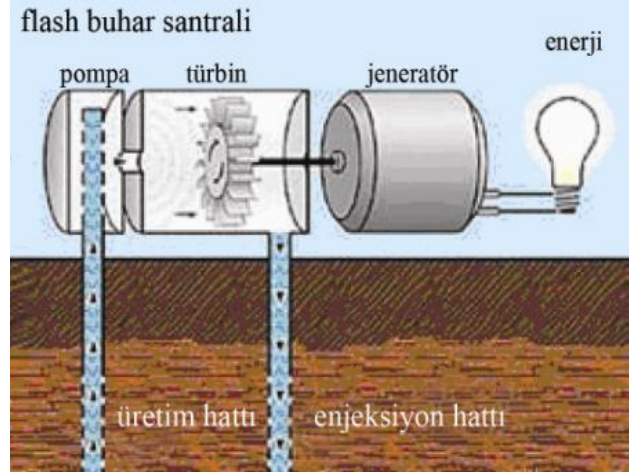
Şekil 5.13. Kuru buhar santrali sistemi (NREL-National Renewable Energy Laboratory [6])

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[74] Shibaki, M. (2003). “Geothermal Energy for Electric Power”, A REPP Issue Brief, Renewable Energy Policy Project, Washington.

5.3.2.1.2. Flash Buhar Santralleri

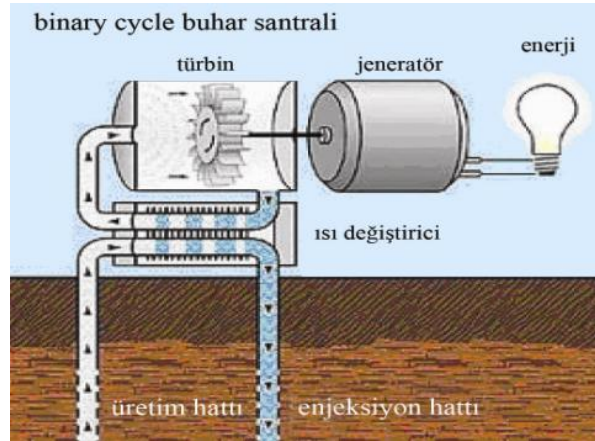
Bu sistemde, jeotermal rezervden sıcak suyun (>182 °C) kullanıldığı sistemdir. Su jeneratöre pompalandığında, rezerv derinlerinde bir basınç oluşur, bu basıncın ani düşüşüyle suyun bir kısmı buharlaşmaya başlar ve türbine doğru hareket ederek burada enerjiye dönüşür. (Şekil 5.14.) [74]



Şekil 5.14. Flash Buhar santralleri çalışma prensibi (NREL-National Renewable Energy Laboratory) [6]

5.3.2.1.3. Binary Cycle Buhar Santralleri

Bu sistem, jeotermal kaynaktaki su sıcaklığının $107-182$ °C olduğu durumlarda etkin olarak kullanılır. Su bir ısı değiştiriciden geçerken, sıcaklığı artırılarak elektrik enerjisi üretir (Şekil 5.15.). Bu sistem, diğerlerine göre % 20-40 daha verimlidir ve maliyeti daha azdır. [74]



Şekil 5.15. Binary cycle buhar santrali (NREL-National Renewable Energy Laboratory) [6]

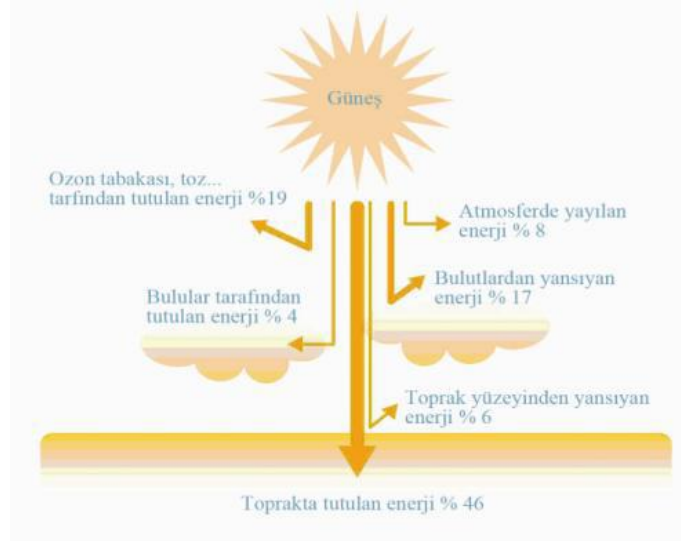
[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[74] Shibaki, M. (2003). "Geothermal Energy for Electric Power", A REPP Issue Brief, Renewable Energy Policy Project, Washington.

5.3.2.2. Jeotermal Sistem

Jeotermal sistemlerin yapılarda kullanım amacı, ısıtma ve soğutmada kullanılan elektrik enerjisini azaltmaktır. [75] Yapılarda ısıtma ve soğutma amaçlı kullanılan bu sistemlerde jeotermal akışkan doğrudan ve dolaylı olarak kullanılır. Güneş enerjisi hava, su ve toprak tarafından yutulmaktadır (Şekil 5.16.). Güneş enerjisinin dünya atmosferi ve yeryüzünde tutulması, dünyadaki bulunan ortamların ısı enerjisi içinde bulunmasını sağlar. Jeotermal enerji birikimi 40-380 °C arasında olup, 3000 m'ye kadar olan derinliklerde geçirimsiz kayalar altında yer alan geçirimli hazne kayalar içinde bulunmaktadır. 2005 yılı itibariyle, dünyadaki jeotermal elektrik üretimi 72.6 Milyar kWh/yıl, kurulu güç ise 8912 MW 'dır. [6]

Doğrudan kullanım yöntemi, jeotermal enerjiden faydalanmanın en eski, çok yönlü ve çok genel kullanım alanlarından biridir. Yer ve bölge ısıtmacılığı, tarımsal uygulamalar, balneolojik uygulamalar (termal havuzlar ve kaplıcalar kullanımı) gibi ve endüstri uygulamaları, jeotermal enerjiden faydalanmanın en çok bilinen yönüdür. 1980'li yıllardan itibaren ısı pompalarının gelişimiyle Jeotermal ısıtma ve soğutma sisteminin kullanımı yaygınlaşmıştır. [6]



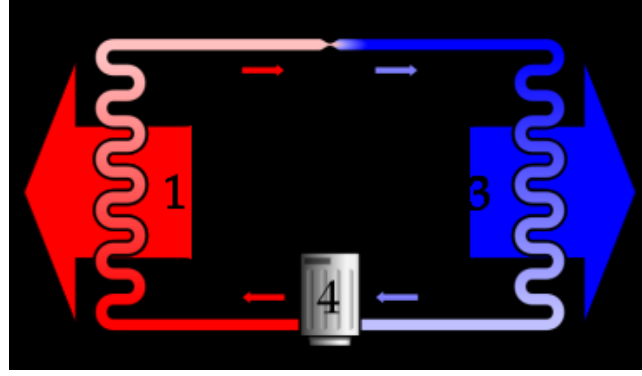
Şekil 5.16. Güneş enerjisi tarafından tutulan ve yansıyan enerji miktarları [6]

5.3.2.3. Isı Pompası

Isı pompası; hem ısıtma hem soğutma için kullanılabilen, farklı ortamlar arasında ısı taşıyabilen sistemlerdir. Yoğuşturucu (kondansör), genişleme vanası, buharlaştırıcı (evaporatör) ve kompresörden oluşan ısı pompalarının çalışma ilkesi olarak bir ısı çukuruna gerek vardır (Şekil 5.17.). Bu ısı çukurunun toprak, su ya da hava olması durumuna göre, ısı pompalarının uygulama sistemleri değişkenlik gösterir. [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[75] Bull, S. (2001). "Renewable Energy Today and Tomorrow", Proceedings Of The IEEE, 89 (8): s.1216-1226.



1. Yoğuşturucu (kondansör) 2. Genişleme vanası 3. Buharlaştırıcı (evaporatör) 4. Kompresör

Şekil 5.17. Isı pompasının şematik gösterimi [6]

Isı pompaları, kullanılan enerji kaynağı bakımından;

- Toprak kaynaklı
- Hava kaynaklı
- Su kaynaklı olarak üç şekilde kullanılır [6]

5.3.2.3.1. Toprak Kaynaklı Isı Pompaları

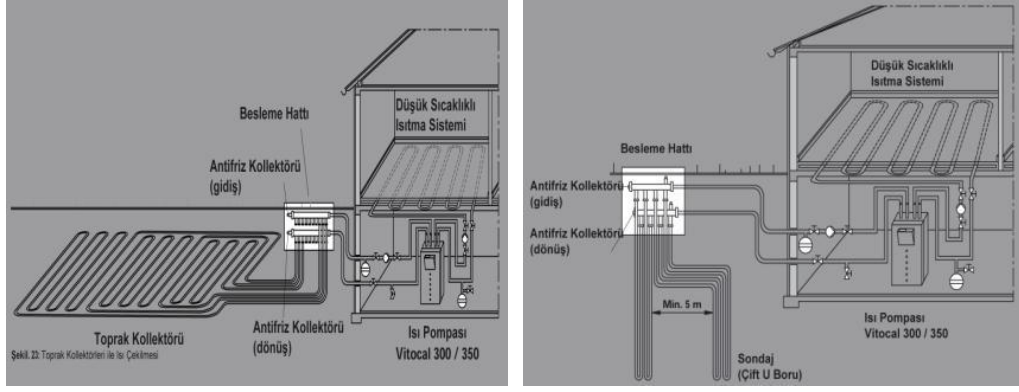
2m' lik bir derinlikte toprak, tüm yıl boyunca 7 ile 13C° arasında sabit bir sıcaklık aralığına sahiptir. Toprak kaynaklı ısı pompalarında, toprağın türüne göre kazanılan enerji değişkenlik gösterir (Çizelge 5.10.) [6]

Yatay toprak kolektörleri veya dikey sondajlar, bu depolanan enerjiyi antifriz-su karışımı ile ısı pompasının buharlaştırıcısına getirir (Şekil 5.18.) [6]

Zemin –Toprak Kalitesi	Spesifik ısı çekme kapasitesi
Kuru, kumlu zemin	10 – 15 W/m ²
Nemli, kumlu zemin	15 – 20 W/m ²
Kuru, balçıklı zemin	20 – 25 W/m ²
Nemli, balçıklı zemin	25 – 30 W/m ²
Yeraltı suyu bulunan zemin	30 – 35 W/m ²

Çizelge 5.10 Toprak özelliklerine bağlı olarak spesifik ısı çekme kapasitesi [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



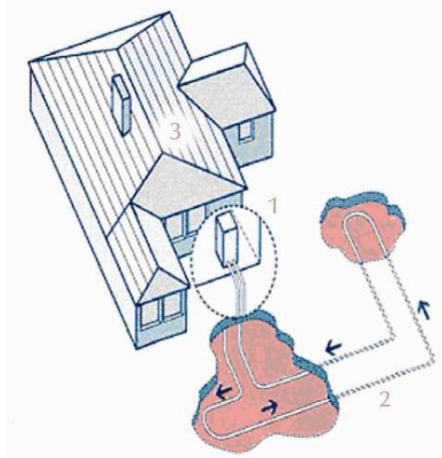
(a)

(b)

Şekil 5.18. Yatay toprak kolektörleri (a) veya dikey sondajlarla (b) enerji sağlanan toprak kaynaklı ısı pompaları [6]

Toprak kaynaklı ısı pompaları (Ground Source Heat Pump-GSHP) üç bileşenden oluşur (Şekil 5.19.);

- Isı pompası
- Toprak bağlantısı
- Yapı içinde ısıtma soğutma dağıtımını yapan sistem [6]



1: Isı pompası, 2: Toprak bağlantısı, 3: Isıtma soğutma sistemi

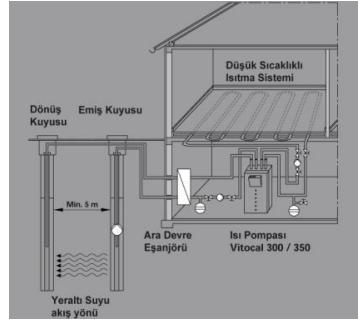
Şekil 5.19. Şematik olarak ısı pompası ve bileşenleri [6]

5.3.2.3.2. Su Kaynaklı Isı Pompaları

Su da toprak gibi güneş enerjisini çok iyi depolayan bir kaynaktır. En soğuk kış şartlarında bile yeraltı sularının sıcaklığı 7 ile 12 °C arasındadır. Yeraltı suyu bir kaynaktan alınır ve su/su ısı pompasının buharlaştırıcısına getirilir ve daha sonra su soğuyarak kaynağa geri döner (Şekil 5.20.) [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Toprak ve su kaynaklı ısı pompaları, toprağın ya da yeraltı suyunun yaz ve kış aylarında sabit denebilecek 7-22°C arasında değişken olması sayesinde, yazın soğutma kışın da ısıtma amacıyla kullanılabilir. [6]



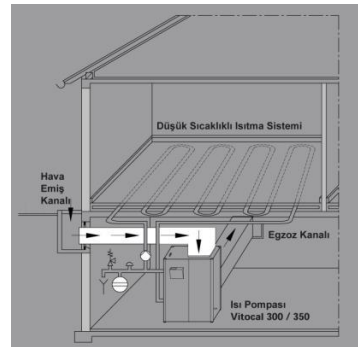
Şekil 5.20 Su kaynaklı ısı pompalarının şematik çizimi [6]

Yazın mekandan alınan ısı, ısı pompası yardımıyla toprağa ya da yeraltı suyuna aktarılırken kışın da toprak veya sudan bu ısıyı çekmek mümkündür. [6]

Isı pompası ısıtma durumunda, buzdolabı çalışma ilkesi gibi çalışır. Termodinamik ilkelere göre ısı sıcak olduğu ortamdan soğuk ortama doğru hareket eder. Buzdolabı çalışma ilkesi gibi, topraktan alınan ısı evaporatöre doğru hareket eder. Isı değiştiricinin diğer tarafında soğuk akışkan yer almaktadır. Dolayısıyla topraktan gelen akışkan buraya hareket eder ve sıvının buharlaşmasına neden olur, fakat evaporatördeki ısı değişimi çok fazla değildir. Buradaki düşük basınç ve sıcaklıktaki gazlar kompresörden geçerek basıncı ve sıcaklığı artmış olarak soğutucuya iletilir. Buradaki basıncı ve sıcaklığı artmış olan gazlar ekspansiyona iletilir ve ısıtma-soğutma döngüsü devam eder. [74]

5.3.2.3.3. Hava Kaynaklı Isı Pompası

Dış hava en ucuz enerji kaynağıdır. Hava bir kanal yardımıyla evaporatöre gelir, ısısı alındıktan sonra dışarı atılır (Şekil 5.21.) [6]



Şekil 5.21 Çevre havasından Enerji Çekilmesi (Dış Hava) [6]

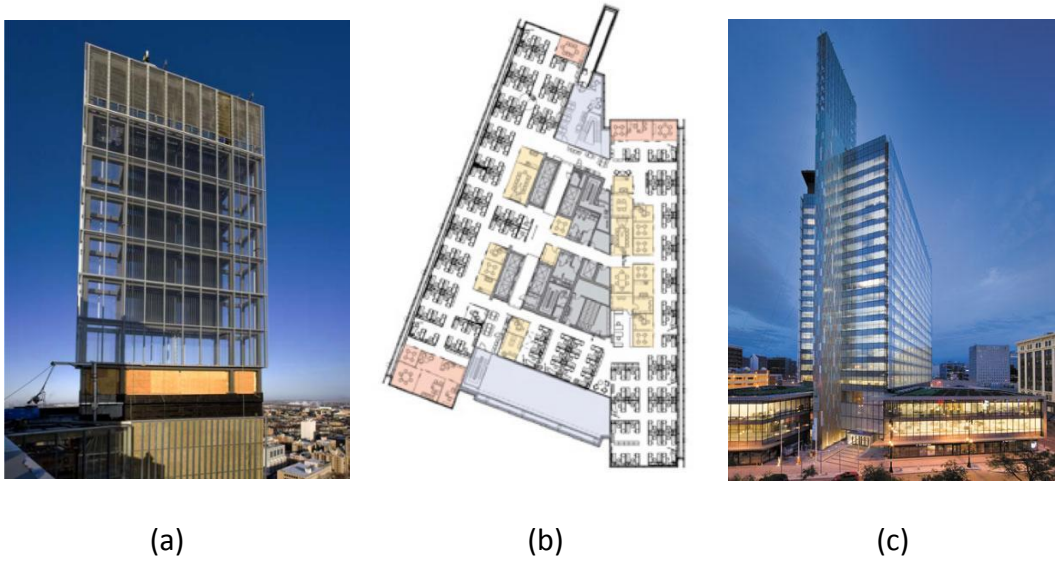
[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[74] Shibaki, M. (2003). "Geothermal Energy for Electric Power", A REPP Issue Brief, Renewable Energy Policy Project, Washington.

5.3.2.4. Manitoba Hydro Place Örneği

Jeotermal sistemin etkin kullanımını üzerine yapılmış bir alışma Kanada'da yer alan Manitoba Hydro Place da kullanılmıştır. (Resim 5.5) [6]

- Kat Sayısı: 23
- Yapı Yüksekliği: 112.5 m
- Bitiş Tarihi: 2009



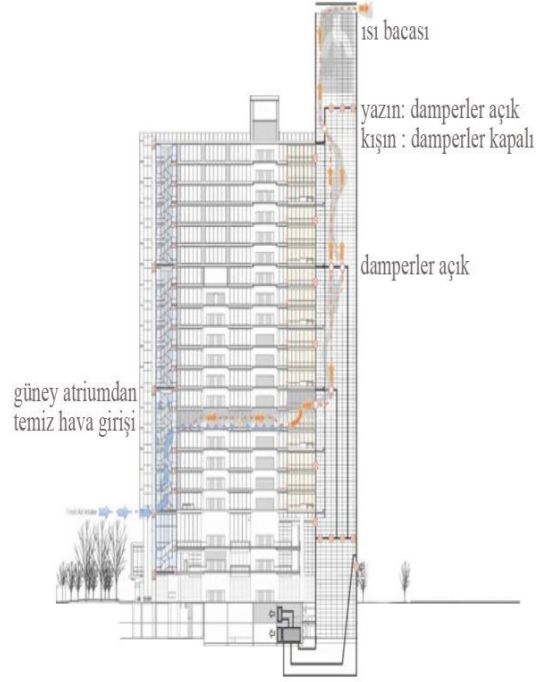
Resim.5.5. Manitoba Hydro Place, Canada, 2009 [6]

Yapının, jeotermal ısıtma ve soğutma sistemi vardır. Sistem; ısı pompaları, ısı değiştiriciler ve ısıyı dağıtın, sondajla açılan 150 mm çaplı, 125 m derinliğinde 280 tane borudan oluşmaktadır. Her bir sondaj glikol ile doldurulmuş borular içermektedir. Isıtma ve soğutma sistemi, ısınmış havanın toprak ve yapı arasında iletimi esasına dayanır. Yaz aylarında betonarme döşeme içinden geçen borularla, yapının ısısı toprağa iletilerek soğutma sağlanır. Aynı ısı, kış aylarında yapıyı ısıtmak için kullanılır. [6]

Yapının kuzeye bakan tarafına 115 m yüksekliğinde ısı bacası ve güneye bakan cephesinde her biri 24 m yüksekliğinde üç adet kış bahçesi yer almaktadır. Doğal havalandırmanın etkin olarak sağlanabilmesi için, yapı güneyden gelen rüzgâra göre tasarlanmıştır. Hava güneyden kuzeye doğru yatayda hareket ederek, fanlar yardımıyla ısı bacasından emme (baca) etkisiyle dışarı atılmaktadır. [6]

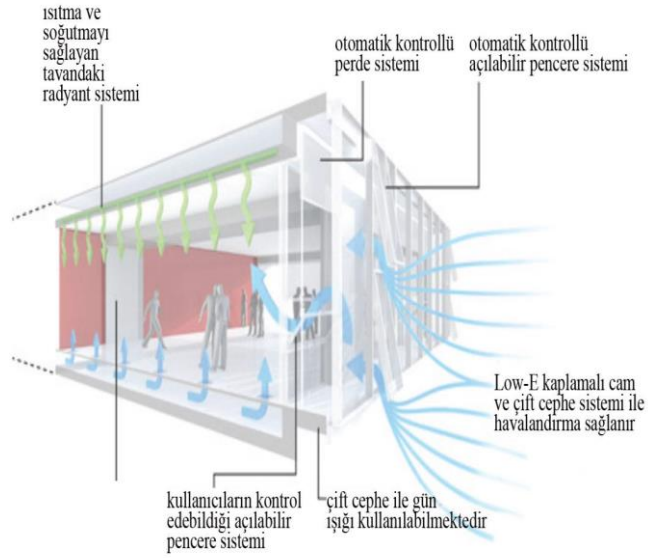
Kış aylarında güneydeki bahçelerden alınan hava, radyant sistemi ile ısıtılarak, döşemelerdeki menfezler sayesinde ofis mekânlarına iletilir. Isı bacasından aşağı doğru hareket eden hava, otoparkın ısıtılması için kullanılmaktadır. Yaz döneminde sistem ters işleyerek, havanın serinletilerek dağıtılması sağlanır. (Resim 5.6.) [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



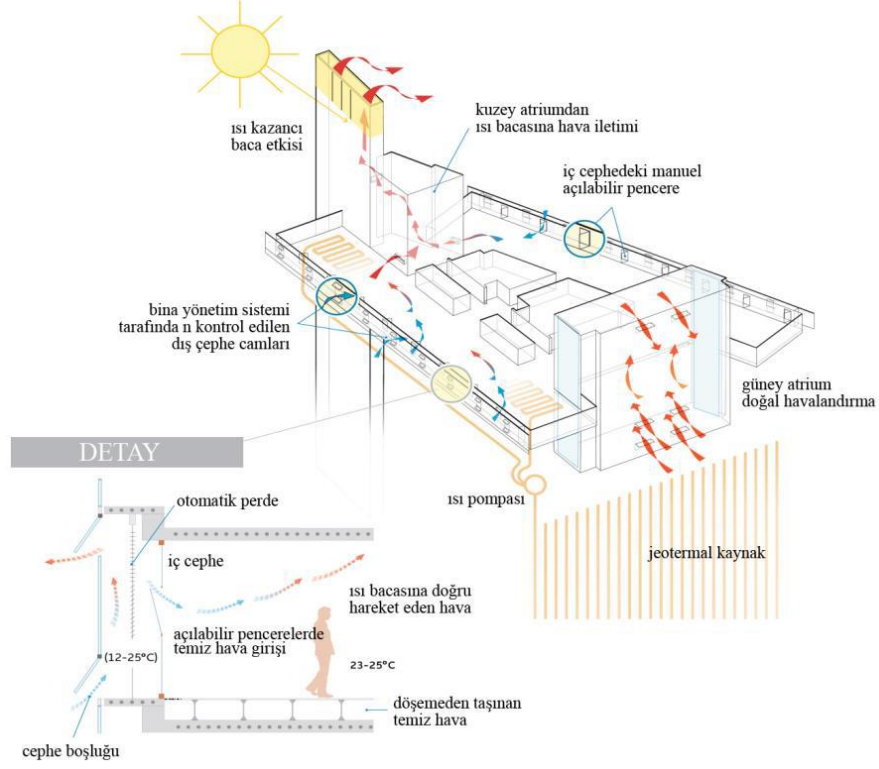
Resim 5.6. Isı Akışını Gösteren Şematik Çizim, Manitoba Hydro Place, Canada, 2009 [6]

Ofis mekânları çift cepheden oluşmaktadır. Böylece kullanıcılar gün ışığından faydalanırken, açılabilir camlarla ortam havasını kontrol edilebilmektedir. Isınan havanın yükselmesi ilkesiyle, taze hava ile kirlenmiş hava yer değiştirerek havalandırma sağlanmaktadır. (Resim 5.7.) [6]

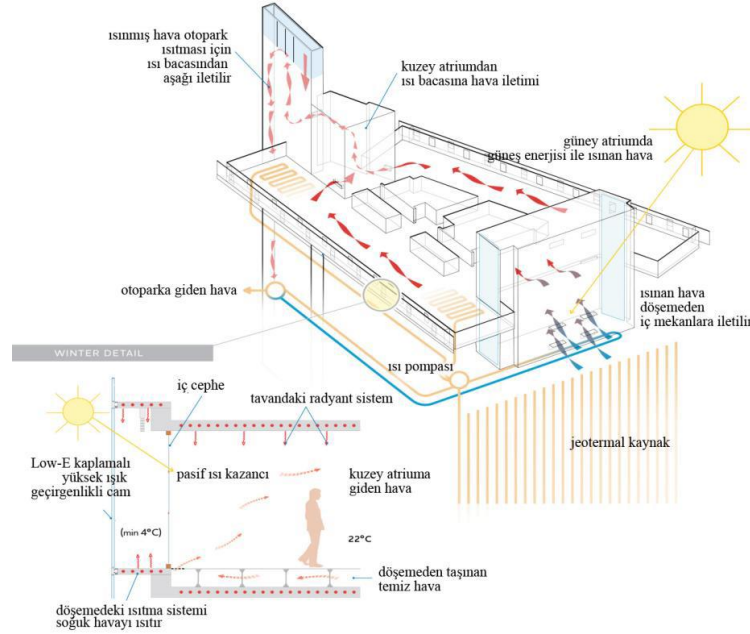


Resim 5.7. Ofis Mekanları Isı Akışını Gösteren Şematik Çizim, Manitoba Hydro Place, Canada, 2009 [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

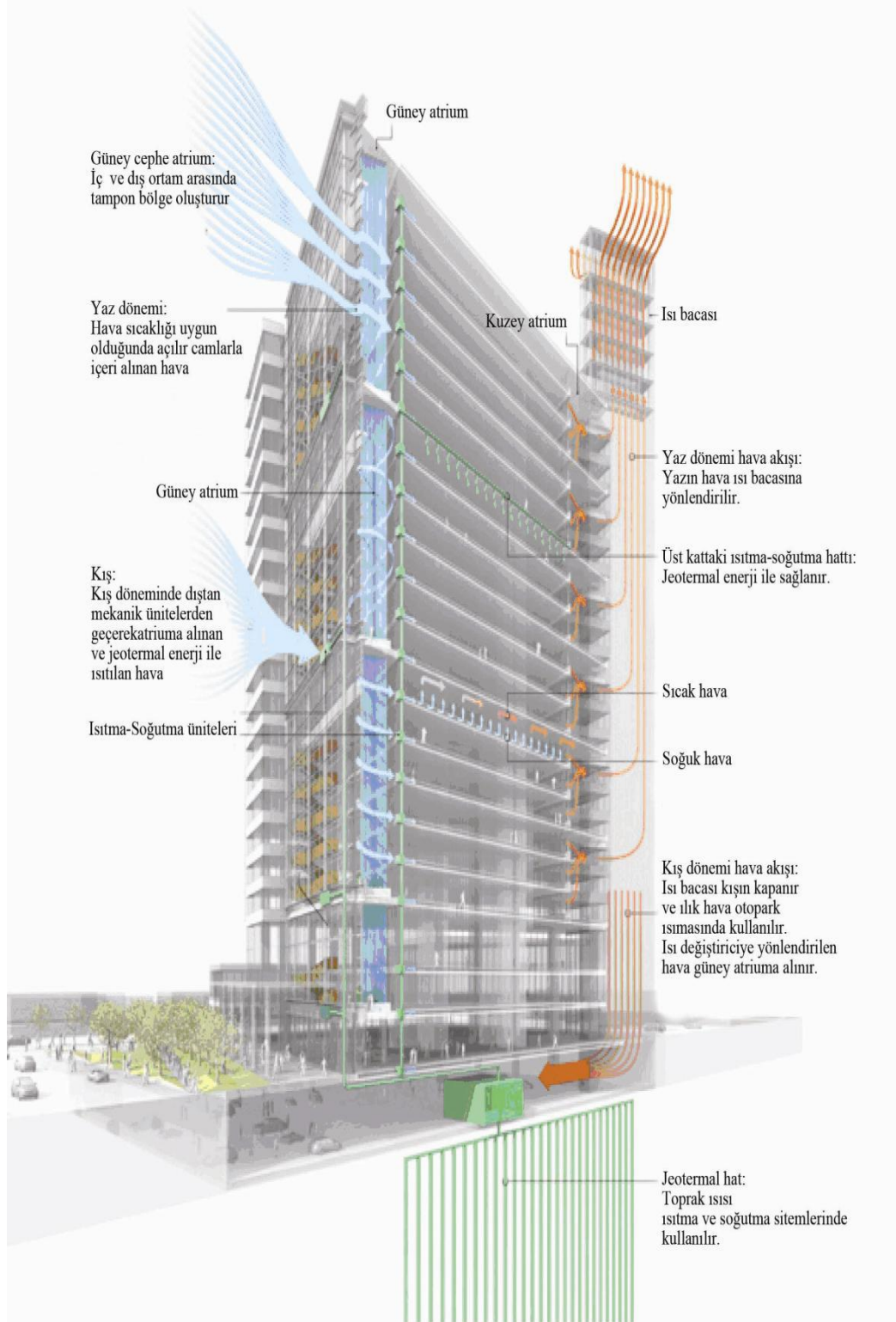


Şekil 5.22. Yaz Dönemi Hava Sirkülasyonu Ve Jeotermal Enerji Kullanımı Gösteren Şematik Çizim, Manitoba Hydro Place, Canada, 2009 [6]



Şekil 5.23. Yaz Dönemi Hava Sirkülasyonu Ve Jeotermal Enerji Kullanımı Gösteren Şematik Çizim, Manitoba Hydro Place, Canada, 2009 [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



Şekil.5.24. Manitoba Hydro Place’de Kullanılan Enerji Sistemlerini Gösteren Şematik Çizim, Manitoba Hydro Place, Canada, 2009 [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

5.3.3. Rüzgar Enerjisi Ve Yüksek Binalarda Kullanımı

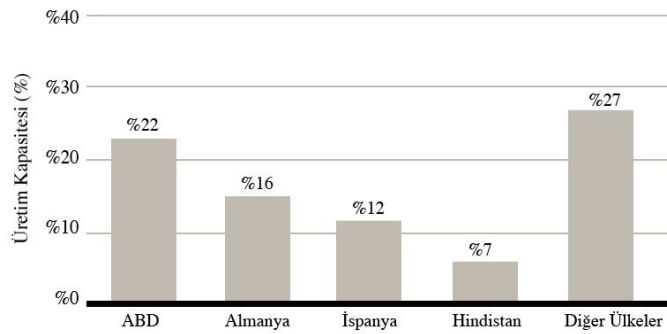
5.3.3.1. Rüzgar Enerjisine Genel Bakış

Yenilenebilir enerji kaynaklarının başında gelen rüzgar enerjisi; Danimarka, Almanya ve İspanya başta olmak üzere Avrupa ve ABD’de dev bir enerji sektörüne dönüşmüştür. CO2 emisyonu düzeyi çok düşük olduğundan, küresel ısınmayı engellemeye yardımcı olan rüzgar enerjisi, en hızlı büyüyen ve en ekonomik alternatif enerji kaynağı olarak bugün konvansiyonel enerji kaynaklarıyla yarışabilir durumdadır. [76] Rüzgar teknolojilerinin kullanımı gittikçe yaygınlaşmakta ve kurulu güç artmaktadır (Çizelge 5.11.).* [6]

Bölge	Kurulu Güç (MW)**		Artış(%)
	1999 yılı	2009 yılı	
Avrupa ve Avrasya	9 756	76 581	685
Kuzey Amerika	2 573	38 933	1 413
Güney ve Orta Amerika	95	1418	1 393
Asya ve Pasifik	1 426	4 237	197
Orta Doğu ve Afrika	82	1 115	1 260
Toplam	13 932	160 084	1 050

Çizelge 5.11. Kurulu rüzgar gücünün yıllara göre karşılaştırılması [6]

Dünyada üretilen toplam elektrik enerjisi 2009 yılında 20 093 TWh olup rüzgar enerjisi ile üretilen elektrik güç miktarı ise sadece 160 GW’dır. 2008 yılında toplam üretilen enerjinin %0.4’ü rüzgar enerjisi kaynaklıdır. Ancak dünyada rüzgar enerjisi ile elektrik üretimi yılda ~% 30 hızla artmaktadır. Bu güçten en fazla yararlanan ülke % 22 ‘lik payı ile ABD’dir (Şekil 5.25.) [6]



Şekil 5.25. 2009 yılında dünyada mevcut rüzgar enerjisi üretim kapasitesinin toplam enerji üretim kapasitesi içindeki yüzdesi [6]

* (BP Statistical Review Of World Energy, June 2010 verilerinden üretilmiştir.)

**W, kW, MW güç birimidir (1 W= 1 Joule/sn, Watt= Volt*amper)

Wh, kWh, MWh ise üretilen veya tüketilen enerji miktarıdır.

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[76] Günel, M. H., & Ilgın, H. E. (2008). “Bir Mimari Tasarım Kriteri Olarak Rüzgar Enerjisinin Kullanımı”, Ege Mimarlık Dergisi, 2 (65), İzmir: s.6-15.

5.3.3.2. Rüzgar Enerjisinin Özellikleri

Rüzgar enerjisi kullanımını cazip hale getiren birçok olumlu özelliği vardır. Bunlar,

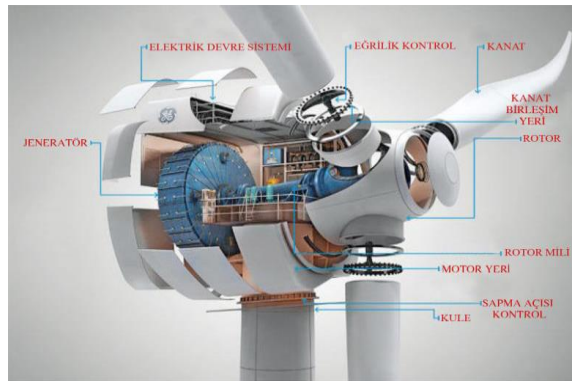
- Ham maddenin atmosferdeki hava olması,
- Kurulumun diğer enerji santrallerine göre daha hızlı oluşu,
- Temiz ve sürdürülebilir enerji kaynağı olması,
- Enerjide dışa bağımlılığı azaltması,
- Fosil yakıt tüketimini azaltmaları sonucu sera gazı etkisinin azalmasına katkısı,
- Maliyetinin gün geçtikçe düşmesi
- Modüler ve değiştirilebilir teknolojiye sahip olması (büyük rüzgar çiftlikleri kurulabilir, dağıtılmış halde kullanılabilir ya da tek başlarına kullanılabilir)
- Bağımsız türbinlerin kurulduğu arazilerin aynı zamanda tarım alanı olarak kullanılması [6]

1 MW gücünde bir rüzgar türbini bir yılda 1500 t CO₂, 6.5 t SO₂, 3.2 t NO gaz salınımının önüne geçmektedir. [6]

5.3.3.3. Rüzgar Türbinleri

Rüzgar türbini, rüzgardaki kinetik enerjiyi önce mekanik enerjiye daha sonra da elektrik enerjisine dönüştüren sistemdir. Yatay eksenli bir rüzgar türbini başlıca şu parçalardan oluşur; (Şekil 5.26.) [6]

1. Rotor: Rüzgarın kinetik enerjisini mekanik enerjiye çevirir.
2. Dişli Çark: Rotor'un hızını artırır.
3. Jeneratör: Mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirir.
4. Fren: Türbini yavaşlatır ve durdurur.
5. Yönlendirici: Rüzgar doğrultusuna göre türbini yönlendirir.
6. Transformator: Jeneratör voltajını şebeke voltajına yükseltir.
7. Kule: Türbini taşır [6]

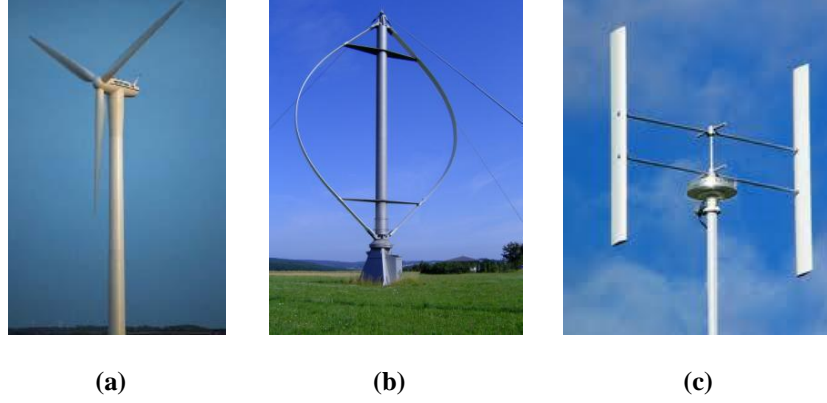


Şekil 5.26. Yatay eksenli rüzgar türbinini oluşturan mekanik elemanlar [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Genellikle şebekenin olmadığı, ulaştırmanın ekonomik olmadığı ya da sorunlu bölgelerde küçük ölçekte rüzgar türbinleri kullanılır. En fazla dört hareketli parçadan oluşan bu türbinlerin güçleri 20-50 W düzeyindedir. [6]

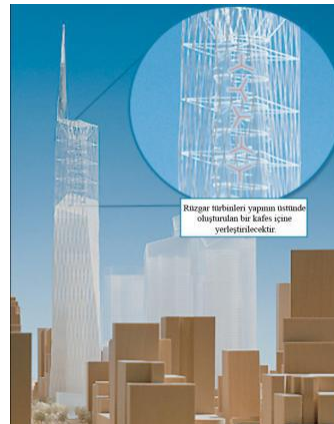
Rüzgar türbinleri *yatay eksenli* (HAWT-Horizontal Axis Wind Turbine) ve *düşey eksenli* (VAWT-Vertical Axis Wind Turbine) olabilir. Söz konusu türbin tipleri Şekil 5.27.'da gösterilmiştir. [6]



Şekil 5.27. (a) Yatay eksenli ,(b) Darrieus, (c) H-rotor düşey eksenli rüzgar türbinleri [6]

Yatay ve düşey eksenli türbinler, olumlu ve olumsuz özellikleri açısından aşağıda karşılaştırılmıştır:

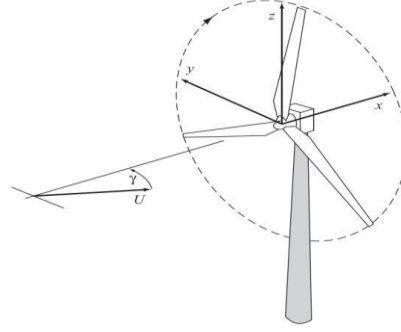
- Yatay ve düşey eksenli türbinler arasındaki en belirgin fark, düşey eksenli türbinlerin, her yönden gelen rüzgarı kullanabilmesidir. [6]
- Düşey eksenli türbinler yere daha yakın konumlandırılabilir, yatay eksenliler ise kuleye yerleştirilir.
- Yatay eksenli türbinler, kule ve kanat büyüklüğüne bağlı olarak, daha hızlı çalışır. Düşey eksenli türbinlerin ise, yatay eksenlilere göre daha az ses çıkarması, çatılarda kullanımını teşvik eder (Örneğin, Freedom Tower, Şekil 5.28.) [6]



Şekil 5.28. Freedom Tower, New York [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Yatay eksenli türbinlerde; rüzgardan kaynaklanan, kanatlarda meydana gelen sapma ve yön değiştirmeyi kontrol edebilen sistemler mevcuttur. Bu sistemler pahalı ve kullanım sırasında bozulabilen, değiştirilmesi gereken sistemler olması açısından maliyeti etkiler (Şekil 5.29.). Düşey eksenli türbinlerde ise böyle bir kontrol sistemine ihtiyaç yoktur. Düşey eksenli türbinler dağlık, rüzgârın yoğun olduğu ve yön değiştirdiği alanlarda kullanılabilir. [77]



Şekil 5.29. Türbin kanatlarında oluşan sapmaların şematik gösterimi [77]

- Rüzgar türbinleri, türbin tipine de bağlı olarak, rüzgar hızının 3-4 m/s olduğu durumda çalışmaya başlar (cut-in speed), maksimum güç üretimine 10-15 m/s'lik rüzgar hızında ulaşır. Yatay eksenli türbinlerde rüzgâr hızının 25-30 m/s olması durumunda sistem, türbini korumak için otomatik olarak kapanır (cut-out speed); sistemin içinde bulunan rotor bu evrede türbine zarar gelmemesi için çalışmaya mekanik olarak devam eder. Düşey eksenli türbinlerin bazıları ~40 m/s (~140 km/saat) gibi çok yüksek rüzgar hızlarında bile çalışabilmektedir. Ancak, maksimum güce ulaştıkları 10-15 m/s 'nin üzerindeki hızlarda, üretilen elektrik enerjisi sabit kalır.
- Rüzgâr türbininin kullanım ömrünü ve oluşan enerji miktarını etkileyen bir başka parametre de tork* değeridir. Tork değeri; kanat sayısı, türbinin tipi, türbine temas eden rüzgarın hızı ve açısına göre değişkenlik gösterir. [6]

Kanat imalatı ve etkinliği açısından,

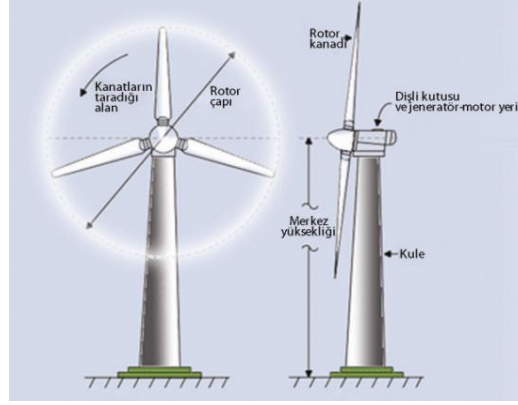
- Darrieus ve yatay eksenli türbinlerin kanatları kıvrıktır ve üretimi H-rotorlu türbinlere göre daha zordur. Genellikle kanatların taradığı alan, aynı enerji için, H-rotorlu türbinlerde yatay eksenliye göre daha fazladır (Achermann ve Söder, 2002).
- Yatay eksenli rüzgar türbinlerinin kanatları kendini taşıyabilir. H-rotorlu türbinlerin kanatları, destekleyici bir kol tarafından taşındığı için daha hafiftir.

* Rüzgar türbininin harekete geçmesi için mekanik anlamda uygulanması gereken güçtür. Tork ($T = P/w$) birim açılal hızda gerekli olan mekanik güçtür, birimi Nm/rad veya kısaca Nm'dir.

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

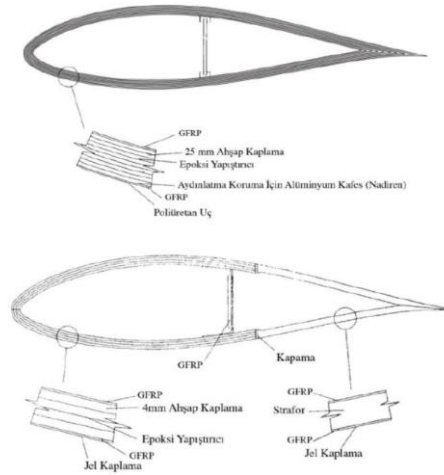
[77] Dutton, A., Halliday, J., & Blanch, M. (2005). "The Feasibility of Building Mounted/Integrated Wind Turbines (BUWTS): Achieving Their Potential For Carbon Emission Reductions", Final Report of Carbon Trust Contract 2002-07-028-1-6, UK.

- Yatay eksenli rüzgar türbinleri; 2 veya 3 kanatlı olarak elektrik enerjisi üretmek, 20 ya da daha fazla kanatlı olanlar da su pompalamak için kullanılır. [6]
- Aynı enerji üretimi için tasarlanan türbinlerden yatay eksenli olanların kanatlarının taradığı alan diğerlerinden daha fazladır. Kanatların taradığı alan sayısı, tüm rüzgar türbini tipleri için, kanat sayısına eşittir (Şekil 5.30.) [6]



Şekil 5.30. Rüzgar türbini ile ilgili bazı tanımların şematik olarak gösterimi [6]

Türbin kanatlarının aerodinamik ve strüktürel olarak tasarımı, türbinlerin performansları açısından önemlidir. Kanat formu, kalınlığı, kesiti, malzemesi, maliyeti ve kullanım ömrü gibi özellikler türbin performansını doğrudan etkilemektedir. Kanat malzemesi olarak, cam lifi takviyeli plastik (GFRP), preslenmiş ince tabakalı ahşap (laminated wood), karbon lif takviyeli plastik (CFRP) kullanılır. (Şekil 5.31.) [77]






Şekil 5.31. Farklı kesit ve malzeme kullanılmış kanatların detayları [77]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[77] Dutton, A., Halliday, J., & Blanch, M. (2005). "The Feasibility of Building Mounted/Integrated Wind Turbines (BUWTS): Achieving Their Potential For Carbon Emission Reductions", Final Report of Carbon Trust Contract 2002-07-028-1-6, UK.

Rüzgar türbinlerinin toplu olarak karşılaştırılması [(Ericson, Bernhoff, ve Leijon, 2008) ten değiştirilerek] Çizelge 5.12.'te verilmiştir. [6]

Rüzgar türbini tipleri	 Yatay Eksenli Rüzgar Türbini	 Darrieus Rüzgar Türbini	 H-Rotorlu Rüzgar Türbini
Kanat Profili	Karmaşık	Karmaşık	Basit
Sapma mekanizması gerekliliği	Gerekli	Gerekli Değil	Gerekli Değil
Kule	Evet	Hayır	Evet
Gürültü	Yüksek	Orta	Az
Kanat Alanı	Küçük	Geniş	Orta
Jeneratör konumu	Kule üzerinde	Zeminde	Zeminde
Kanat Ağırlığı	Orta	Az	Yüksek
Kendiliğinden başlayabilme	Evet	Hayır	Hayır

Çizelge 5.12. Rüzgar türbinlerinin karşılaştırılması [6]

Rüzgar enerjisinden elde edilen güç (P, watt); rüzgar hızı (V), havanın yoğunluğu (ρ), temas ettiği alan (A) ve ve rotor güç katsayısı (C_p) ile orantılıdır. [6]

$$P = \frac{1}{2} \rho A C_p V^3 \quad [6]$$

C_p katsayısı, rüzgar hızı, kanat dönüş hızı, kanat sayısı ve formuna bağlıdır. Rüzgar türbini ile kayıp olmadan enerji elde etmek mümkün değildir ve rüzgar enerjisinin maks. %59'u ancak kazanılabilir. Yatay eksenli bir türbinde C_p 0.4-0.5 aralığında iken, Savenius tipi türbinde 0-0.15, Darrieus tipli türbinde 0.25-0.40 düzeyindedir. [6]

Rüzgar türbinlerinin performansı, rüzgar hızı ve türbinin kanatlarının dönme hızlarıyla değişkenlik göstermektedir. Düşük rüzgar hızlarında, kanatların düşük dönme hızlarıyla (rüzgar hızı ve türbinin dönme hızına göre) maksimum enerji elde etmek mümkündür. Uygun hız aralıkları kullanılarak türbinlerin çalışmaya başlaması için gerekli hız azaltılırken enerji kazançları da artmakta ve ek mekanik sistemlerin kullanılmaması da maliyetleri azalmaktadır. [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yatay eksenli bir rüzgar türbini için kanatların motor sistemine bağlantısının belirli bir açıyla yapılması performansını arttırmaktadır. [77] Kanatların sabitlendiği merkez ile aralarındaki açı 90° değil de küçük eğimlerle yerleştirilmesi elde edilen enerji miktarını artırmaktadır. Bu eğim arttıkça dönmeye başlama momenti artmakta ve rotorun çalışmasını sağlamaktadır. Eğimin 90° olduğu konum genellikle (rotor hızı bu konumda minimum olduğu için) türbinin durmaya başladığı durumdur. [6]

5.3.3.3.1. Rüzgar Türbinleri ve Çevresel Etkileri

Büyük ölçekli rüzgar türbinleri genellikle yol ve binalardan uzak bölgelere yapılmaktadır. Rüzgar türbinlerinin bazı çevresel etkileri aşağıda verilmiştir:

- Rüzgar türbinlerinden kaynaklı ses, mekanik ve aerodinamik (kanat uçlarında meydana gelen) bazlı olmak üzere iki şekilde oluşur. Teknolojik gelişmelere bağlı olarak, ilk dönem rüzgar türbinlerine göre, ses problemi gittikçe azaltılmıştır (Yine de yatay eksenli rüzgar türbini içindeki ses, gelişmiş türbinlerin bulunduğu ortamda bile 85 dB düzeyindedir). [76] Aerodinamik kaynaklı ses, kanat hızları arttıkça artar. Mekanik gürültü; dişli kutusunun ve mekanizmanın iyi tasarlanmış ve eşleşmiş olması, motora ses yalıtımı yapılması ve titreşim önleyen ekipman montajları ile azaltılabilmektedir. [6]
- Düşey eksenli türbinlerde kanatlar, yatay eksenlilerin yarısı kadar hızla çalıştıkları için, aerodinamik ses düzeyi daha az olmaktadır. Şekil 5.32.'de nanofiber takviyeli polimerden yapılmış ve birbirine seri bağlanmış rüzgar türbinlerinin her biri 1.5 kW kapasitelidir. Rüzgar hızının 2.3 m/sn olduğu durumda çalışırken oluşturduğu ses düzeyi 35 dB'dir. Şekil 5.32.'de görülen türbinlerin malzemesi karbon ve fiberglasdır. Bu rüzgar türbini 11 m/sn rüzgar hızında 3 kW enerji üretebilmekte, 6 m/sn rüzgar hızında 50 dB, 10 m/sn rüzgar hızında 55 dB gürültü çıkarmaktadır. [76]



(a)



(b)

Şekil 5.32. (a) Seri bağlanmış olan nano fiber takviyeli polimerden yapılan yatay eksenli rüzgar türbini (b) Karbon-fiberglas Darrieus tipi rüzgar türbinleri [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[76] Günel, M. H., & Ilgın, H. E. (2008). "Bir Mimari Tasarım Kriteri Olarak Rüzgar Enerjisinin Kullanımı", Ege Mimarlık Dergisi, 2 (65), İzmir: s.6-15.

[77] Dutton, A., Halliday, J., & Blanch, M. (2005). "The Feasibility of Building Mounted/Integrated Wind Turbines (BUWTS): Achieving Their Potential For Carbon Emission Reductions", Final Report of Carbon Trust Contract 2002-07-028-1-6, UK.

- Yatay eksenli türbinler, hızlı kanat çalışması ile kuş ve yarasaların pervaneye doğru sürüklenmesine, çarparak ölümlerine neden olabilmektedir. Ama yine de rüzgar türbinlerinin neden olduğu kuş ve yarasa ölümleri insan kaynaklı olanlara göre daha düşük bir seviyededir. [77]
- Yatay eksenli türbinlerin kanatlarındaki buz oluşumu, kanat aerodinamiğini ve yük miktarını dolayısı ile türbinin performansını etkilemektedir. [78] Türbinin çalıştığı durumda oluşan buzların etrafa düşebilmesi çevredeki canlılar için tehlikeli olabilmektedir. Düşey eksenli rüzgar türbinlerinin dönüş hızı yatay eksenlilere göre daha yavaş olduğu için buz oluşma durumu da daha azdır. [79] Rüzgar türbinleri elektromanyetik alan oluşturarak radyo, tv gibi bazı alıcılarda parazit yapabilir. 1997 yılında ETSU (East Tennessee State University) hazırladığı raporda; rotor çapı ve dönme hızı, kanat sapma açısı, merkez yüksekliği, kanat malzeme ve detayı, taşıyıcı (kule) malzemesi gibi özelliklerin elektromanyetik alan üzerinde etkisi olduğu ortaya konmuştur. Düşük bir maliyetle elektromanyetik etkiler azaltılabilmektedir. [6]

5.3.3.3.2. Yapılara Göre Rüzgar Türbini Sınıflandırılması

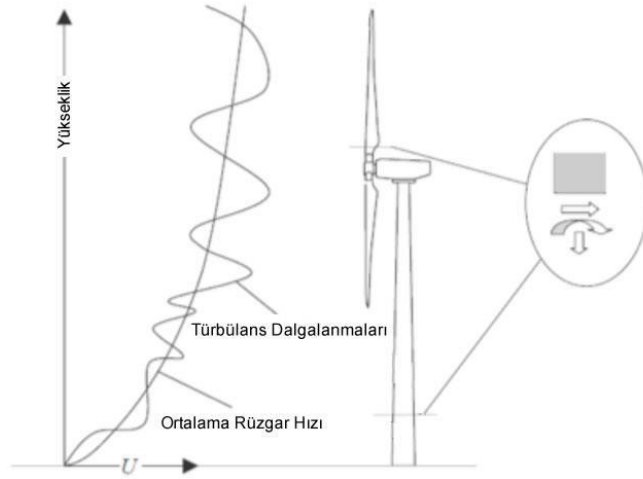
Rüzgar hızı yükseklikle doğru orantılı olarak artmakta ve bu özelliği ile yüksek yapılarda türbinden yararlanılarak çok önemli miktarlarda elektrik enerjisi üretmek mümkün olmaktadır. Türbinin en etkin şekilde çalışması ve yerleştirileceği noktaların belirlenmesi açısından, rüzgar hızı ve akışı, iklimsel veriler, türbin boyutları, türbine etkiyen rüzgar kuvveti ve yapıda uygulama şekli önceden belirlenmelidir. Montajın yapılacağı yerdeki türbülans yoğunluğunun; malzeme hasarı, enerji kazancı, türbin yükü ve ömrünün olumsuz etkilenmemesi açısından, 0.25'den büyük olmaması gereklidir, aksi durumda türbin yapılmamalıdır. (Şekil 5.33.). Binanın formu; etrafındaki ağaç, dağ gibi etkenler rüzgarın hızını ve akışını değiştirdiği, bu engeller etrafında türbülans oluştuğu için önemlidir. [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[77] Dutton, A., Halliday, J., & Blanch, M. (2005). "The Feasibility of Building Mounted/Integrated Wind Turbines (BUWTS): Achieving Their Potential For Carbon Emission Reductions", Final Report of Carbon Trust Contract 2002-07-028-1-6, UK.

[78] Achermann, T., & Söder, L. (2002). "An overview of wind energy –status 2002", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 6: s.6-128.

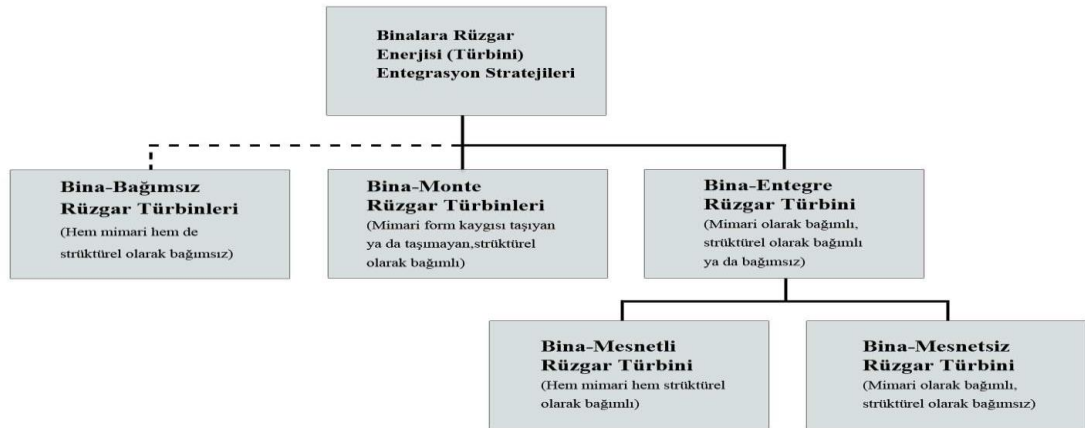
[79] Ericson, S., Bernhoff, H., & Leijon, M. (2008). "Evolution of Different Wind Turbine Concepts for Wind Power", Renewable and Sustainable Energy Reviews 12(2008): s.1419-1434.



Şekil 5.33. Türbini etkileyen rüzgar yükleri [6]

Yapılara göre rüzgar türbinleri (Şekil 5.34.);

- Bina- bağımsız
- Bina monte
- Bina entegre olarak üç grupta incelenebilir. [76]



Şekil 5.34. Binalara rüzgar enerjisi entegrasyon sistemleri [76]

5.3.3.3.2.1. Bina Bağımsız Rüzgar Türbinleri

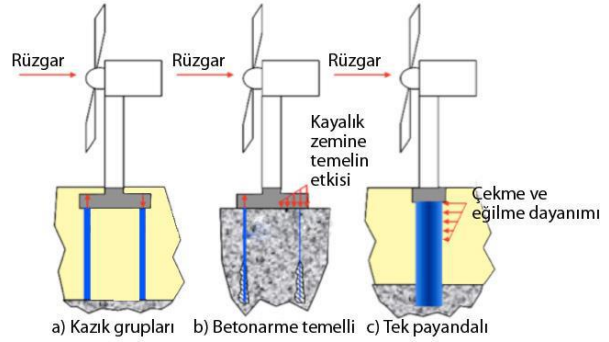
Bina bağımsız rüzgar türbinleri; bunlar genellikle yapıdan bağımsız olarak düşünülen sistemlerdir. Bu tür sistemlere örnek olarak rüzgar çiftlikleri verilebilir. 2001 yılında 170 adet rüzgar türbini kurulan Kansas' taki en büyük rüzgar çiftliği olan Gray Country Wind Farm 112 MW kapasite ile 33 000 ev için gerekli olan elektrik enerjisini üretebilmektedir (Şekil 5.35.). Bağımsız rüzgar türbini temel sistemi Şekil 5.36.' te gösterilmiştir. [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[76] Günel, M. H., & İlgin, H. E. (2008). "Bir Mimari Tasarım Kriteri Olarak Rüzgar Enerjisinin Kullanımı", Ege Mimarlık Dergisi, 2 (65), İzmir: s.6-15.



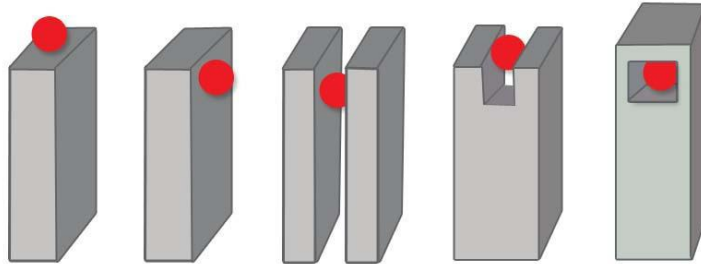
Şekil 5.35. Gray County Wind Farm, Kansas'taki en geniş rüzgar çiftliği [6]



Şekil 5.36. Rüzgar türbini temel sistemi [6]

5.3.3.3.2.2. Bina Monte Rüzgar Türbinleri

Bina monte rüzgar türbinleri (*Building Mounted Wind Turbines-BUWT*); yeni yapılan veya mevcut bir yapıya uygulanabilir. Bina monte rüzgar türbinleri yapıyı kule olarak kullanmaktadır ve yapıya farklı şekillerde monte edilebilmektedir (Şekil 5.37.). Türbinin monte edileceği yapı taşıyıcı sisteminin; türbin kaynaklı dinamik yükleri ve titreşimi karşılayabilmesi, ayrıca yapıda ses yalıtımının sağlanması gereklidir. [6]



Şekil 5.37. Bina monte rüzgar türbinleri için entegrasyon yöntemleri (Demir, 2011).

Çeşitli firmaların yenilenebilir kaynaklara yönelimi, rüzgar türbini üretiminde yeni ve daha çok enerji üreten teknolojilerle sektörü geliştirmektedir. Kanat uzunluğu 4.5 m olan *Windcube®* (Şekil 4.27.) ($b=9.1$, $h=9.1$ m ve derinlik = 4.9 m) her türlü yapıya monte edilebilir (Şekil 4.28). Türbin, 2.2 m/sn düzeyindeki düşük hızlarda da çalışabilmektedir; maks. güç (75 kW) rüzgar hızının 14 m/sn değerinde elde edilmektedir. Ortalama 7 m/sn hız ile 160 MWh/yıl düzeyinde elektrik üretir. [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

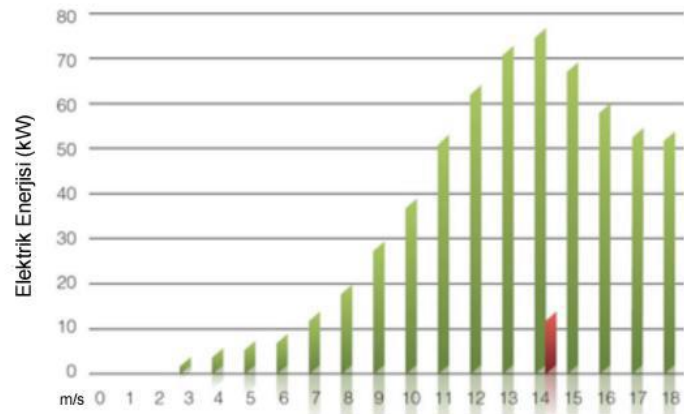
Bina monte rüzgar türbinlerine örnek olarak CIS Tower verilebilir. Yapının çatısı rüzgar çiftliği gibi düzenlenerek, 3 m yüksekliğinde 24 adet rüzgar türbini monte edilmiştir. Yapının elektrik enerjisi ihtiyacının % 10'u bu türbinlerden sağlanmaktadır (Şekil 5.38.) [6]



Şekil 5.38 Bina monte rüzgar türbini Windcube [6]



(a)



(b)

Şekil 5.39. a) Bina monte rüzgar türbini Windcube® 'ın binaya yerleşimi b) Windcube® verimini gösteren grafik (kırmızı ile gösterilen kısım aynı çapta klasik bir bağımsız rüzgar türbininin verimini ifade eder.) [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



Şekil 5.40. CIS Tower, Londra [6]

5.3.3.2.3. Bina Entegre Rüzgar Türbinleri

Bina entegre rüzgar türbinleri (*Building Integrated Wind Turbines*); tasarım aşamasına dahil edilip, yapının rüzgardan faydalanma kaygısıyla oluşturulduğu sistemlerdir. Mimari açıdan ele alındığında bina monte ve bina entegre rüzgar türbinleri arasındaki fark, bina entegre sistemlerde rüzgar enerjisi etkin tasarım fikridir. [76] İki grupta incelenir :

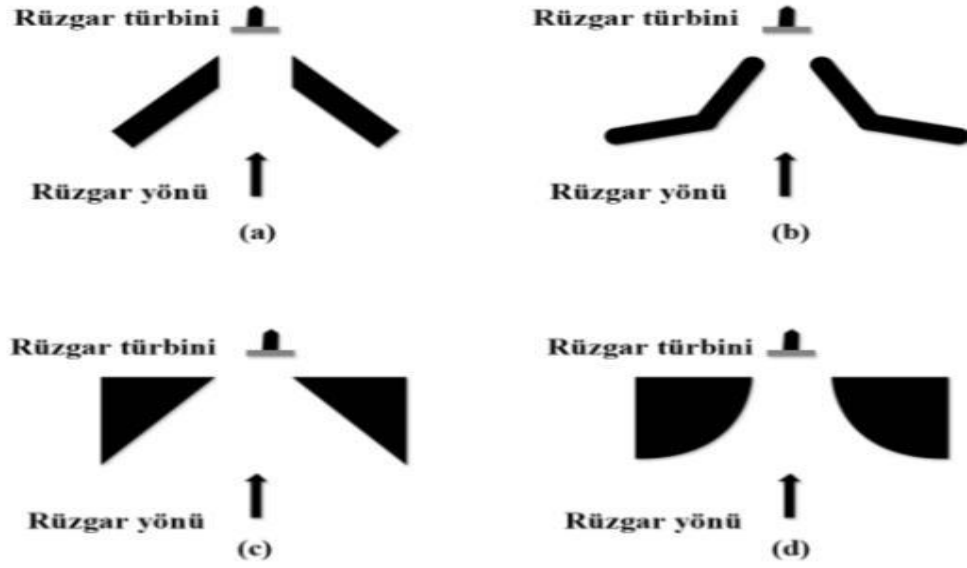
- **Bina Mesnetli Rüzgar Türbinleri;** Bina mesnetli rüzgar türbinleri, binanın taşıyıcı sistemine mesnetlenerek; binanın kendisini, mevcut rüzgar potansiyelinden maksimum faydalanmak için, kule olarak kullanılmaktadır. Bu sistemle yapılmış ilk yüksek yapı 29 m kanat çaplı, 3 adet yatay eksenli rüzgar türbini uygulamasıyla Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi'dir (Yapının rüzgar türbinleri ilk kez 8 Nisan 2008'de çalıştırılmıştır.). (Şekil 5.41.) [6]



Şekil 5.41. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi [6]

- **Bina Mesnetsiz Rüzgar Türbinleri;** Bina mesnetsiz rüzgar türbinleri henüz uygulamaya geçmemiştir. Bina ya da bina gruplarına yakın bir noktaya monte edilir ve binanın yaratacağı rüzgar akışını kullanabilen türbinlerdir (Şekil 5.42.). Bu tip türbinler kendi mesnetleriyle taşınmakta ve yapının tasarımını etkilememektedir. [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



Şekil 5.42. Bina mesnetsiz rüzgar türbinleri ve bina ilişkileri [6]

5.3.3.4. Rüzgar Türbinleri ve Yüksek Binalarda Kullanımı

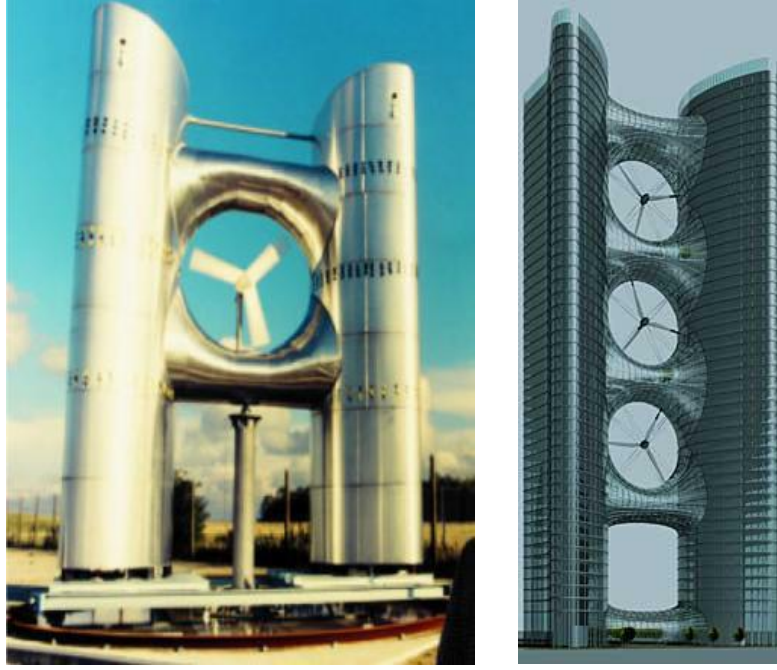
Yüksek binalarda, yatay ve düşey eksenli ya da yeni rotor teknolojili türbinler kullanılmaktadır. Yapı yüksekliği arttıkça rüzgar, doğrudan kesintisiz olarak yapıya temas eder; bu açıdan yapı, rüzgar türbinlerinin oturduğu kule işlevi görür. Bu tip yapılarda türbinler yapıların çatı kotunda, bina cephelerine ya da bina grupları arasına yerleştirilmektedir. En verimli sonucu alabilmek için bina formu ve taşıyıcı sistem, enerji etkin tasarım ilkelerine göre şekillenebilmekte ve estetik kaygılar bazı binalarda göz ardı edilebilmektedir. [80] Bu tür tasarımlarda, hakim rüzgar yönü / yönleri ve hızı, kullanılacak rüzgar türbini tipi ve konumu gibi bir çok etken, bina formunu doğrudan etkilemektedir. Köşeli ya da kare formlu yapılarda, rüzgarın türbine temas edemeden yapı kütesine çarpması, türbinin enerji etkinliğini azaltmakta ve turbülans etkisi yaratmaktadır. Bu nedenle yeni, yapıyla bütünleşen aerodinamik tasarım kavramı (düz köşeler yerine kıvrımlı ya da rüzgarı tutan, yönlendiren kanalların tasarlanması) türbinin etkinliğini artırırken, turbülans etkisini de azaltmaktadır. [81]

2000 yılında WEB projesi (*Wind Energy For The Built Environment*) kapsamında bina entegre türbin tekniklerini geliştirmek ve bu kapsamda rüzgarın enerji etkinliğini arttırmak için prototip yapılar üzerinde teorik ve uygulamalı testler yapılmıştır (Şekil 5.43). Bu araştırma ile görsel etki, aerodinamik şartlar, mimari uyum, taşıyıcı sistem detaylarının seçimi ve çevresel etkilerin birlikte ele alınmasının gerekliliği ortaya konulmuş, gelecekte yapılacak rüzgar türbini entegre edilmiş yapılar için bir kaynak oluşturmuştur. [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[80] Land, P. (2008). "Innovations in Sustainability at Height: Experimental Tall Buildings", CTBUH 8th World Congress 2008, 3-5 March 2008, Dubai.

[81] Stankovic, S., Campbell, N., & Harries, A. (2009). Urban Wind Energy, Earthscan, London.



Şekil 5.43. WEB Projesi kapsamında test edilen prototip yapılar [6]

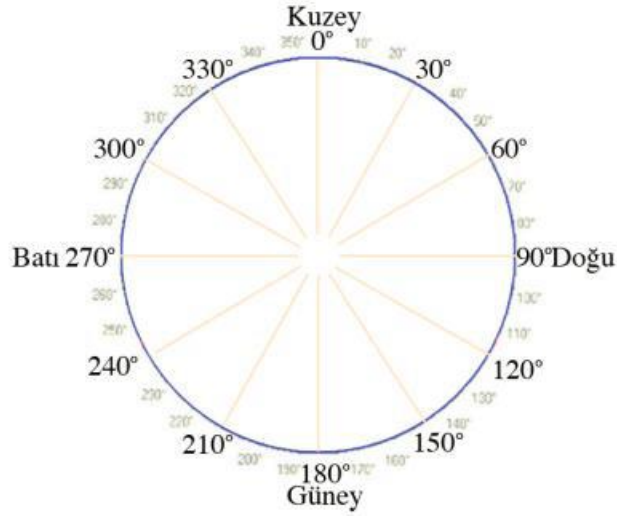
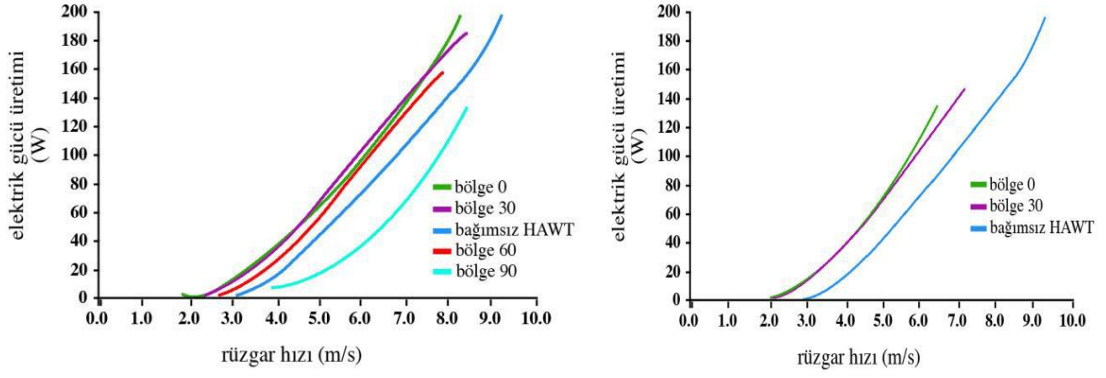
WEB Projesi kapsamında; konsept mimari tasarım 35 m çaplı, 250 kW kapasiteli 3 adet yatay eksenli türbinin entegre edildiği ikiz kuleden oluşmaktadır. Saha testi için oluşturulan prototip ise 7 m yükseklik, 1.5 m genişlik ve 2.3 m derinliğinde simetrik ikiz kuleden oluşmaktadır. (Şekil 5.44.) [81]



Şekil 5.44. Rüzgar türbinlerin 7 m yüksekliğinde prototipler üzerinde test edilmesi [81]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[81] Stankovic, S., Campbell, N., & Harries, A. (2009). Urban Wind Energy, Earthscan, London.



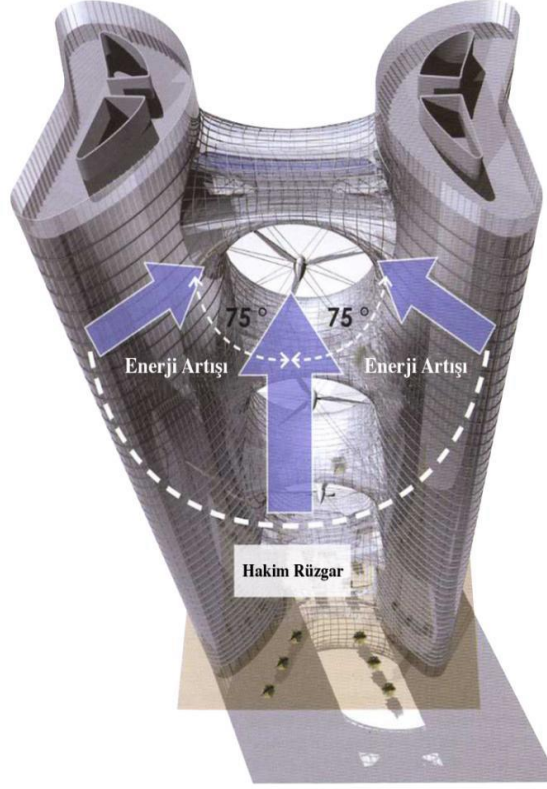
(Rüzgarın yönü için 12 eşit açıyla bölünen daire kullanılmıştır. Her bölge bu açılara göre adlandırılmıştır)

Şekil 5.45. İki yapı kütlesi arasında kanallı ve kanalsız yapılan testlerle elde edilen güç eğrileri [81]

Türbinler iki yapı bloğu arasında oluşturulan köprüler arasında; daire, dikdörtgen gibi geometrik biçimlerdeki boşluklara veya kanal olmadan doğrudan iki blok arasında monte edilen yatay eksenli ve dikey eksenli rüzgar türbinleri aynı kotta ayrı ayrı test edilmiştir (Şekil 5.44. ve 5.45.). Türbinin yerleştiği boşluğun keskin dönüşler yerine kıvrımlı dönüşlerle oluşturulduğu form en etkili sonucu vermiştir (Şekil 5.46.). [81] Bu tasarım, hakim rüzgar etkisi ve doğru bina yönlendirmesi ile, 150°'lik bir alandan rüzgarın türbine doğrudan temasını sağlamaktadır. [6]

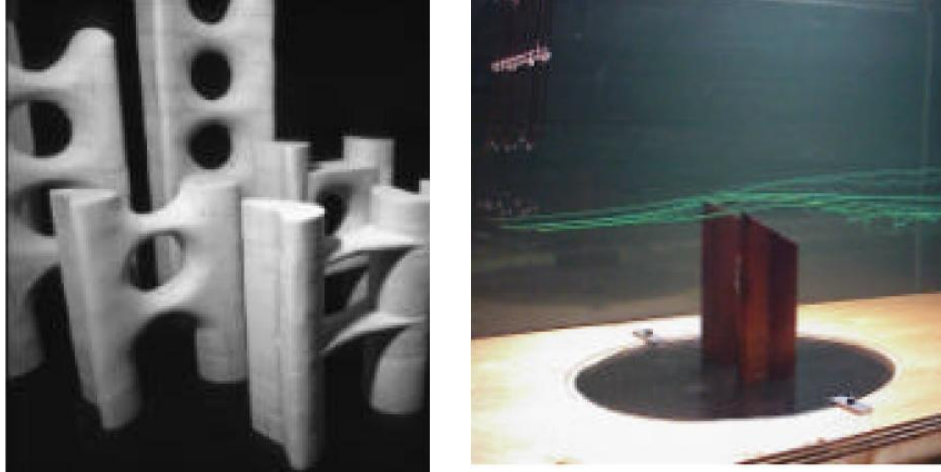
[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[81] Stankovic, S., Campbell, N., & Harries, A. (2009). Urban Wind Energy, Earthscan, London.



Şekil 5.46. Rüzgarı türbine doğru yönlendiren bina biçimlenişi [81]

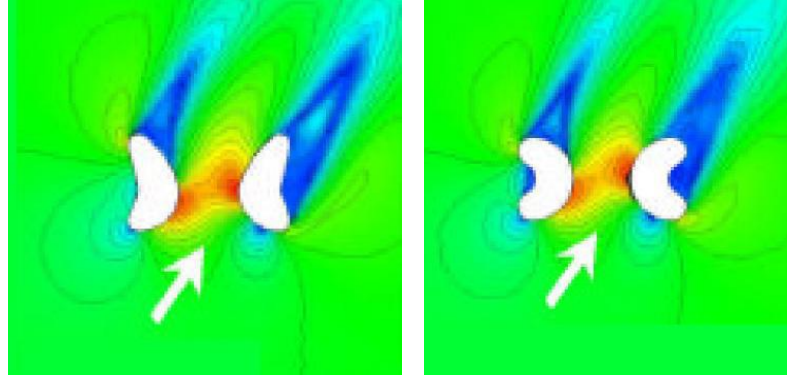
WEB Projesi ile rüzgar enerjisinden maksimum ölçüde yararlanabilecek çeşitli formlar denenmiştir. Aerodinamik olmayan kare blok formdan başlayarak; rüzgarı toplayan, hızını arttıran formlar üç boyutlu modeller ile belirlenmiştir (Şekil 5.47). Bina kütlelerinde düz köşeler yerine eğrisel dönüşlü dairesel form, plan düzleminde de bumerang formu en uygun tasarım olarak ortaya çıkmıştır. (Şekil 5.48.) [6]



Şekil 5.47. WEB Projesi kapsamında kullanılan modeller [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[81] Stankovic, S., Campbell, N., & Harries, A. (2009). Urban Wind Energy, Earthscan, London.

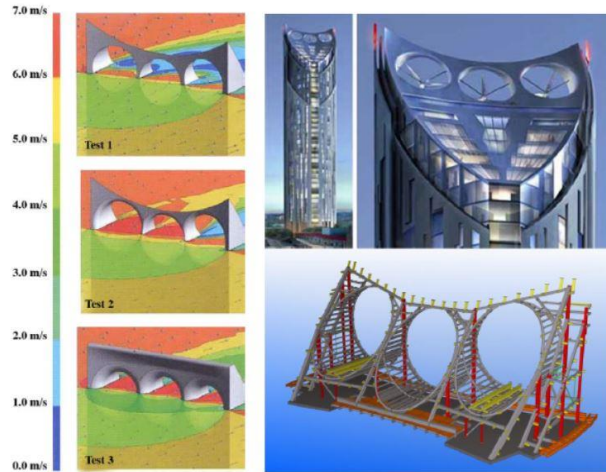


Şekil 5.48. Rüzgar enerjisini en etkin şekilde kullanılmasını sağlayan plan düzlemindeki biçimlenişler [6]

Türbinin yerleştirileceği bölgenin tasarımıyla ilgili *Castle House* (2010) binası için de testler yapılmıştır. İklimsel verilere göre, kuzeyden esen ve 210° 'lik açı ile yapıya etkiyen rüzgar durumunda türbinlerden maksimum verim alınacağı belirlenmiştir. Bu rüzgar esas alınarak çeşitli geometrik formlar test edilmiştir (Şekil 5.49.). Bunlar;

- Orijinal tasarımdaki türbinin yerleşeceği boşluk çapı 9 m olan form (Test 1)
 - 9 m çapında, kenarları 1 m yarıçapla yuvarlatılmış dairesel form (Test 2)
 - 7 m çapında, kenarları 2 m yarıçapla yuvarlatılmış dairesel form (Test 3)
- olarak belirlenmiştir. [81]

Castle House için yapılan çalışmalar sonucunda; Test 3'te, 7 m çapında, kenarları 2 m çapla yuvarlatılmış dairesel kanal ile rüzgardan en yüksek verim elde edilmiştir. Türbinin taradığı alanın azalmasına rağmen doğru yönlendirme, bina formu, türbinin yerleşeceği alanın tasarımı ile rüzgardan daha fazla enerji üretmek mümkündür (Çizelge 5.13.) [81]



Şekil 5.49. Castle House Binası ve rüzgar tüneli testi [81]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

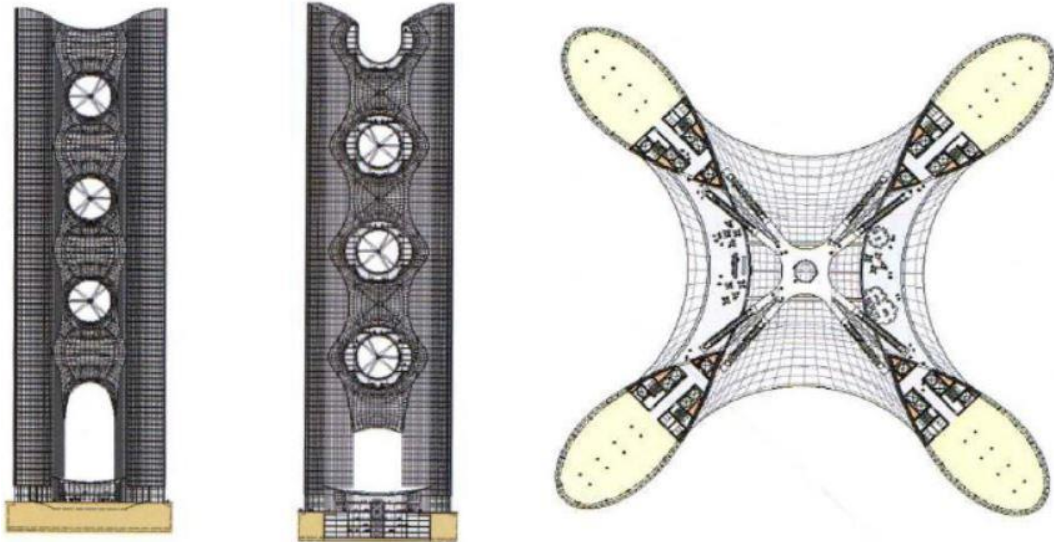
[81] Stankovic, S., Campbell, N., & Harries, A. (2009). Urban Wind Energy, Earthscan, London.

	Rüzgar Yönü (kuzeyden gelen)			
	180	210	240	30
Test 1	0.8	0.9	0.7	1.3
Test 2	1.1	1.4	1.0	1.4
Test 3	1.3	1.3	1.1	1.0
Test 3*	2.2*	2.2*	1.8*	1.7*

* Çizelgedeki değerler serbest halde konumlanmış, aynı yükseklikte, eşdeğer 9 m çapında türbine göre kıyaslamadır. Örneğin 0.5 değeri serbest haldeki türbinin ürettiği enerjinin yarısı demektir. Test 3* eşdeğer 7 m çapındaki bağımsız rüzgar türbini ile kıyaslamayı göstermektedir.

Çizelge 5.13. Castle House Binası için yapılan rüzgar türbini ile aynı özelliklerde bağımsız rüzgar türbini karşılaştırması (oran olarak) [81]

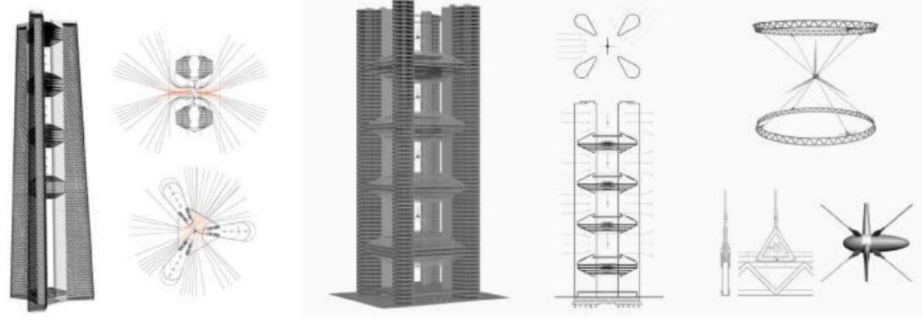
Rüzgar yönü değişken olan bölgeler için, WEB projesi kapsamında yapılan diğer bir test de her yönden gelebilecek rüzgarı kullanan çok yönlü rüzgar türbinidir. 360 m yüksekliğinde 4 kuleden oluşan yapıya 6 adet rüzgar türbini yerleştirilmiştir (Şekil 5.50.). Kuleleri birbirine bağlayan kıvrımlı dönüşler, aerodinamik form olarak yapıya farklı bir mimari tasarım olarak yansırken, türbinlere temas eden rüzgar gücünü de arttırmaktadır. 90° açıyla çapraz olarak birbiri üzerine monte edilen türbinler, birbirinin alternatifi olarak çalışmaktadır. Örneğin, bir grup türbin kuzey-güney yönünde, diğer grup da doğu-batı yönünde yerleştirilerek her yönden gelebilecek rüzgara karşı tüm türbinlerin çalışması sağlanmıştır. Rüzgar tüneli ve CFD (Computational Fluid Dynamics) çalışmaları sonucunda en etkin rüzgarın yapıya 45° açıyla temas eden rüzgardan elde edildiği belirlenmiştir. [81]



Şekil 5.50. Çok yönlü çalışabilen rüzgar türbinli yapı örneği [81]

[81] Stankovic, S., Campbell, N., & Harries, A. (2009). Urban Wind Energy, Earthscan, London.

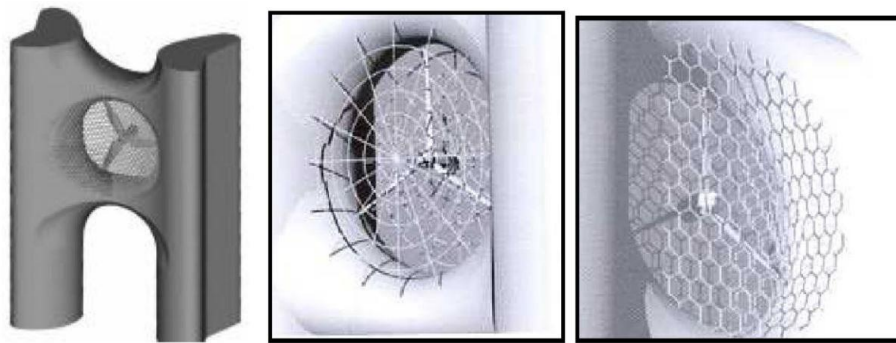
Bazı bölgelerde rüzgar, tek yönden ve belirli doğrultuda hareket ederken bazı bölgelerde birçok yönden hareket edebilir ya da değişkenlik gösterebilir. Bu durumda, rüzgar türbini, rotor bıçakları her yönden gelen rüzgardan faydalanabilecek şekilde tasarlanmalıdır (Şekil 5.51.). [80] Türbin ve kuleden oluşan bağımsız sistemlerde bu sağlanabilirken, bina ya da bina gruplarına yerleştirilecek olan türbinler açısından; taşıyıcı sistem ve mimari mekanın organizasyonunda; türbinin titreşim etkisi, elektro-manyetik alan oluşumu ile bilgisayar sisteminin etkilenmesi ve ses izolasyonu gerekliliği dikkate alınmalı, türbinlere komşu olan bölümler; genel sirkülasyon alanları (merdiven, asansör, servis alanları vb) olarak değerlendirilmelidir. Yapılar arasında türbinleri bağlayan köprüler de geçiş alanları ya da iç bahçe gibi düzenlenebilir. [6]



Şekil 5.51. Rüzgar yönü değişken olan bölgelerde yapılabilecek olan türbin tasarımları [80]

Yapı entegre türbinler için genel problemler şunlardır :

- Türbinin yaratacağı dinamik yük ve titreşimin, yapı taşıyıcı sistemine etkisinin belirlenmesi ve gerekli detayların oluşturulması
- Türbinin yarattığı elektro-manyetik alanın insana ve elektronik aletlere olan negatif etkisi.
- Türbinde çevresinde güvenlik kafesi oluşturmak (Şekil 5.52.) [81]



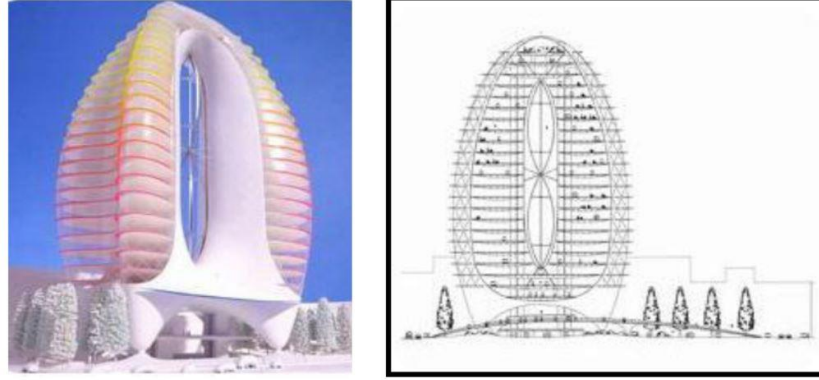
Şekil 5.52. Rüzgar türbinleri için alınan güvenlik önlemleri [81]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

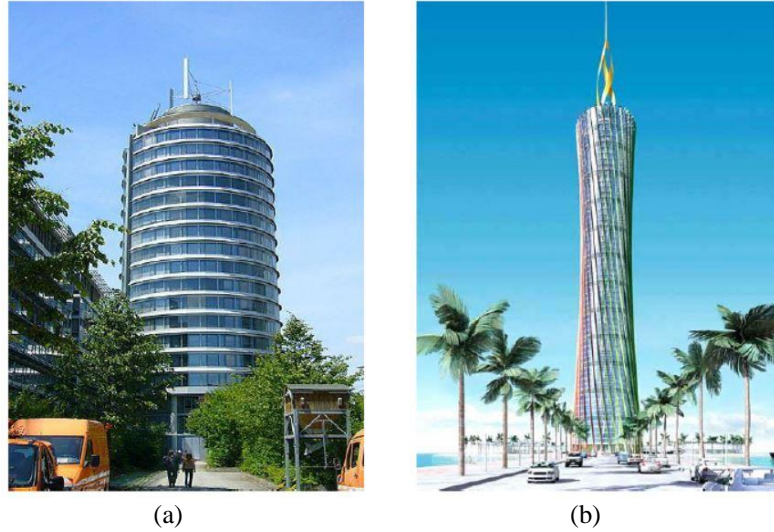
[80] Land, P. (2008). "Innovations in Sustainability at Height: Experimental Tall Buildings", CTBUH 8th World Congress 2008,3-5 March 2008, Dubai.

[81] Stankovic, S., Campbell, N., & Harries, A. (2009). Urban Wind Energy, Earthscan, London.

Yapılarda kullanılan yatay ve düşey eksenli rüzgar türbinlerinden daha fazla enerji elde etmek için, aerodinamik çözümlerle yapı formu, türbinin tasarımına göre şekillenmektedir. Yapılarda, yatay eksenli türbinler, daha fazla enerji ürettiği için tercih edilmektedir. *Project ZED**, aerodinamik formu ve yapının merkezinde konumlandırılmış düşey eksenli rüzgar türbini ile sıfır enerjili bina** tasarımı ilk konsept projelerdendir (Şekil 5.53.). Düşey eksenli türbin kullanımına örnek olarak Almanya’ da 3 kanatlı H-Darrieus tipli rüzgar türbini kullanılan Technisches Rathous Binası ve Dubai’de 68 katlı 322 m yüksekliğindeki Burj al-Taqa Binası verilebilir (Şekil 5.54.). [6]



Şekil 5.53. ZED Projesi, Londra [6]



(a) Technisches Rathous Binası, Almanya, (b) Burj al-Taqa, Dubai

Şekil 5.54. Düşey eksenli rüzgar türbini kullanılmış yapılar [6]

* ZED (*Towards Zero Emissions Urban Development*) Projesi sıfır CO2 emisyonlu yapı araştırması kapsamında EU APAS (European Commission DG XII) Sponsorluğunda 1995 yılında başlayarak 1997 yılında tamamlanmıştır.

** Sıfır enerjili bina yaklaşımı, yapının ihtiyaç duyduğu tüm enerjisi dış kaynaklardan almayı; rüzgar, güneş gibi doğal enerji kaynaklarından üretebilmesidir.

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

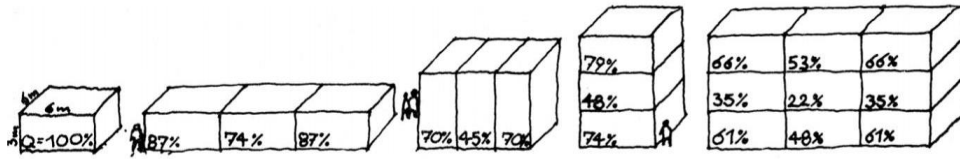
5.3.4. İklimle Dengeli Tasarım Ve Biyoklimatik Yüksek Yapı Tasarımı

İklimsel veriler bir tasarım için en önemli parametrelerden biridir. Sıcak iklim ve soğuk iklim bölgesinde yapılacak yapılardan farklı performanslar beklenir. Yapı tasarımlarının, mevcut iklim kuşağına göre olması ve tasarımda mekan organizasyonunun bu şekilde yapılması, enerjinin etkin kullanılmasını sağlayacak etkenlerdendir. Güneş ışınımı, gölgeleme, hava hareketi gibi veriler dikkate alınarak, enerji harcamaları minimuma indirilebilir. [6]

Biyoklimatik tasarım ilkeleri;

- Bina yönü
- Bina formu ve şekli
- Cephe tasarımı
- Güneş koruma
- Rüzgar kullanımı ve doğal havalandırma
- Renk seçimleri
- Ağaç ve bitki kullanımı [82]

Yapı formu ve yerleşiminin doğru yapılmasıyla, enerji kayıpları % 30-40 azaltılabilmektedir. [83] Yapılan çalışmalarla, ısı kayıp ve kazançlarının bina formu ile ilişkili olduğu görülmüştür (Şekil 5.55).



Şekil 5.55. Bina formu ve enerji kayıplarının şematik gösterimi [83]

Yapı tasarımında, farklı iklim bölgelerinde farklı verilerin dikkate alınması önemlidir. Yapının etkileneceği güneş miktarı, rüzgar hızı ve yönü ile topoğrafik özellikleri dikkate alınarak, yapıdan beklenen performansa göre yönlendirme yapılması gereklidir. İklim bölgelerine göre;

Tropikal bölgelerde; yapı ana kütle ve yapı çekirdeğinin, gün içerisinde gölgelendirmeyi sağlamak için yapının doğu ve batı tarafında konumlandırılması

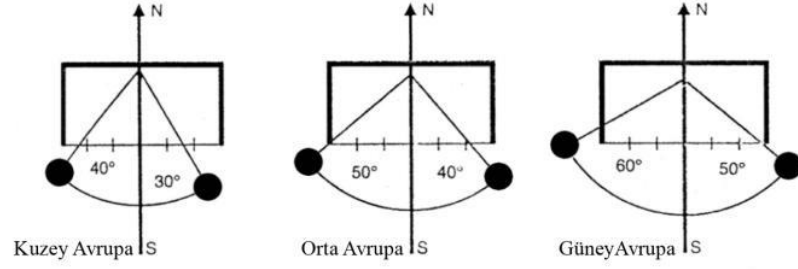
Kurak bölgelerde; yapı ana kütle ve çekirdek, yaz aylarında gölge sağlayabilecek şekilde doğu ve batıda konumlandırılması;

Sıcak bölgelerde; kış aylarında güney ısısından faydalanmak için ana kütle kuzeye yönlendirilmesi ısı kazançları açısından çözüm olabilmektedir (Şekil 5.56.). [83]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[82] Puvannant, C. (1999). "Bioclimatic Design; The Vital Approach To Sustainable Environment and Pollution Control of Asian Cities", Sustainable Environment Policies and Pollution Control Strategies In Cities, 18-30 October 1999, China.

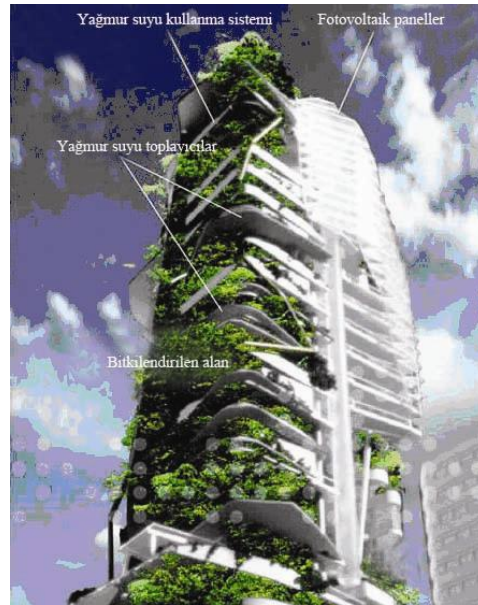
[83] Tönük, S., & Kayıhan, K. (2006). "Architecture and Environment Ecological Building Design Recommendations For One Family Passive House Design", 1st International CIB Endorsed METU Postgraduate Conference Built Environment & Information Technologies, March 16-18, 2006, Ankara.



Şekil 5.56. Bazı bölgelerdeki uygun bina yönleri [83]

Günümüzde yapılar, düşeyde ve yatayda bitkilendirilmekte; yeşil duvarlar, iç bahçeler, yeşil çatılar kullanılmakta ve bu yöntemle ses yalıtımı sağlanabildiği gibi, ısı kaybı ve kazançları da kontrol edilebilmektedir. Yapı yüksekliği ve iklim şartlarının yükseklik arttıkça değişmesi, bölgesel iklim özellikleri, taşıyıcı sistemin getirdiği zorluklar ve bitkilerin yaşayabilme şartları düşeyde bitkilenmeyi zorlaştırmaktadır. [6]

Biyoklimatik tasarım özellikleri, Ken Yeang'ın tasarladığı Editt Tower (Şekil 5.57. ve 5.58.) ve Toronto'da yapılması planlanan *Skyfarm* (Şekil 5.59.) örneklerinde olduğu gibi gökdelenlere de uygulanmaktadır. [84]

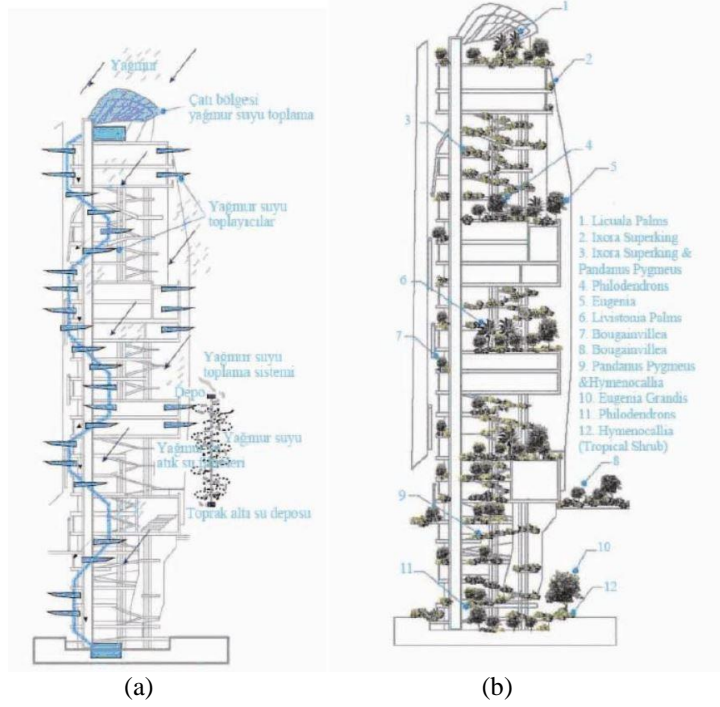


Şekil 5.57. Ken Yeang'ın tasarladığı Editt Tower, bioklimatik yapıdaki sistemlerin şematik olarak gösterimi [84]

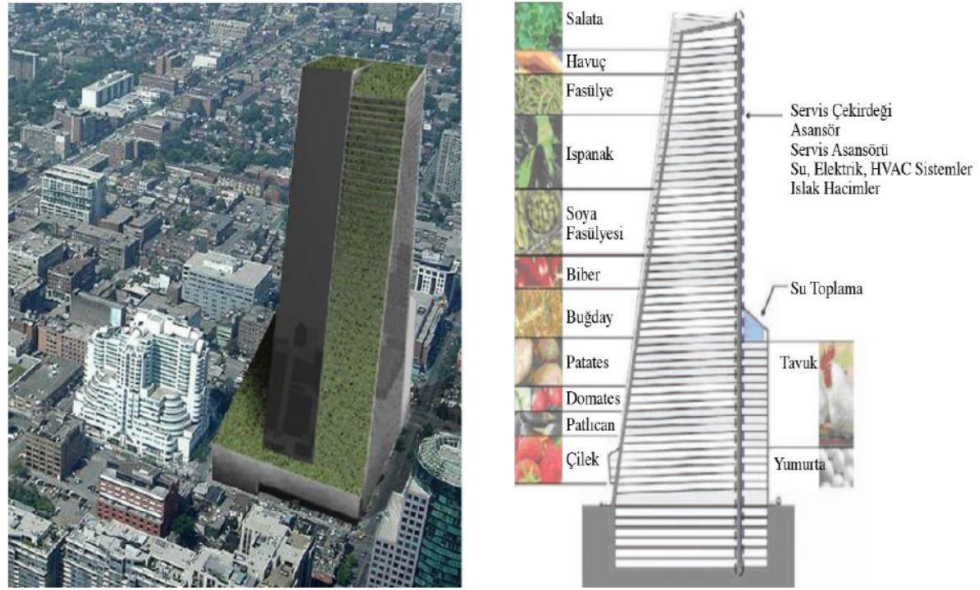
[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[83] Tönük, S., & Kayıhan, K. (2006). "Architecture and Environment Ecological Building Design Recommendations For One Family Passive House Design", 1st International CIB Endorsed METU Postgraduate Conference Built Environment & Information Technologies, March 16-18, 2006, Ankara.

[84] Yeang, K., & Powell, R. (2007). "Designing The Ecoskyscraper: Premises For Tall Building Design", The Structural Design Of Tall and Special Buildings 16, s.411-427.



Şekil 5.58. Editt Tower, a) Şematik olarak yağmur suyu toplama ve kullanma sistemi b) Kat yüksekliğine göre yetişebilen bitki grupları [84]



Şekil 5.59. Skyfarm, Toronto-Kanada [84]

Ken Yeang, yapılarda enerji tasarrufu sağlayan biyoiklimsel tasarımların, yüksek yapılarda da uygulanabileceğini ve gerekli olduğunu başta kendi yapılarında kullanarak göstermiştir. [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[84] Yeang, K., & Powell, R. (2007). "Designing The Ecoskyscraper: Premises For Tall Building Design", The Structural Design Of Tall and Special Buildings 16, s.411-427.

Ken Yeang'a göre biyoklimatik gökdelen tasarımı;

- İklim ve bölge verileri ile uyumlu cephe tasarımı
- Güneşe göre yönlendirilmiş yapı
- Yıl boyunca değişen iklimsel gereklilikleri karşılayabilecek esneklik
- Doğal aydınlatma ve havalandırma koşullarını sağlayabilme
- Malzeme seçimlerinin ekolojik olması ile gerçekleştirilebilir. [84]

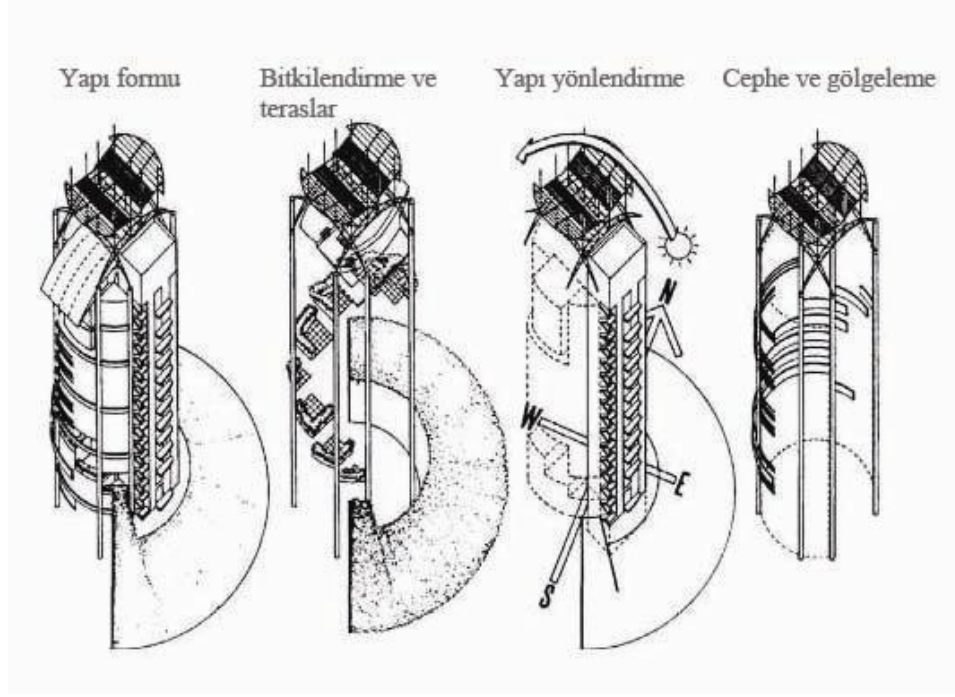
Biyoklimatik yüksek yapılarda, hem akademik çalışmaları hem de çeşitli uygulamaları olan Kean Yeang'ın, 1992 yılında Kuala Lumpur'da tasarladığı *Manera Mesiniaga* binası biyoklimatik olarak adlandırılan ilk modern gökdeldir (Şekil 5.60. ve 5.61.). Yapının doğu ve batı cephesi güneşin geliş açısına göre, gölgeleme ve ısı kazancı sağlayacak şekilde güneş kırıcılar yerleştirilmiştir (Şekil 5.60.). Servis hacimleri cepheye yerleştirilmiş böylelikle doğal havalandırma sağlanmıştır. Yapının cephesine, Kean Yeang'ın 'gök bahçeleri' oluşturma fikriyle, spiral şeklinde zeminden çatıya uzanan atriumlar yerleştirilmiştir. Bu yeşil bahçeler, yapının alüminyum ve çelik olan yüzeleriyle zıtlık oluştururken, gölgeleme etkisi ve organik cephe imajıyla, görsel olarak da etkileycilik sağlamaktadır. [6]



Şekil 5.60. Manera Mesiniaga Binası ve güneş kırıcıları [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[84] Yeang, K., & Powell, R. (2007). "Designing The Ecoskyscraper: Premises For Tall Building Design", The Structural Design Of Tall and Special Buildings 16, s.411-427.



Şekil 5.61. Manera Mesiniaga Binası; tasarım ilkelerinin şematik çizimleri [6]

5.3.4.1. Doğal Havalandırma

Yüksek yapılarda; ısıtma, soğutma ve havalandırma sağlamak için çok büyük enerji harcanmaktadır. Son yıllarda yüksek yapılarda, yapının tasarımını etkileyebilen doğal havalandırma yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır. Doğal havalandırma, mekanik araçlar kullanmadan, hava hareketiyle kapalı mekanlara temiz hava iletilmesi olarak tanımlanabilir. [22] Doğal olarak havalandırılan binalar atriumlar, gökavlular, açılabilen pencereler, havalandırma bacaları, hava giriş-çıkış kanalları ve fanlar içermelidir. [6]

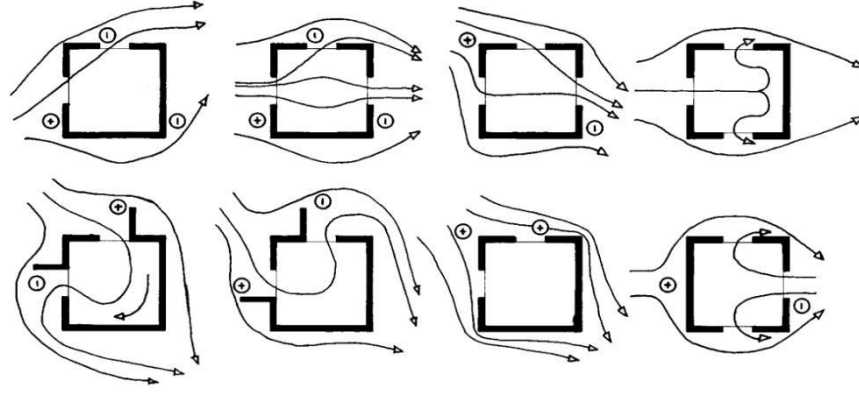
Doğal havalandırma, hava hareketini kullanarak iki şekilde sağlanabilir;

- Isı farkı ile; ısınan hava yükselir, soğuyan hava alçalır ve hava sirkülasyonu başlar.
- Basınç farkı ile; hava, yüksek basınçtan alçak basınca doğru hareket eder. Rüzgarın direkt geldiği yönde yüksek basınç alanı oluşacak, rüzgarın etkimediği alanlar da alçak basınç oluşturarak yapı içine doğru rüzgar hareket edecektir (Şekil 5.62.). [85]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[22] Özgen, A., & Sev, A. (2000). Çok Katlı Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistemler, Birsen Yayınevi, İstanbul.

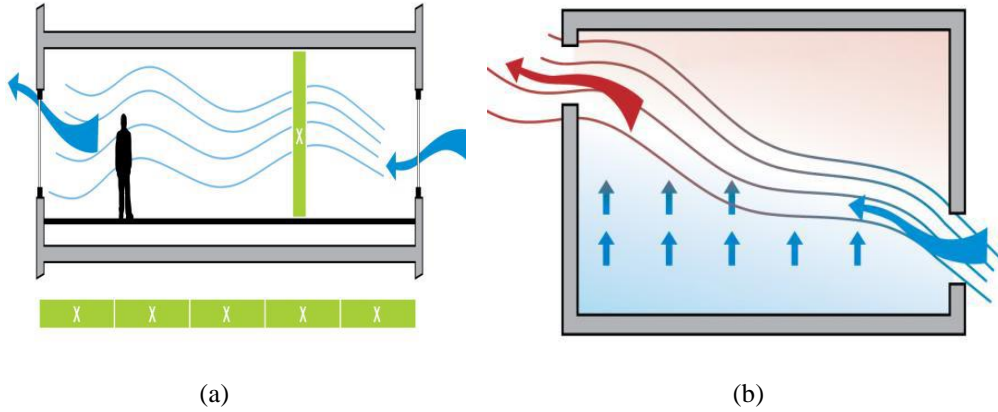
[85] Tsai, C. (2002). Natural Ventilation in The High Rise Buildings in Taipei, Phd. Thesis, Faculty of The School of Architecture University of Southern California, California.



Şekil 5.62. Farklı bina tiplerine etkiyen pozitif (+) ve negatif (-) rüzgar basınçları [6]

En genel anlamda doğal havalandırma için iki strateji mevcuttur:

- **Özel açıklıklar oluşturmak;** Bazı yapılarda bir mekan ya da binanın bir bölümünde küçük açıklıklar bırakılarak çapraz havalandırma ya da ısınan havanın yükselmesi prensibiyle (baca etkisi) oluşturulur (Şekil 5.63. ve 5.65.). Çapraz havalandırma, açıklık/kat yüksekliği oranının en az 5 olduğu durumlarda verimli olmaktadır. Emme etkisi (baca etkisi), genellikle, çapraz havalandırmanın uygun olmadığı ve kat yüksekliğinin fazla olduğu durumlarda verimli olarak kullanılır. [6]



Şekil 5.63. a) Çapraz havalandırma ilkesini gösteren şematik çizim b) Isı farkı kullanılarak baca/emme etkisiyle yapılan doğal havalandırma [6]

- **Yapıda shaft alanı oluşturmak;** Tüm açıklıklardan gelen havanın toplandığı ve başka bir ana açıklıktan dışarı atıldığı sistemlerdir (Şekil 5.65., Şekil 5.66., Şekil 5.67.), yüksek binalarda çok sık kullanılmaktadır. Bu tür sistemlere *Commerzbank* (Şekil 5.64.) ve *Menara Mesiniage* (Şekil 5.60.) binaları örnek olarak verilebilir. Bu sistemin en gelişmiş örnekleri iç bahçeler, iç avlu düzenlemeleridir. [86]

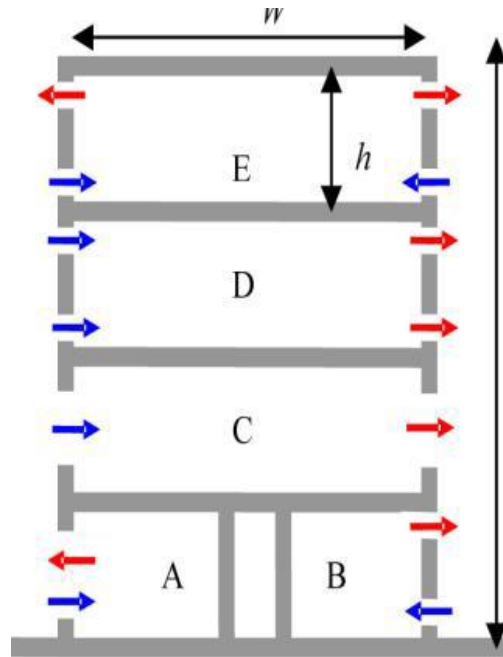
[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[86] Etheridge, D., & Ford, B. (2008). "Natural Ventilation of Tall buildings – Options and Limitations", CTBUH 8th World Congress 2008, Dubai.



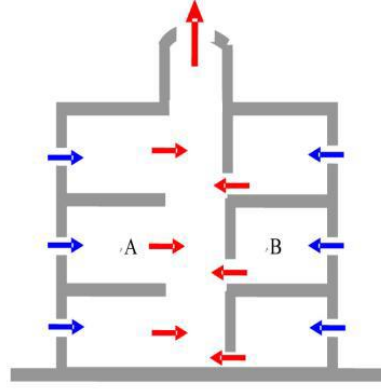
Şekil 5.64. Commezbank Binası [6]

Doğal havalandırmanın sağlanması için; iklimsel veriler, hakim rüzgar yönü ve şiddeti gibi veriler tasarımın da temel çıkış noktası olmalıdır. Yapı yüksekliği arttıkça, rüzgarın yapıya etkileri de artacağından pencere açılması olanaksız hale gelmektedir. Yüksek binalarda akıllı cephe sistemleri, çift cepheler, rüzgar duvarları gibi yöntemlerle doğal havalandırma sağlanabilmektedir. [6]

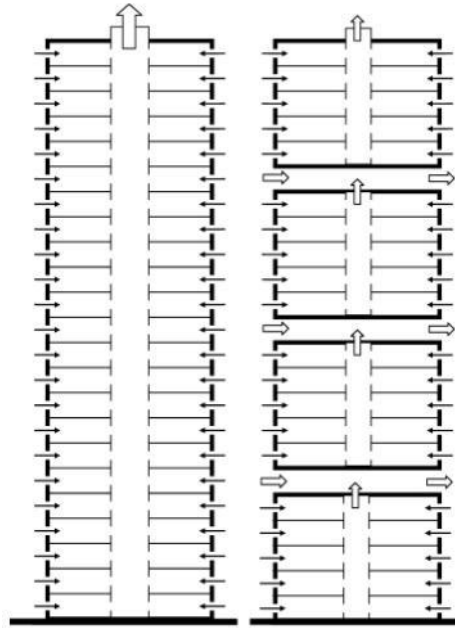


Şekil 5.65. D ve C çapraz havalandırma prensiplerinin şematik çizimi, E havanın fizik kurallarına göre ısınıp yükselen havanın sirkülasyonunu ifade eder [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



Şekil 5.66. A kısmı atrium oluşturularak iç hava ve dış hava sıcaklık farkıyla tüm katlara temiz hava yayılır. B kısmı da mekanik olarak basınç farkından havanın dağılımını ifade eder [6]



Şekil 5.67. Yüksek yapılarda açıklık bırakılarak uygulanan havalandırma yöntemlerinin şematik çizimi [6]

Enerji kullanımını azaltmak için bina tasarımlarında kullanılan doğal havalandırma yöntemleri; pasif, yönlendirilmiş pasif ve aktif sistemler olarak sınıflandırılabilir. [87]

Ken Yeang'a göre doğal havalandırmanın işlevi;

- Kullanıcı sağlığını koruma
- Isısal konforun sağlanması
- Strüktürel soğutmanın sağlanması olarak tanımlanmıştır.

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

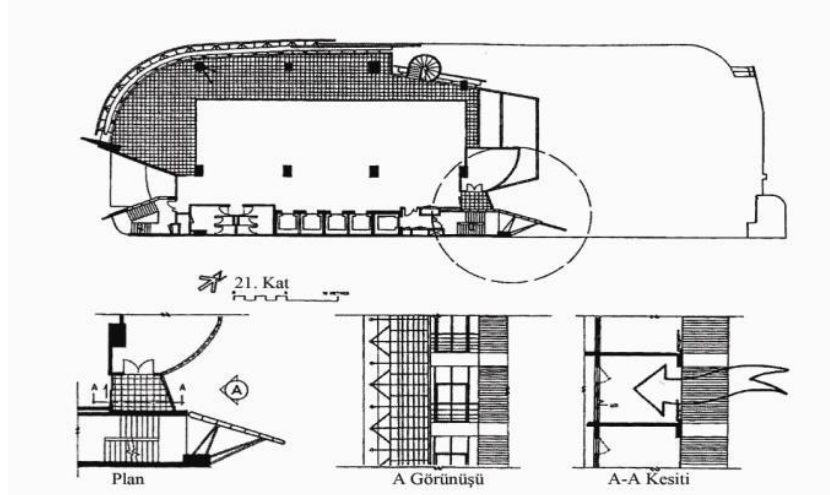
[87] Khan, N., Su, Y., & Riffat, S. (2008). "A Review On Wind Driven Ventilation Techniques", Energy and Buildings, 40: s.1586-1604.

Etkin bir doğal havalandırmanın sağlanabilmesi için;

- Sıcak-nemli bölgelerde hava hızını maksimum tutarak tamamen soğutmaya yönelik, sıcak-kurak bölgelerde ise hava akımını yapıya doğru arttırarak soğutma sağlamak
- Binalarda rüzgardan maksimum düzeyde faydalanacak yüzeyler oluşturmak
- Yapıların uzun cepheleri ve kapı, pencere açıklıklarını hakim yaz rüzgarlarına göre düzenlemek
- Pencereleri ters basınç bölgelerine göre konumlandırmak (Yatayda devam eden pencereler daire ya da kare formlu pencerelere göre daha fazla hava akımı iletir.)
- Topografya, peyzaj, çevre binalar gibi rüzgarı hızını ve yönünü etkileyecek parametrelere dikkat edilmesi
- Rüzgarı yapıya yönlendirecek rüzgar duvarları, parapet gibi mimari elemanlar kullanılması
- Düşey hava şaftları ya da merdiven boşlukları ile emme etkisi yaratılarak doğal havalandırmanın sağlanması
- Bina yüzeyinin arttırılması gereklidir. [88]

5.3.4.2. Rüzgar Duvarları

Rüzgar duvarı uygulaması yapının hakim rüzgarın en etkin olduğu açıklığına rüzgarı toplayan ve yapı içine yönlendiren bir yüzey oluşturan sistemdir. Rüzgar duvarları ile ilgili olumsuz olabilecek olan tek durum gün ışığını kesmeleridir. Bununla ilgili şeffaf elemanlar kullanarak hem rüzgardan hem de doğal gün ışığından yararlanılabilir. Rüzgar duvarı uygulamasına Ken Yeang'ın tasarladığı *Manera Umno* Binası örnek olarak gösterilebilir (Şekil 5.68.). [6]



Şekil 5.68. Ken Yeang'ın Manera Umno Binası'nda kullandığı rüzgar duvarı ve detayları [85]

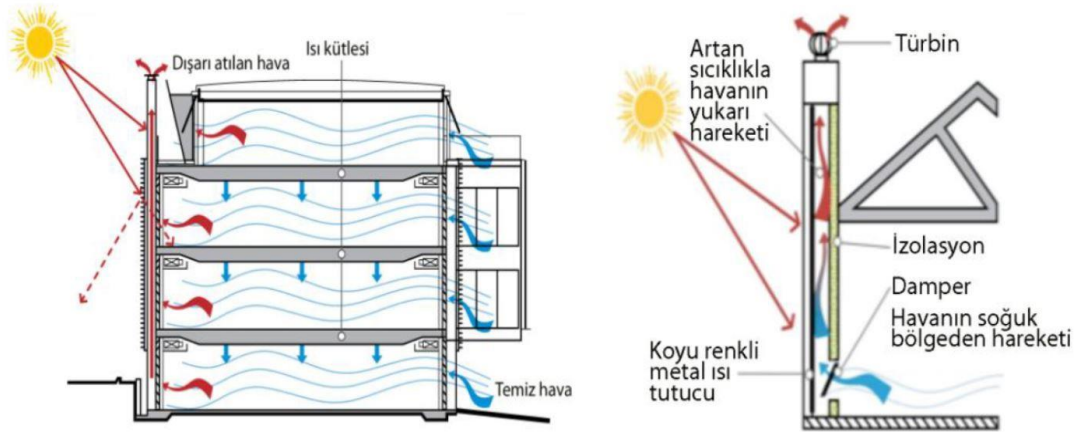
[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[85] Tsai, C. (2002). Natural Ventilation in The High Rise Buildings in Taipei, Phd. Thesis, Faculty of The School of Architecture University of Southern California, California.

[88] Rofail, T. (2006). "Natural Ventilation in Buildings", NEERG Seminar, Australia.

5.3.4.3. Isı Bacaları

Isı bacaları; havanın doğru yönlendirme ile toplandığı, bacanın alt ve üst kotlarında basınç ve ısı farkları oluşturarak hava sirkülasyonun sağlandığı doğal havalandırma yöntemidir. Isı bacaları dış ortam ısisının iç ortama göre daha serin olduğu durumlarda verimli olarak kullanılır. Bacanın üst noktalarının cam ya da koyu renkli ısı emici malzeme ile kaplanması, bacadan hava akışının verimli olarak yapılabilmesi için alınacak önlemlerden biridir (Şekil 5.69.). [6]



Şekil 5.69. Isı bacaları ile yapılan doğal havalandırma ilkelerini ve hava hareketini gösteren şematik çizim [6]

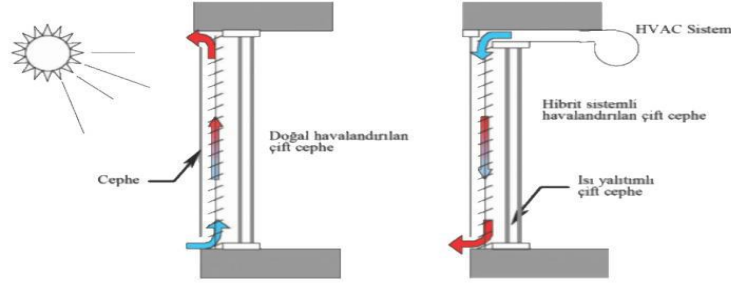
5.3.4.4. Çift Cepheler

Çift cepheler, iki tabakanın aralarında hava boşluğu kalacak şekilde yerleştirilmesiyle oluşturulur. Aradaki boşluk, enerji kayıplarını azaltmak üzere, iç mekan ve dışarı arasında tampon bölge olarak kullanılır. Bu tampon bölge kış aylarında ısı kaybını azaltırken, yaz aylarında gerek doğal havalandırma gerekse de güneş kontrol elemanları vasıtası ile fazla ısınmayı engeller. Özellikle çok katlı yapılarda çok sık rastlanan bu sistem, her kat seviyesinde kesilebilir ya da yapı yüksekliğince devam edebilir. [6]

Çift cephe sistemlerinde doğal havalandırma, rüzgar basıncı ve baca etkisi olarak iki yolla sağlanır. Bazı çift cephe uygulamalarında, ısınan havanın yükselmesi ilkesiyle doğal şartlardan faydalanılarak, bazı durumlarda küçük fanlar ve mekanik sistemlerin birlikte kullanılması esasıyla hibrid sistemlerden de faydalanılabilir. [6]

Hibrid sistemler; hava akışı doğal yollardan sağlanabilirken aynı zamanda cephe boşluğuna doğru havanın akışını kolaylaştıran HVAC sistemlerin de kullanılmasıdır (Şekil 5.70.). Bu sisteme örnek olarak Commerzbank Binası gösterilebilir. [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



Şekil 5.70. Doğal havalandırma ve hibrid sistemlerin şematik karşılaştırması [6]

Çift cephe sisteminde, rüzgar hızı, yoğunluğu ve hakim rüzgar yönü etkin bir havalandırma için önemli hale gelmektedir. Çift cephe sistemlerinin kullanılma nedenleri;

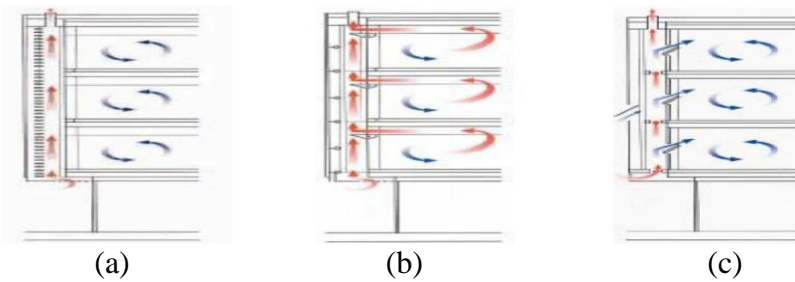
- Enerji korunumu ve ekolojik gereklilik
- Doğal havalandırma
- Maliyet
- Ses yalıtımı
- Kullanıcı kontrol ve konforunu sağlayabilmesi
- Sosyal etki-kullanıcılara doğayı ve manzarayı gösterebilmesi
- Güvenlik

olarak özetlenebilir. [89]

5.3.4.4.1. Çift Cephelerin Sınıflandırılması

Çift cephe sistemleri, havalandırma yöntemleri ve harcanan enerji durumuna göre dört tipe ayrılır: (Şekil 5.71.)

- Tampon bölge oluşturularak yapılan havalandırma sistemi (buffer system)
- Mekanik sistemlerle havanın emilmesini sağlayan sistem (extractes system)
- Çift katmanlı (twin face) sistemler. [6]



Şekil 5.71. a) Tampon bölge oluşturulan havalandırma sistemi, b) Mekanik sistemlerle havanın emilmesini sağlayan sistem, c) Çift katmanlı (twin face) sistemler [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[89] Bayram, A. (2003). Energy Performance of Double Skin Façades in Intelligent Office Buildings: A Case Study, MSc Thesis, Middle East Technical University, Ankara.

5.3.4.4.1.1 Tampon Bölge Oluşturarak Yapılan Doğal Havalandırma Sistemi (Buffer System)

Bu sistem ısıcamın uygulanmaya başlamasından daha öncelerde gün ışığından yararlanmak, ısı ve ses yalıtımı sağlamak amacıyla kullanılırdı. [22] Aralarında 250-900 mm boşluk bulunan iki kat tek camlı doğramadan oluşur. Taze hava, çift katmanlı cephenin iç yüzeyinden açılan pencerelerle alınmaktadır. Çift katmanlar arasındaki boşluğa gölgeleme elemanları yerleştirilebilir. Yaz aylarında yüzeyler arasındaki boşluk ısıyı uzaklaştırmakta, kış aylarında ise ısı kütlesi gibi davranarak ısınan havanın açılabilir iç camlarla iç mekanlara dağıtılmasını sağlamaktadır. [6]

Bu sistemle yapılmış olan binalara örnek olarak, Almanya'daki *Business Promotion Center* gösterilebilir (Şekil 5.72.). Dışarıda tek camlı doğrama ve içte açılan Low-E kaplamalı çift cam panellerden oluşmaktadır, iki katman arasında 200 mm boşluk vardır. Boşluğa giren hava, emme etkisiyle üstten dışarı verilir. Bu bölge yazın sıcaklığı azaltırken, kış şartlarında ısının korunmasını sağlar. [6]



Şekil 5.72. Business Promotion Center (Almanya) [6]

5.3.4.4.1.2. Havanın Emilerek Sirkülasyonu Sağlayan Sistem (Extractes System)

Çift katmanlı ana cephenin iç yüzüne uygulanan tek camlı havalandırma sistemidir. İki katman arasındaki boşluk 150-900 mm arasında olup gerekli olan havaya göre değişkenlik gösterebilmektedir. Havanın emilimi, fanlar sayesinde yapılmaktadır. Katmanlar arasındaki boşluk, HVAC sisteminin parçası gibi çalışmaktadır. Isınan hava fanlarla boşluğa iletilir, böylelikle dış cephe ısı kayıplarını azaltırken, iç cephede ısı dengede kalabilmektedir. Bu tür sistemlere örnek olarak *Londra Helicon Building* gösterilebilir (Şekil 5.73. ve Şekil 5.74.). [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[22] Özgen, A., & Sev, A. (2000). Çok Katlı Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistemler, Birsen Yayınevi, İstanbul.



Şekil 5.73. Helicon Building (Londra) cephe görünüşü [6]



Şekil 5.74. Helicon Building (Londra) cephe detayları [6]

5.3.4.4.1.3. Çift Katmanlı Sistem

Günümüzde yüksek yapılarda çok sık kullanılan sistemdir. İkinci bir cephe sisteminin, ana cephenin dışına, arada 500-600 mm boşluk kalacak şekilde yapılmasıyla oluşur. Bu sistemin yukarıda bahsedilen sistemlerden farkı iç yüzeydeki camların açılabilir olmasıdır. Dıştaki cephe camları; güvenlik camları, lamine cam ya da ısı yalıtım camı gibi farklı özelliklerde olabilir. Bu dış kabuk yüksek yapılarda rüzgar hızını azaltarak ya da keserek iç kabuktaki camların açılmasına olanak sağlamaktadır. [6]

5.3.4.5. Commerz Bank Örneği

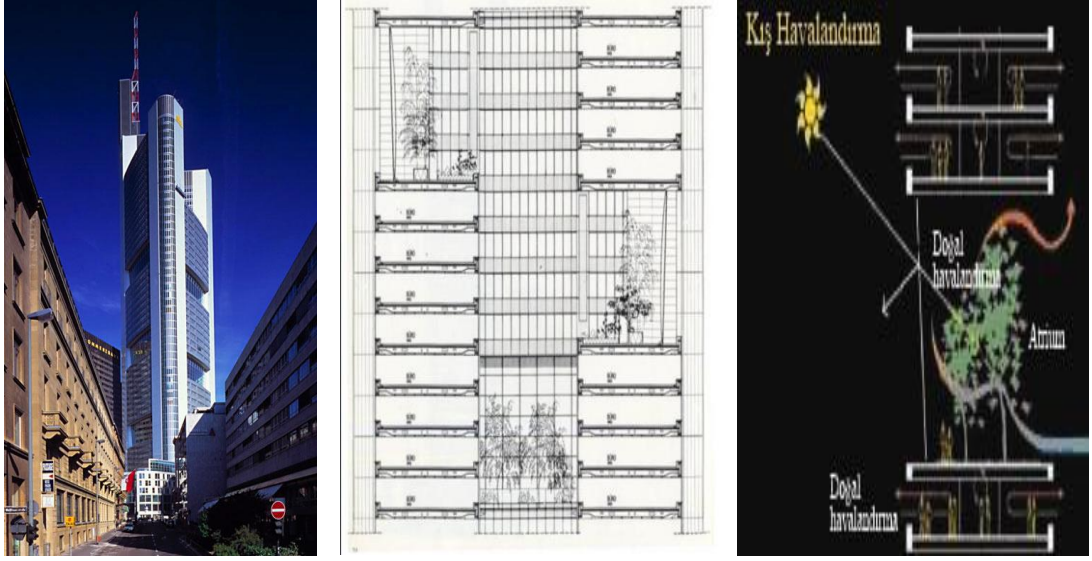
İklimle Dengeli Tasarım Ve Biyoklimatik Yüksek Yapı Tasarımı etkin kullanımı üzerine yapılmış bir çalışma Almanya'da yer alan Commerz Bank da kullanılmıştır. (Resim 5.8.) [6]

- Kat Sayısı: 56
- Yapı Yüksekliği: 259 m
- Bitiş Tarihi: 1997 [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Norman Foster imzalı bu yapı, üçgen bir formla yükselmekte, üçgenin kenarları 4 katta bir tekrarlanan toplam 9 adet iç bahçe oluşturmaktadır. İç bahçelerin cephesi, cam ile kapatılarak, yapıda sera etkisiyle güneş ısısından faydalanılmakta ve gün ışığının ofis bölümlerine tamamen ulaşması sağlanmaktadır. [6]

Yapının merkezinde yer alan 160 m yüksekliğinde düşey atrium, yapıyı ayrı parçalara bölmektedir. Düşey atriumun da üzerinin şeffaf olması nedeni ile, gün ışığı yapıya tamamen ulaşmakta, yaz aylarında üstü açılabilmekte ve yapının havalandırması buradan sağlanmaktadır. [6]

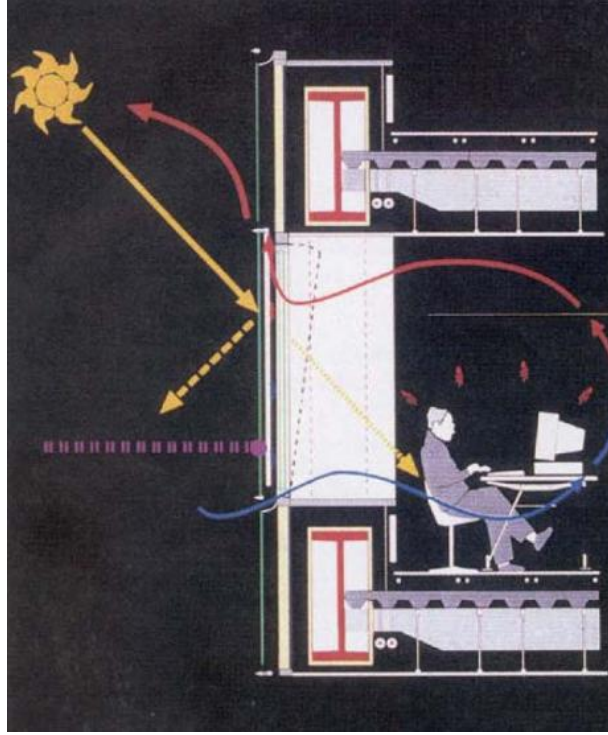


Resim 5.8. Commerz Bank, Almanya, 1997 [6]

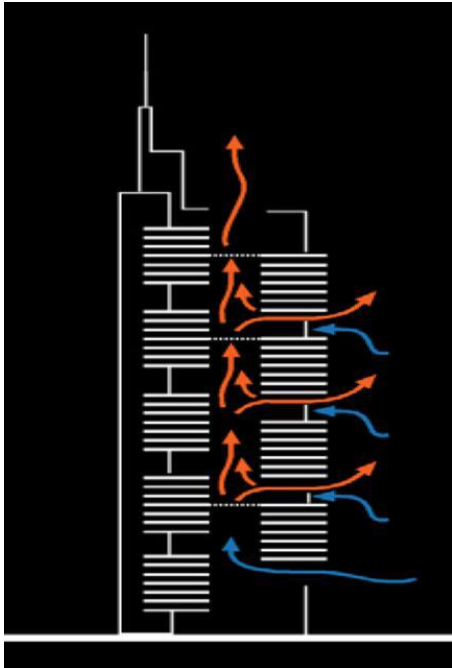
Yapıda doğal havalandırmaya ek olarak, mekanik sistemler de kullanılmaktadır. Ortam ısısının fazla soğuk olduğu, hava şartlarının uygun olmadığı durumlarda camlar açılmadığında, mekanik sistemler kullanılmaktadır. [6]

Yapının cephe sistemi çift cidarlıdır. İçte yer alan pencereler açılabilmekte ve ofislerin havalandırması doğrudan cepheden yapılırken, doğal aydınlatma da sağlanabilmektedir. (Şekil 5.75.). [6]

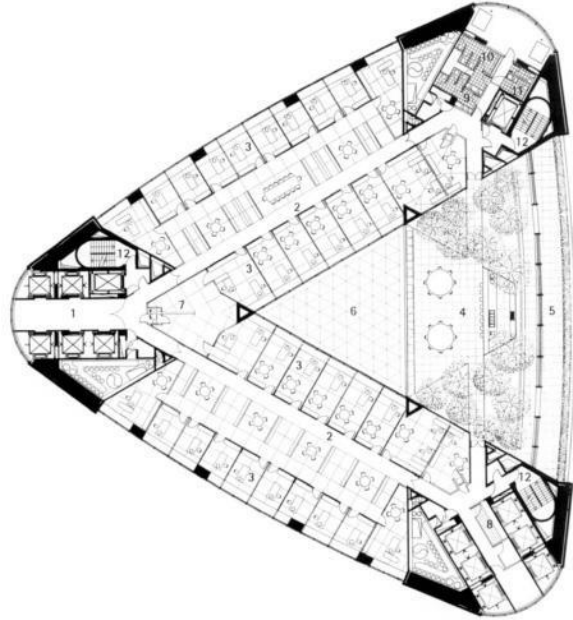
[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



Şekil 5.75. Çift Cepheden Hava Sirkülasyonunu Gösteren Şematik Çizim Commerz Bank, Almanya, 1997 [6]



(a)



(b)

Şekil 5.76. (a) Düşey atrium ve yatay kış bahçelerinden hava sirkülasyonunu gösteren şematik çizim, (b) Commerzbank Binası plan şeması, Commerz Bank, Almanya, 1997 [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

5.3.4.6. RWE Tower Örneği

İklimle Dengeli Tasarım Ve Biyoklimatik Yüksek Yapı Tasarımı etkin kullanımı üzerine yapılmış bir alışma Almanya'da yer alan RWE Tower'da kullanılmıştır. (Resim 5.9.) [6]

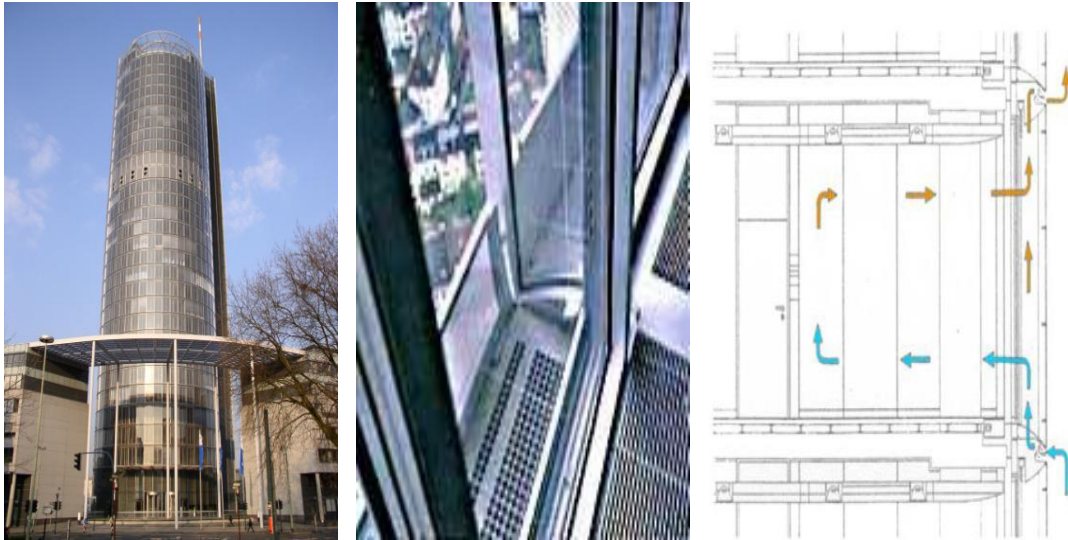
- Kat sayısı: 31
- Yapı yüksekliği: 120 m
- Bitiş tarihi: 1996

Çift cidarlı cephe sistemli binada, 3 katmanlı cam kullanılmış, böylelikle daha şeffaf ve gün iřđının kullanımı optimum olabilmifitir. Cephede yer alan cam modüller 2 m x 3.60 m boyutlarındadır. İki cep-he arasında 50 cm olan boşluk, yatay açılabilir (maksimum 15 cm) pencerelerle havalandırılabilir. Cepheler arasındaki boşlukta, 80 mm genişliğinde alüminyum şeritlerden oluşan kontrol edilebilir bir panjur sistemi yer almaktadır. [6]

Yapının aerodinamik silindirik formu, rüzgar hızını arttırmakta, havanın düşey hareketi ve çapraz havalandırmayı kolaylaştırılmaktadır. Yapıya etkiyen hakim rüzgar hızı 4 m/sn olup; güney, güney batı ve batı yönlerinden gelmektedir. [6]

Yapılan rüzgar testleri sonucunda, pozitif ve negatif basınç farkları çapraz havalandırmanın mümkün olduğu +1.00 ve -2.30 arasındadır. [6]

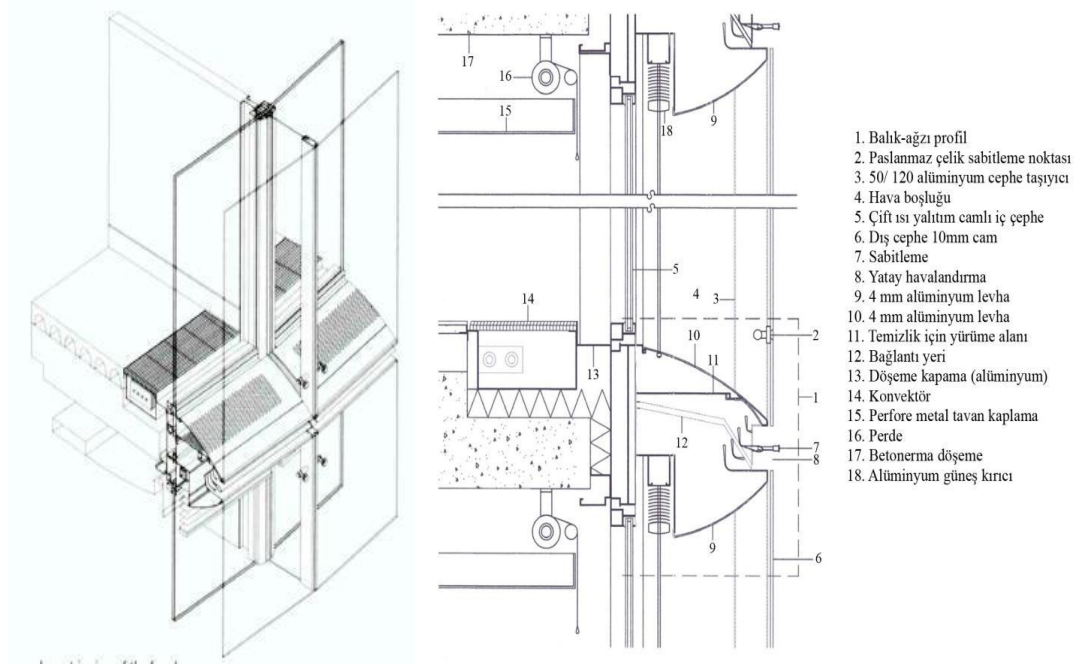
Çapraz havalandırma yapılırken karşılıklı açılır kapılar ya da pencerelerden içeri giren rüzgarın hızından kaynaklı aerodinamik gürültü oluşturmaması, kullanıcıların konforunu etkilememesi için kontrol sistemleri olarak limitatr (kapı/pencere açılmasını sınırlandıran sistemler) kullanılmıştır. [6]



Resim 5.9. RWE Tower, Almanya, 1997 [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbl.

Açılan pencereden içeri gelen rüzgarın hızı limitlere ulaştığında, sistem uyarı vermektedir. Cephe profilleri ‘balık ağzı’ şeklindedir. 16.kat üzerindeki profillerde boyut değişmektedir. Profil yüzeyi yer yer boşluklardan oluşmakta ve bu boşluklar, havanın iç mekanlara ya da dış ortama iletilmesinde doğal havalandırmaya katkı sağlamaktadır. Cephe profilleri aynı zamanda güneş ışınlarının içeri yansımalarına da olanak sağlamaktadır. (Şekil 5.77.). [6]



Şekil 5.77. Yapının Cephe Detayı RWE Tower, Almanya, 1997 [6]

5.3.5. Atık Su Geri Dönüşüm Ve Sistemlerinin Yüksek Yapılarda Kullanılması

5.3.5.1. DIN EN 1085 Standardına Göre Evsel Atık Su

Mutfaktan, çamaşır makinesinden, banyodan, tuvaletten ve benzer amaçlı kullanılan bölümlerde kullanılıp kanalizasyona atılan atık sular. [90]

5.3.5.1.1. Kullanım (PROSESS) Suyu

DIN 4046 standardına göre kullanım suyu kullanılacak amaca uygun kalitede olan su demektir. Ticari, endüstriyel, tarımsal ve benzer amaçlı olarak kullanılabilir. Başka bir deyişle evlerde temizlik amacı ile kullanılan ve içme suyu kalitesinde olması gerekmeyen sulara örneğin tuvalet rezervuarları, çamaşır yıkama, bahçe sulama, ve araba yıkama gibi kaba temizlik işlerinde kullanılan sulara kullanım (proses) suyu denir. [90]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[90] Karahan, A. (2009). IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Seminer Bildirisi, İzmir: s.1155-1164.

5.3.5.1.2. Siyah Su

Siyah su evsel atık suyun bir kısmıdır; tuvaletlerden gelen ve fosseptik atığı içeren suya denir. [90]

5.3.5.1.3. Gri Su

Gri su da evsel atık suyun siyah su içermeyen kısmına denir, yani duştan, lavabodan, küvetten ve hatta mutfaktan gelen atık sudur. [90]

5.3.5.1.3.1. Gri Su Geri Kazanımı

Evsel atık suyun en az kirli olan kısmının, yani duştan, lavabodan, küvetten gelen suyun tekrar kullanılmak üzere arıtılmasıdır. Bazı özel durumlarda çamaşır makinesi ve mutfaktan atılan suda gri suya dâhil edilerek geri kazanımı sağlanabilir. [90]

5.3.5.1.3.2. Gri Su Geri Kazanım Sistemi

Gri suyu toplayıp, kullanım suyu olacak kalitede arıtıp, tekrar kullanılmasını sağlayan sistemlerdir. [90]

5.3.5.2. Su Yönetimi ve Ekolojik Etkileri

Yer altı suları içme suyu için öncelikli (en önemli) kaynaklarımızdır, bunun için suyumuzu verimli kullanarak, doğal su kaynaklarından elde ettiğimiz suyun tüketim oranını düşürüp suyumuzu korumamız gerekmektedir. Bu nedenle su tüketiminin azaltılmasına yönelik olarak tuvalet rezervuarları, bahçe sulama, çamaşır yıkama ve diğer temizlik işlerinde içme suyunun kullanılmaması için önlemler alınmalıdır. [90]

İşlemden geçirilmiş gri suyun kullanım suyu olarak kullanılması su kaynaklarının korunmasına katkı sağladığı gibi doğadaki su dengesi üzerinde de pozitif etkileri vardır. Ayrıca gri su geri kazanım tesisleri kullanılan içme suyu miktarını da azaltır. Sonuç olarak, içme suyu çıkarma ve dağıtma süreçlerinin olumsuzlukları da (enerji ve kimyasal gereksinimler, yeraltı suyunun seviyesindeki düşüş, v.b) azaltılacaktır. [90]

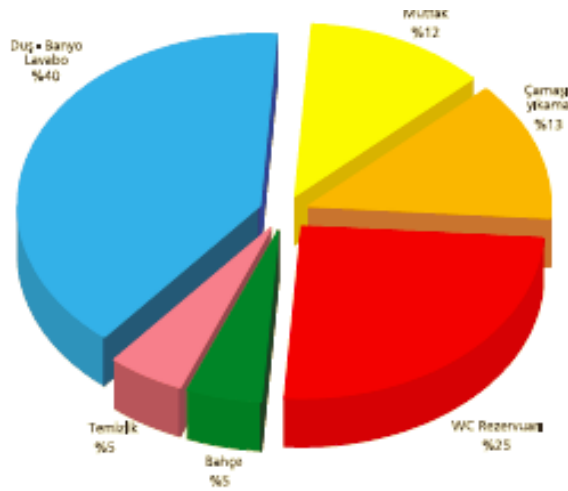
5.3.5.3. Gri Su Miktarı ve Bileşenleri

Gri su, evlerde kullanılan şebeke suyunun kimyasallarla kirlenmesiyle oluşur. Gri suyun kirlilik derecesini temel olarak tüketicilerin alışkanlıkları belirler. Oluşan kirlilik kullanılan kişisel hijyen ürünlerinin, deterjanların, kirli kıyafetlerin ve vücut kirinin bir sonucudur. Bu kirlenler kısaca biyolojik indirgenler olarak sınıflandırılır. Gri su hava şartlarından bağımsız olarak kişisel hijyen ihtiyaçlarından dolayı sürekli oluşur. [90]

[90] Karahan, A. (2009). IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Seminer Bildirisi, İzmir: s.1155-164.

5.3.5.3.1. Gri Su Miktarı

Konutlarda kullanılan suyun miktarı, tamamıyla tüketicinin alışkanlıklarına ve yaşadığı ortama bağlı olarak farklılık gösterir. Şehirlerde su tüketim oranı kırsal kesimlerdeki su tüketim oranlarından çok daha fazladır. Aynı şekilde villalardaki su tüketim oranı ile apartman dairesindeki oranlarda farklılık gösterir. Avrupa’da genel olarak konutlarda ihtiyaç duyulan su miktarı ortalama 129L/(kişi*gün)dür. Bu miktar kullanım yerinin durumuna ve kullanıcıların alışkanlıklarına göre farklılık gösterir. Genel olarak evlerde kullanılan su tüketim oranları (Şekil 5.78.) de görülmektedir. [90]



Şekil 5.78. Günlük Evsel Su Tüketim Oranları [90]

5.3.5.3.2. Gri Suyun Bileşenleri

Gri su, deterjan, cilt yağı, saç, cilt ve kepek parçacıkları gibi kolaylıkla indirgene bilen maddelerden meydana gelmektedir. Bu kolay biyolojik indirgenmeye bağlı olarak, eğer gri su hemen islenmezse, bozulma süreci sülfatlarla sürer buda istenmeyen kokulara sebep olur. Organik maddeler BOİ (Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı) ve KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) parametrelerinin ortalamalarıyla ölçülür. Organik maddelerin içerikleri biriken (toplanan) gri suyun kısmi akışının kaynağına bağlıdır. Tablo 5.60. de öngörülen konsantrasyonlar bulunmaktadır. Duştan ve banyodan gelen gri su az kirlidir. Çamaşır yıkamadan gelen gri su ek olarak kullanıldığında, gri sudaki maddelerin konsantrasyonları yükselir ve bununla birlikte suyun temizlenmesinin maliyeti artar. Mutfakta kullanılan atık sular (lavabo, bulaşık makinesi) eklendiğinde ise bu maliyet daha da artacaktır. [90]

Ayrıca Çizelge 5.14. de belirtilen değerler bölgesel içme suyu kalitesine mesela yüksek nitrat konsantrasyonu veya boru korozyonunu engellemek için fosfat eklenmesine bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Diğer taraftan önemli miktardaki fosfat konsantrasyonu bulaşık deterjanlarının sonucu olabilir. [90]

[90] Karahan, A. (2009). IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Seminer Bildirisi, İzmir: s.1155-164

Parametre	Birim	Küvetten, duştan ve lavabodan gelen su (çökeltme deposundan sonra ölçülen değerlerdir.)	Küvetten, duştan, lavabodan ve çamaşır yıkamadan gelen su	Küvetten, duştan, lavabodan, çamaşır yıkamadan ve mutfaktan gelen su
KOİ	[mg/l]	150 – 400 Ø 225	250 – 430	400 – 700 Ø 535
BOİ5	[mg/l]	85 – 200 Ø 111	125 – 250	250 – 550 Ø 360
AFS	[mg/l]	30 – 70 Ø 40	n/a	n/a
PtotalA)	[mg/l]	0,5 – 4 Ø 1,5	n/a	3 – 8 Ø 5,4
NtotalA)	[mg/l]	4 – 16 Ø 10	n/a	10 – 17 Ø 13
pH	[-]	7,5 – 8,2	n/a	6,9 – 8

Çizelge 5.14. Arıtılmamış Gri Suyun Bileşenleri [90]

Evsel atık sularla karşılaştırıldığında gri su oldukça az besleyici madde (fosfor/azot) ihtiva eder. Fakat biyolojik arıtmada, yetersiz besin kaynağı nedeniyle, olası bir sınırlandırma gri su geri kazanım sistemlerinde yapılan araştırmalarda ortaya çıkmamıştır. [90]

Geçtiğimiz yıllarda yapılan çok miktardaki mikrobiyolojik araştırma banyodan ve lavabodan gelen sulardaki E.koli miktarının toplam evsel atık sulara göre 100 kat daha az olduğunu göstermiştir (Çizelge 5.15.). Çamaşır yıkamadan gelen gri suların toplanmasıyla yıkama sıcaklığına bağlı olarak gri suda yüksek bakteri konsantrasyonu ölçülmüştür. [90]

Parametre	Birim	Küvetten, duştan ve lavabodan gelen gri su	Küvetten, duştan, lavabodan ve çamaşır yıkamadan gelen gri su	Küvetten, duştan, lavabodan, çamaşır yıkama ve mutfaktan gelen gri su	Fosseptik atığı içeren evsel atık su
Toplam koli form bakterisi	1/ml	101 – 105 medyan: 105	102 – 106	102 – 106	104 – 107
e-koli (kolibasili)	1/ml	101 – 105 medyan: 104	101 – 105	102 – 106	104 – 107

Çizelge 5.15. Arıtılmamış Gri Su ve Evsel Atık Sudaki Toplam Koli Formlar ve E-Koli Miktarları [90]

[90] Karahan, A. (2009). IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Seminer Bildirisi, İzmir: s.1155-164

5.3.5.4. Gri Suyun Uygulama Aralığı Ve Kullanım Suyu İçin Kalite Gereksinimleri

Su kullanılan alanların kendilerine özgü kalite gereksinimleri bulunmaktadır. Bu yüzden dolayı gri su geri kazanım sisteminden elde edilen suyun kullanılacağı yerin standartlarına uygun olması gerekmektedir. Genel olarak işlemde geçmiş gri sudan elde edilmiş kullanım suyu, hijyenik ve mikrobiyolojik olarak güvenilir, renksiz ve bütünüyle kati atıklardan arındırılmış olmalıdır. Arıtılan gri su saklanmaya başladıktan birkaç gün sonrada koku oluşmamalıdır. Henüz kullanım suyunun kalitesi konusunda ve işletmelerin çalışmalarını düzenleyen kanuni yönetmelikler olmadığından dolayı, gri su geri kazanım sistemini imal eden firmalardan arıtılan gri suyun kalitesine dair yazılı olarak garanti istenmesi önerilir. [91] Mevcut bilimsel araştırmalara göre, bu suların tuvalet rezervuarları, çamaşır yıkama, bahçe sulama, süs havuzlarında kullanımı ve yüzey sularına doğrudan deşarj etmenin uygun olduğu kanıtlanmıştır. [90]

5.3.5.4.1. Tuvalet Rezervuarları

Çizelge 5.16. 'deki değerler Berlin Senato Ofisi adına açıklanmıştır. Toplam koli form ve e-koli (koli basili) için istenen hijyen AB standartlarındaki yıkanma suyu değerleri (76/160/EEC) doğrultusunda belirlenmiştir. Sınır değerleri sabit olduğunda insanların bu suyla temasları ve hatta yuttukları varsayılsa bile bu kişiler herhangi bir sağlık riski ile karşı karşıya kalmazlar. Bu sıkı şartlar sağlığı ilgilendiren ıslak-mikrop patojeni olarak da adlandırılan Pseudomonas aeruginosa içinde geçerlidir. BOİ₇ ve oksijen doygunluğu da temizlenmiş suyun raf ömrü için kalite kriterleridir. [90]

BOİ ₇	< 5 mg/l
Oksijen doygunluğu	> 50%
Toplam koli form bakterisi ^{A)}	< 100/ml
Dışkısal koli form bakterisi ^{A)}	< 10/ml
Pseudomonas aeruginosa ^{B)}	< 1/ml

A) AB 76/160/EEC yönetmeliğine uygun

B) Alman içme suyu standartlarına uygun

Çizelge 5.16. Tuvalet Rezervuarı İçin Gerekli Kalite Şartları [90]

5.3.5.4.2. Çamaşırhane

Çamaşır yıkamak için tavsiye edilen kullanım suyu kalite şartları Çizelge 5.16. da verilmiştir. Çizelge 5.16. deki değerlere sahip arıtılmış gri su ve şebeke suyu ile yıkanan çamaşırlar üzerinde yapılan bilimsel araştırmalar sonucunda şebeke suyu ve arıtılmış gri su ile yıkanan çamaşırlar arasında kurutma işleminden sonra da hijyenik açıdan hiçbir fark olmadığı ortaya çıkarılmıştır. Sonuç olarak çamaşır makinelerinde kullanım suyu olarak arıtılmış gri suyun kullanılmasında bir sakınca

[90] Karahan, A. (2009). IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Seminer Bildirisi, İzmir: s.1155-164

[91] Agency, U. E. (1995). Manual of Individual Water Supply Systems, U.S. EPA, Washington, DC.

yoktur. Fakat talep edildiği takdirde çamaşır makinesinin konulacağı mekâna şebeke hattı ve arıtılmış gri su hattı çekilerek kullanıcının istediği suyu tercih etmesi de sağlanabilir. [90]

5.3.5.4.3. Bahçe Sulama

Sulama suyu için gerekli olan su değerleri DIN 19650 standartları tarafından düzenlenmiştir. Bu kalite şartları tarım, bahçecilik, kırık alanların yanı sıra parklar ve spor tesislerinde kullanılan suların hijyenik ve mikrobiyolojik yönleriyle ilgilidir. Sulama sularının hijyenik güvenilirliği her kullanım için onaylanmış 4 bölüme ayrılır. (Çizelge 5.17.). [90]

Kalite Sınıfları	Uygulamalar	100 ml suda Faecal streptococci'nin koloni miktarı (Alman içme suyu yönetmeliğine veya AB yıkanma suyu tüzüğüne göre)	100 ml suda E.koli'nin koloni miktarı (Alman içme suyu yönetmeliğine veya AB yıkanma suyu tüzüğüne göre)	1000 ml sudaki salmonellae (DIN 3841413 e göre)	1000 ml sudaki insan ve hayvan parazitlerinin potansiyel bulaşma dereceleri
1) İçme suyu	Seralarda ve açık alanlarda sınırlandırma olmadan tüm bitkiler	Yok	Yok	Yok	Yok
2	Açık alanlarda ve seralardaki ürünlerin çiğ tüketimi, okullardaki spor sahaları ve parklar için	< 100	< 200	Yok	Yok
3	Seralarda tüketim amaçlı olmayan ürünler.meyvelenme dönemine gelene veya toplanılmasına 2 hafta kalana kadar açık alanlardaki yetiştirilen çiğ tüketimi olan ürünler. Meyve ve sebzelerin konserve edilmesi için.Sera veya yenilebilir bitkilerin kesilmesinden veya toplanılmasından 2 hafta kadar önce açık diğer spor alanlarından kısıtlanma olmaksızın alanlardaki diğer bütün ürünler	< 400	< 2000	Yok	Yok
4	Toplanılmasına 2 hafta kalana kadar şarap ve meyve kültürleri, şeker kamışı, yeme amaçlı kullanılmayan veya endüstriyel amaçlı kullanılacak ürünler için	En az bir kere biyolojik işlemden geçirilmiş atık su			Yok

Çizelge 5.17. Sulama Sularının ve Uygulamalarının Hijyenik/Mikrobiyolojik Niteliklerinin Sınıflandırılması [90]

DIN19650 esas alınarak belirlenmiş gereksinimlere göre birçok uygulama ve sulama amaçlı kullanılan suyun kalite gereksinimleri tuvalet için kullanılan sudan daha yüksektir. Gri suyun islenebilmesi için uygun teknoloji gerekir. DIN 19650 e göre bu gereksinimler UV veya kimyasal eklenerek yapılan dezenfektasyonlarla elde edilemez. [90]

[90] Karahan, A. (2009). IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Seminer Bildirisi, İzmir: s.1155-164

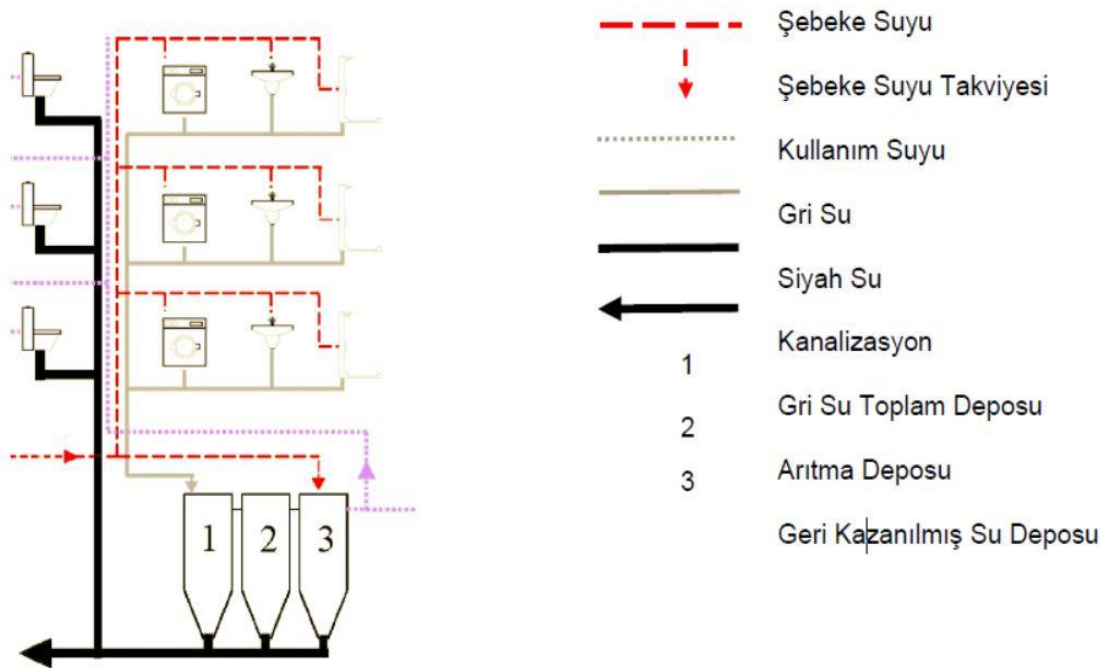
5.3.5.5. Sistem Dizaynı

Gri su geri kazanım sistemi gri suyu toplayan, depolayan ve organik madde miktarını düşürerek, hijyenik hale getirerek Bölüm 5.3.5.4.1.'daki kalite gereksinimlerini karşılayan ve sürekli olarak yüksek kalitede kullanım suyu sağlayan sistemlerdir. Çeşitli üreticilerin üretmiş olduğu farklı sistemler mevcuttur. [92]

Sistemin büyüklüğü kabullere bağlı olarak her bir sistem için ayrı olarak hesap edilir. Hesaplamalarda su ihtiyacı ve gri su miktarı (duştan, lavabodan, küvetten toplanan su) göz önünde bulundurulur yapılr, bazı istisnai durumlarda çamaşır makinesi, mutfak lavabosu ve bulaşık makinesinden gelen suda sisteme dâhil edilebilir. [90]

5.3.5.5.1. Sistem Boyutları

Gri suyun karışım oranlarının yanı sıra gri suyun miktarı da tüketicinin alışkanlıklarına fazlasıyla bağlıdır. Genel bir kural olarak, dairelerde kullanılan kullanım suyunun miktarı gri su miktarından oldukça azdır. Genellikle, gri suyun tamamını arıtmak gerekli değildir. Bu yüzden dolayı az kirli olan gri suyu yani duştan, lavabodan, küvetten gelen suyu sisteme alıp arıtmak çok daha avantajlı olmaktadır. Sistemin boyutları hesap edilirken, sistemin kurulacağı yerin özellikleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin otel gibi ticari amaçlı işletmelere kurulacak olan sisteme gelen gri su miktarı evsel sistemlere oranlara daha fazla olur (Karahan, 2009).



Şekil 5.79. Standart Gri Su Geri Kazanım Sisteminin Kurulum Şeması. (Kazanılan Su Kullanım Suyu Olarak Çamaşır Makinesinde ve Bahçe Sulamada da Kullanılabilir) [90]

[90] Karahan, A. (2009). IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Seminer Bildirisi, İzmir: s.1155-164

[92] Heaney, J. P., & Wayne, C. (1984). Nationwide Assessment of Urban Runoff Impact on Receiving Water Quality, Water Resources Bulletin vol.20,no.1, s.35-42.

5.3.5.5.2. Su, Drenaj ve Havalandırma Hatlarının Bağlantı Şekli

Şebeke ve kullanım suyu hatlarının hiç bir şekilde bir birine bağlantısı olmamalıdır. Hatta kullanım suyunun geçtiği boru hattı farklı bir renkte olmalıdır ki şebeke suyu hattı ile arasındaki fark kolayca anlaşılabilir. Ayrıca sisteme yapılan şebeke suyu besleme hattı DIN EN 1717 standardına uygun olacak şekilde belirli bir mesafeden serbest akış olarak yapılmalı ve geri akışa ihtimal vermeyecek şekilde olmalıdır. [90]

Gri su geri kazanım sisteminde kullanılan depolarda oluşabilecek kokuları önlemek için havalandırma hattı olmalıdır, eğer mümkünse havalandırma hattı evin drenaj hattı havalandırmasından ayrı bir şekilde çatıya kadar çıkarılmalıdır. [90]

Sistemin kurulacağı mekâna bağlı olarak, taşma çıkışı geri su akış seviyesi göz önünde bulundurularak dizayn edilmeli ve sisteme kanalizasyon suyunun girmesi önlenmelidir. [90]

5.3.5.5.3. Tesisat, Borulama ve Pompalar

Saç gibi gri su içerisindeki bazı maddeler uygulama problemlerine sebep olur. İşlenmemiş gri su ile temas eden boru ve tesisatlarda saçların tutunabileceği keskin köşe veya benzer formlar yerine saçların çökebileceği şekilde dizayn edilmelidir. Motorize kapakçık, pompalar, filtreler ve diğer birimler gibi bütün mekanik ekipmanlar tamir, bakım ve temizlenme işlemleri için kolayca ulaşılabilir ve temizlenebilir yerde olmalıdır. [90]

5.3.5.5.4. Kirli ve Temiz su Depoları

Kirli su toplanan depoda ön arıtmaya başlanması sistemde oluşabilecek kokuların önüne geçer. Kirli su deposunun boyutu arıtma işleminin süresine bağlı olarak dizayn edilir. Temiz su deposunun hacmi de arıtma süresi göz önüne alınarak yeterli miktarda kullanım suyunun sistemde hazır olarak bekletilmesi gerekmektedir. Depolama hacmi kullanıcının su tüketim alışkanlıklarına bağlı olduğu kadar kullanım suyu gereksinimlerine de bağlıdır. Genellikle kullanım suyu ihtiyacı ile gri su üretimi arasında bir tutarlılık vardır. Bundan dolayı, kirli ve temiz su depolama kapasiteleri (bunlar işlemiden önce ve sonra düzenlenebilir) gün içinde kullanım suyu ihtiyacından çok olmamalı. [90]

Büyük işletmeler veya kullanıcının analizi iyi yapılmış durumlar için depoların büyüklüğü oldukça küçültülebilir. Depolar doğrudan güneş ışığına karşı korunmalı (örneğin penceresiz bodrum) veya yosunlanmaya karşı uygun bir maddeden üretilmelidir. [90]

5.3.5.6. COR Binası Örneği

ABD’de Miami, Florida’da inşa edilecek ilk sürdürülebilir proje olarak anılan COR Binası, mimarlık, mühendislik ve ekoloji arasında bir birleşim oluşturmaktadır.

[90] Karahan, A. (2009). IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Seminer Bildirisi, İzmir: s.1155-164

Chad Oppenheim Mimarlık tarafından tasarlanan proje, 121 metre yüksekliğe sahiptir ve 40 katlıdır. Bina 113 konut birimi ile mağazalar, restoran ve sosyal mekânlar gibi ortak kullanımlı alanlardan oluşmaktadır. COR Binası enerji etkin dış kabuğu tasarımı sayesinde enerji üretebilecektir. Binanın cephesi, yalıtım için termal kütle olarak çalışmaktadır. Cephede, dairesel pencere boşluklarıyla uyum sağlayacak şekilde düzenlenmiş PV piller gün boyunca enerji üretecektir. Ayrıca dairesel pencere boşluklarının içlerine yerleştirilen rüzgâr türbinleri sayesinde okyanus rüzgârlarından yararlanılarak, ek enerji üretimi sağlanması hedeflenmektedir. [93]



Resim 5.10. COR Binası, ABD [93]

Çatı terasının bir bölgesine yerleştirilen güneş kolektörleri vasıtasıyla üretilen sıcak su ile büyük miktarda enerji tasarrufu sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca yapı gri su yöntemiyle yağmur suyu ve atık suların toplanarak arıtılması ve dış bahçenin sulanması için kullanılması şeklinde ayrıntılar öngörmektedir. Proje, yenilenebilir enerjilerin kullanımı, yeşil çatı tasarımı, bambu yer kaplamaları gibi yenilenebilir ve geri dönüşümlü malzeme ile yüksek yalıtımlı duvar ve çatı tasarımı gibi sürdürülebilir mimarlığı etkinleştiren sistem ve tasarım ilkeleriyle donatılmıştı. [93]

[93] Güteryüz, M., & Dostoğlu, N. (2012). "Yüksek Binalar ve Sürdürülebilir Mimarlık:Çelişkiler, Beklentiler", Yapı Dergisi, sayı:368, s:74-76.

6. YÜKSEK YAPILARDA ENERJİ DERECELENDİRME SİSTEMLERİ

6.1. LEED Sistemi

Bir binanın ya da yapının 'sürdürülebilir' ya da 'yeşil' bina olması çeşitli örgütler tarafından denetlenmekte ve birtakım derecelerle bu özellikleri ortaya konmaktadır. Bu planlamalardan bir tanesi USGBC (*U.S Green Building Council*) in çalışmalarıyla geliştirilen 1998'de hazırlanan LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) sistemidir. LEED, bir yapının sürdürülebilir ya da yeşil yapı olması için gereken kriterleri bir yönetmelik gibi maddeler halinde belgelemiş ve bu kriterlere sahip olma durumuna göre binaların yeşil olma özelliklerini derecelendirmektedir. LEED programının içerdiği altı ana kriter;

1. Sürdürülebilir mekanlar
2. Suyun etkin kullanımı
3. Enerji ve atmosfer
4. Malzeme ve kaynaklar
5. Yapıların iç konfor koşullarının uygunluğu
6. Yenilikçi tasarımlar. [6]

Bu altı kriterin sağlanması için yapılarda kullanılacak sistemler ve alınabilecek önlemler aşağıda sıralanmıştır. [6]

6.1.1. Sürdürülebilir Alanlar Oluşturulması

- Binaların tarım alanlarına yapılmaması, sulak alanlardan daha uzak yerlere yapılması
- Toplumsal olarak ihtiyaç duyulan banka, postane gibi yakın olması
- Endüstriyel atıklarla kirlenmiş bölgelere yapılar yaparak bölgenin temizlenmesi
- Toplu taşıma araçlarına yakın olması ve trafik yükünü azaltması
- Açık alanların kullanılması ve yeşillendirilmesi
- Aydınlatma kirliliğinin önlenmesi
- Doğal aydınlatmanın sağlanabilmesi. [6]

6.1.2. Suyun Etkin Kullanımı

- Peyzaj için iklime göre uygun bitkilerin seçilmesi, damlama sulama kullanma
- Mümkün olduğunca şebeke suyu kullanılmaması
- Tuvaletlerde iki kademeli sifon sistemi su kullanımını azaltmaktadır.
- Yağmur sularının toplanıp kullanılabilceği sistemler kullanmak
- Suyun geri dönüşümlü kullanımı, lavabolardan arındırılmış su kullanımı
- Yağmur suyunu toplayabilme ve kullanama [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

6.1.3. Enerji Verimliliği

- İklimlendirme, aydınlatma, havalandırma gibi enerji gerektiren sistemlerin minimum enerji kullanımını sağlamak; kullanılacak elemanların buna göre seçilmesi
- Rüzgar, güneş gibi yenilenebilir kaynakların kullanımı [6]

6.1.4. Malzeme

- Geri dönüşümlü ve yenilenebilir malzeme kullanımı
- Yerel malzeme kullanımı
- Malzemenin uygulanacak sahaya mesafesinin az olması [6]

6.1.5. İç Hava Kalitesi

- İyi bir yalıtımın yapılması
- Uygun pencere seçimleri
- Uygun havalandırma sistemleri

LEED sisteminde bina tipolojilerine göre gruplandırma yapılmış ve yapılacak sertifikalandırma için yeni yapılar, mevcut yapılar, ticari mekanlar, kabuk-çekirdek, okullar, satış yapan mekanlar, sağlık yapıları, konutlar, kentsel gelişim alanları olmak üzere 9 farklı seçenek oluşturulmuştur. Her tipoloji için oluşturulan değerlendirme sisteminde sertifika verebilmek için gereken puanlar birbirinden farklıdır (Çizelge 6.1.) [6]

- LEED sertifikası: 29-32 puan
- Gümüş (silver) düzey: 33-38
- Altın (gold) düzey: 39-52
- Platin düzey: 52-69 puan [6]

Bölümler	Puan	Yüzde(%)
Sürdürülebilir yerleşim yeri tasarımı	14	20
Suyun etkin kullanımı	5	7
Enerji etkinlik	17	25
Malzeme seçimi	13	19
İç hava kalitesi	15	22
Tasarım-yenilik	5	7
Toplam	69	100

Çizelge 6.1 LEED sistemindeki kriterle göre puanlar ve yüzdeleri [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

LEED sertifikalandırma sistemi ile 1998 yılından bu yana; ABD’de 50 eyalette, dünyada 30 ülkede toplam 99 km²’yi bulan 14 000 proje değerlendirilmiştir. [6]

LEED sertifikasıyla onaylanmış yapıların genel özellikleri;

- Sağlıklı ve konforlu
- Uzun süre dayanıklı
- Enerji verimli ve çevreye karşı duyarlı olmalarıdır [6]

6.2. BREEAM Modeli (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)

BREEAM İngiltere’de British Research Establishment tarafından geliştirilen bir sistemdir. ilk kuruluşunda ofis ve evler değerlendirilirken günümüzde farklı bina türlerini değerlendirmektedir. BREEAM ofis, endüstri, hapishane, sağlık, konut, eğitim yapıları gibi kategorilerde yapıların çevresel etkilerini değerlendirmektedir (Çizelge 6.2.) [6]

BREEAM değerlendirme sisteminde ana konular;

- Enerji
- Ulaşım
- Kirlilik
- Malzeme
- Arazi kullanımı ve ekoloji olarak beş madde halinde sıralanabilir [6]

BREEAM düzeyleri;

- Geçer: 30-44 puan
- İyi: 45-54 puan
- Çok iyi: 55-69 puan
- Mükemmel:70-84 puan
- Seçkin: 85 üzeri [6]

BREEAM tarafından dikkate alınan sorunlar;

- Küresel atmosfer ve kaynakların kullanımı
- Yerel sorunlar
- İç ortam ve sağlık
- Çevrenin binalara etkisi [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bölümler	Puan	Yüzde
Yönetim	10	12
Sağlık ve konfor	14	15
Enerji	21	19
Ulaşım	10	8
Su	6	6
Malzeme	12	12.5
Atık	7	7.5
Arazi kullanımı ve	10	10
Kirlilik	12	10
Toplam	102	100

Çizelge 6.2. BREEAM derecelendirme sisteminde değerlendirilen kriterler, puanları ve yüzdeleri [6]

6.2.1. Küresel Sorunlar ve Kaynak Kullanımı

- Enerji tüketimine bağlı CO2 üretimi
- Ozon tabakası incilmesi
- Doğal kaynaklar ve geri kazanılmış malzemeler
- Geri dönüştürülebilir malzemelerin depolanması [6]

6.2.2. Yerel Sorunlar

- Soğutma kuleleri kaynaklı lejyoner hastalığı vakaları
- Yerel rüzgar etkileri, diğer binaların ve arazinin gölgelenmesi
- Gürültü
- Su tasarrufu [6]

6.2.3. Yapı İçi Sorunlar

- Bina su tesisatından kaynaklı lejyoner hastalığı vakaları
- Zararlı maddeler
- Aydınlatma [6]

6.3. CASBEE Modeli

İlk kez 2002 yılında Japonya Bina Çevre ve Enerji Koruma Enstitüsü (*IBEC*) tarafından yayınlanan ve Japon Yeşil Binalar Konseyi (*JGC*) ile Japon Sürdürülebilir Binalar konsorsiyumu (*JSBC*) tarafından desteklenen, binaların çevresel etkinliğini değerlendiren bir sertifika sistemidir (Çizelge 6.3.) [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

CASBEE modeli dört değerlendirme aracından oluşur:

1) Tasarım öncesi için CASBEE

- Projenin temel çevresel etkileri ve uygun arsa seçimi gibi konuları ele alır.
- Tasarım öncesi evrede projenin çevresel performansını değerlendirir.

2) Yeni yapım için CASBEE

3) Mevcut binalar için CASBEE

4) Renovasyon için CASBEE [6]

Bölümler	Yüzde
Q1 İç mekan Çevresel şartlar	Q puanının %40
Q2 Servis kalitesi	Q puanının %30
Q3 Dış çevre şartları	Q puanının %30
L1 Enerji	L puanının %40
L2 Kaynak ve Malzemeler	L puanının %30
L3 Yerleşim dışı çevresel şartlar	L puanının %30
Toplam	100

Çizelge 6.3. CASBEE sisteminde konulara göre puan yüzdeleri [6]

[6] Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

7. SÜRDÜRÜLEBİLİR YÜKSEK YAPI ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ

7.1. Sürdürülebilir Yüksek Yapı Seçim Kriterleri

Bu bölümde, yüksek yapı tasarımı-sürdürülebilirlik ilişkisinin irdelenebilmesi amacıyla, araştırma kapsamında seçilen, sürdürülebilirlik kaygısıyla tasarlanmış yüksek yapılar incelenecektir. Seçilmiş olan yüksek yapı örneklerinin, sürdürülebilirlik tasarım kararları, kullandıkları cephe teknolojileri, sürdürülebilirlik stratejileri ve tasarım stratejileri incelenecektir. [58]

Bu bölümde, araştırma kapsamında seçilen sürdürülebilir yüksek yapı örneklerinin incelenmesi amacıyla oluşturulan tablo Çizelge 7.1.'de gösterilmektedir. [58]

AMAÇ	GENEL STRATEJİ	YAPI TASARIMI İLE İLGİLİ OLAN STRATEJİLER
Enerjinin etkin kullanılması	Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı	
	Doğal aydınlatma	
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – binanın yönlendiriliş durumu	
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – bina formu	
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – doğal ventilasyon düzeni	
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – bina kabuğunun belirlenmesi	
Suyun etkin kullanımı	Yağmur suyu toplama	
Malzemenin etkin kullanımı	Yenilenmiş ya da geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanılması	
Malzemenin etkin kullanımı	Malzeme tasarrufu sağlayan tasarım ve yapım	
Yapı alanlarının etkin kullanımı	-	

Çizelge 7.1. Araştırma kapsamında binaların inceleneceği yapı tasarımı ile ilgili olan sürdürülebilirlik stratejileri [58]

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

7.1.1. Menara Mesiniaga: IBM Binası



Şekil 7.1. : Menara Mesiniaga cephe perspektifi [58]

Konumu: Selangor, Malezya / Proje başlangıç tarihi: 1989 / Proje bitiş tarihi: 1992 / Kullanım amacı: Ofis / Kat adedi: 15 kat / Yükseklik: 63 metre / İşveren: IBM A.Ş. / Mimari proje tasarımı: T.R. Hamzah&Kenneth Yeang / Yüklenici: Siah Bros / Strüktür Mühendisi: Reka Perunding. [58]

“Menara Mesiniaga Binası”nın tasarımındaki asıl amaç, binayı güneş yörüngesine göre yerleştirerek, doğal ışıktan yararlanmak, pasif ısıtma ve soğutma sağlamaktır. Bina tasarımındaki dikey peyzaj konsepti, binanın giriş katından başlamakta ve bina cephesinde dönen gök avlularla birlikte binanın tepesine kadar devam etmektedir. [58]

Bina, bazı bölümleri dışarıya doğru çıkartılan ve bina çekirdeğinin etrafını saran etkileşimli açık bahçelerden oluşmaktadır. Bütün katlardaki asansör lobileri, merdivenkovaları ve tuvaletler doğal aydınlatılmakta ve havalandırılmaktadır. Servis çekirdeği, doğal havalandırma, doğal aydınlatma sağlamak ve sabah güneşini engellemek amacıyla bina dışına, doğuya yerleştirilmiştir. Binanın en sıcak olduğu doğu ve batı yönlerinde bulunan pencereler, güneş kontrolü, gölgeleme sağlamak ve iç mekânın aşırı ısınmasını önlemek amacıyla dıştan panjurlu olarak tasarlanmıştır. Güney ve kuzey yönlerine bakan cephelerde direk güneş kontrolü yoktur, giydirme cam cephe kullanımıyla manzara ve doğal havalandırma imkânı sağlanmıştır. [58]

Akıllı bina otomasyon sistemleri bina havalandırma ve işletme sistemlerinde enerji tüketimini azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. Bina çatısı ilderde güneş panelleri kullanımına imkân sağlayacak, alan ve alt yapıya sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. [58]

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

AMAÇ	GENEL STRATEJİ	YAPI TASARIMI İLE İLGİLİ OLAN STRATEJİLER
Enerjinin etkin kullanılması	Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı	Bina çatısında ilerde güneş panelleri kullanımına imkân sağlayacak alan ve alt yapı hazırlanmıştır.
	Doğal aydınlatma	Açık bahçeler, gök avlular, giydirme cam cephe
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – binanın yönlendiriliş durumu	Güneş yörüngesine göre yerleştirilerek, doğal ışıktan yararlanılıp, pasif ısıtma ve soğutma sağlanmıştır.
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – bina formu	Doğal aydınlatma, havalandırma sağlamak amacıyla bina, bazı bölümleri dışarıya çıkartılan ve bina çekirdeğini saran etkileşimli açık bahçelerden oluşmaktadır. Servis çekirdeği, doğal havalandırma, aydınlatma sağlamak ve sabah güneşini engellemek amacıyla bina dışına, doğuya yerleştirilmiştir.
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – doğal vantilasyon düzeni	Binanın giriş katından başlayarak, bina cephesinde dönen gök avlularla doğal havalandırma sağlanmaktadır.
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – bina kabuğunun belirlenmesi	Doğu ve batı yönündeki pencereler, güneş kontrolü, gölgeleme sağlamak ve iç mekânın aşırı ısınmasını önlemek amacıyla dıştan panjurlu olarak tasarlanmıştır. Güney ve kuzey yönlerinde güneş kontrolü yoktur.
Suyun etkin kullanımı	Yağmur suyu toplama	-
Malzemenin etkin kullanımı	Yenilenmiş ya da geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanılması	-
	Malzeme tasarrufu sağlayan tasarım ve yapım	-
Yapı alanlarının etkin kullanımı	-	-

Çizelge 7.2. Menara Mesiniaga, yapı tasarımı ile ilgili olan sürdürülebilirlik Stratejileri [58]

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

7.1.2. Commerzbank Genel Merkezi



Şekil 7.2. Commerzbank g.m. cephe perspektifi [58]

Konumu: Frankfurt, Almanya / Proje başlangıç tarihi: 1994 / Proje bitiş tarihi: 1997 / Kullanım amacı: Ofis / Kat adedi: 56 kat / Yükseklik: 300 metre / İşveren: Commerzbank / Mimari proje tasarımı: Norman Foster&Partners / Yüklenici: Hochtief AG / Strüktür Mühendisi: ARUP [58]

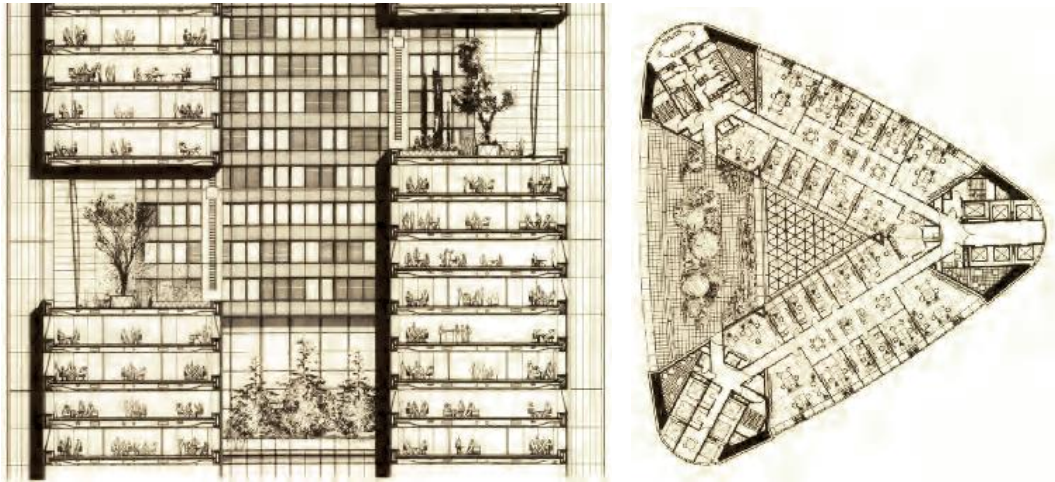
Yüksek yapılarda çekirdek ve sirkülasyon alanları yapının merkezinde bulunurken, üçgen planlı Commerzbank Binası'nın ortasında 160 metre yüksekliğinde ve 17 metre genişliğinde bir atrium yer almaktadır. Bu nedenle çekirdekler, gerekli teknik ve servis alanları yapının köşelerinde çözülmektedir. Üçgen planlı yapının her katında bulunan üç kanadın ikisi 16 metre derinliğinde ofis alanı, üçüncü kanat ise dört kat yüksekliğinde bir kış bahçesi olarak kullanılmaktadır. Bahçeler dört kat yüksekliğindedir ve her dört katta bir, üçgenin diğer kenarına kaymaktadır. 480 m² alana ve 15 metre yüksekliğe sahip 9 adet kış bahçesi, günün farklı saatlerinde yatay aydınlatmayı sağlamak amacıyla, cephe etrafında farklı yerlerde konumlandırılmaktadır. Kış bahçeleri gün ışığının binanın iç kısımlarına kadar girmesini sağlarken, aynı zamanda çalışanlar için rekreasyon ve dinlenme alanı olarak da kullanılabilirler. Aynı zamanda cepheden içeriye doğru çekilmiş olan kış bahçeleri, cephenin dikey şekilde yükselmesi yerine karakteristik bir form kazanmasını sağlamaktadır. [58]

Yapı ortasında yer alan atrium, kış bahçeleri ve çift cephe sistemi çalışma mekânlarında ve ortak mekânlarda, yaz ve kış aylarında güneşin farklı açılardaki konumundan en iyi şekilde faydalanılmasını sağlarken, doğal aydınlatma ve havalandırma sağlama açısından önemli bir görev üstlenmektedir. Atriumun tepesindeki cam çatı, gün ışığının dikey olarak içeri alınmasını sağlarken aydınlık ve samimi bir ortam yaratmaktadır. Ofisler ve koridor arasındaki cam bölücü duvarlar ışığın içerilere kadar girmesine yardımcı olmaktadır. [58]

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ofis katları için tasarlanan çift katmanlı cephenin dış katmanında, yukarıda ve zeminde bırakılan boşluklardan giren hava, açılabilir pencerelerden iç mekâna alınmaktadır. Bina otomasyon sistemi bina cephesindeki açıklıkları kontrol ederek, yılın farklı mevsimlerinde, farklı hava koşullarına uygun şekilde hava akımını ayarlamaktadır. Hava koşulları uygun olmadığında, dış katmandaki boşluklar bina otomasyonu tarafından kapatılmakta ve mekanik ısıtma-soğutma-havalandırma sistemi devreye sokularak, kullanıcı konforu en üst düzeye taşınmaktadır. Ayrıca ara boşlukta düzenlenen storlar güneş kontrolü sağlamaktadır. Atrium tarafındaki camlar da açılabilir özelliktedir. [58]

Bahçelerin ve atriumun doğal havalandırması, atriumda oluşan baca etkisiyle sağlanmaktadır. Üst katlarda aşırı sıcak hava birikmesini önlemek için atriumun havalandırması dört ana grupta ele alınmıştır. Her grupta en alttaki iç bahçenin cephesinin alt bölgesinde havalandırma açıklıkları oluşturularak buradan giren havanın her bir grubun en üstündeki iç bahçe cephesinin üst bölgesine yerleştirilmiş havalandırma kapakçıkları ile dışarı atılması sağlanmıştır. Atriumun her 12 katta bir bölünmüş olması yangın durumunda duman kontrolünü de sağlamaktadır. [58]



Şekil 7.3. Commerzbank g.m. tipik kesit, plan [58]

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

AMAÇ	GENEL STRATEJİ	YAPI TASARIMI İLE İLGİLİ OLAN STRATEJİLER
Enerjinin etkin kullanılması	Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı	-
	Doğal aydınlatma	Bina merkezinde bulunan atrium, tepesinde bulunan cam çatı, 4 kat yüksekliğindeki 9 adet kış bahçesi ve çift cephe sistemi doğal aydınlatma sağlamaktadır.
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – binanın yönlendiriliş durumu	-
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – bina formu	-
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – doğal vantilasyon düzeni	Bina merkezinde bulunan atrium, 4 kat yüksekliğindeki 9 adet kış bahçesi ve çift cephe sistemi doğal havalandırma sağlamaktadır. Çift katlı cephenin dış katmanında, yukarıda ve aşağıda bırakılan boşluklardan giren hava, açılabilir pencereleden iç mekâna alınmaktadır. Atrium tarafındaki camlar da açılabilir özelliktedir.
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – bina kabuğunun belirlenmesi	Çift cephe sistemi, ara boşlukta düzenlenen storlarla güneş kontrolü sağlanmaktadır.
Suyun etkin kullanımı	Yağmur suyu toplama	-
Malzemenin etkin kullanımı	Yenilenmiş ya da geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanılması	-
	Malzeme tasarrufu sağlayan tasarım ve yapım	-
Yapı alanlarının etkin kullanımı	-	-

Çizelge 7.3. Commerzbank, yapı tasarımı ile ilgili olan sürdürülebilirlik stratejileri [58]

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

7.1.3. Swiss Re Genel Merkez Binası



Şekil 7.4. Swiss Re g.m. cephe perspektifi [58]

Konumu: Londra, İngiltere / Proje başlangıç tarihi: 1997 / Proje bitiş tarihi: 2004 / Kullanım amacı: Ofis / Kat adedi: 41 kat / Yükseklik: 180 metre / İşveren: Swiss Re Insurance / Mimari proje tasarımı: Norman Foster&Partners / Yüklenici: Skanska / Strüktür Mühendisi: Ove Arup&Partners [58]

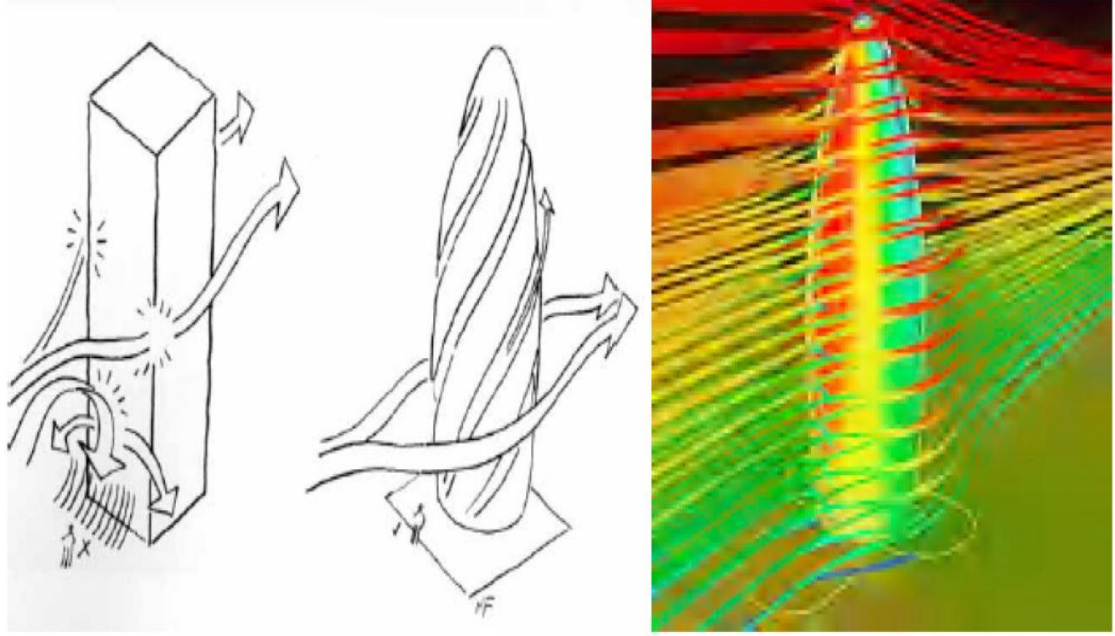
Londra kent merkezinde yer alan “Swiss Re Genel Merkez Binası” aynı zamanda Londra’nın “ilk çevre dostu gökdeleni” olmaktadır. Mimari, teknolojik ve sosyal açılardan radikal bir yaklaşımla tasarlanan yapıda, kullanıcılar ve ziyaretçiler için sağlıklı ve konforlu mekânlar yaratılmaya çalışılmaktadır. [58]

Merkeze doğru genişleyen aerodinamik yapısı ve taşıyıcı sistemi örten camla kaplı çift cidarlı cephesi sayesinde, klasik dikdörtgen gökdelenlerle karşılaştırıldığında, büyük sıkıntı yaratan rüzgâr koridorlarının engellendiği görülmektedir. Doğal hava, dış katmandaki yarıklardan içeri alınmakta, burada koşullandırılarak, gerektiğinde asma tavanlardan iç mekâna verilmektedir. Doğal ışıktan ve havalandırmadan daha fazla yararlanma olanağı sağlayan camlar, binanın enerji tüketimini yılda % 50’ye varan oranlarda azaltmaktadır. Dış katman contalı, üçgen ve eşkenar dörtgen formunda, çift camlı panellerden, iç katman ise kat yüksekliğinde, tek camlı ve sadece bakım-onarım amacıyla açılan yatay sürme kapılardan oluşmaktadır. [58]

Eğrisel form, dışta çelik kafesli bir tüp ve merkezde kafesli bir çekirdek tarafından taşınmaktadır. Böylece iç mekânlarda kolonlarla bölünmemiş net ofis alanları elde edilmektedir. Taban alanı zeminde 50 metre, en geniş olan 17. katta 57 metre ve en üst katta 25 metre çapında olan, dairesel plana sahip yapının kat planları

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

5° döndürülerek üst üste oturmaktadır. Böylece her katta düzenlenen 6 adet boşluk, bina boyunca spiral formu atriumlar ve tüm bina için doğal bir havalandırma sistemi oluşturmaktadır. Buralarda düzenlenen kış bahçeleri sosyal buluşma, rekreasyon, toplantı ve dinlenme alanları olarak kullanılmaktadır. Bu atriumlar yaz aylarında bina içindeki sıcak havayı baca etkisiyle yukarı yönlendirerek dışarı atmakta, kış ylarında ise sera etkisi oluşturarak ısıtma yükünü azaltmaktadır. Bunların yanı sıra çalışma mekânlarına doğal ışık sağlama açısından da önemli katkısı bulunmaktadır. [58]



Şekil 7.5. Swiss Re g.m. rüzgâr analizleri [58]

Asansör, tuvalet ve servis birimleri merkezi konumdaki çekirdekte toplanmıştır. Binanın 38–40 katları restoran, kafeterya ve bar mekânları için ayrılmıştır. En üst katta 360°lik açıyla şehir manzarası gören bir kulüp mekânı bulunmaktadır. [58]

Yapı eşit büyüklükteki dikdörtgen bir bloğa göre daha silindirik görünmektedir. Yansımalar azaltılmış, şeffaflık artırılmış ve zemine doğru incilmesi, rüzgârın etkisinin eşit bir binaya göre azaltılmış olması hem enerji tasarrufu hem de yayaların konforunu sağlamaktadır. Aynı boyutlarda bir kulenin harcayacağı yarı kadar enerji harcamaktadır. [58]

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

AMAÇ	GENEL STRATEJİ	YAPI TASARIMI İLE İLGİLİ OLAN STRATEJİLER
Enerjinin etkin kullanılması	Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı	-
	Doğal aydınlatma	Her katta düzenlenen 6 adet boşluk, bina boyunca spiral formlu atriumlar ve cam cephe.
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – binanın yönlendiriliş durumu	-
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – bina formu	Merkeze doğru genişleyen aerodinamik yapısı ve taşıyıcı sistemi örten camla kaplı çift cidarlı cephesi sayesinde rüzgâr koridorları engellenmektedir.
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – doğal vantilasyon düzeni	Doğal hava, dış katmandaki yarıklardan içeri alınmakta, burada koşullandırılarak, gerektiğinde iç mekâna verilmektedir. Her katta düzenlenen 6 adet boşluk, bina boyunca spiral formlu atriumlar ve tüm bina için doğal havalandırma sistemi oluşturmaktadır.
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – bina kabuğunun belirlenmesi	Dış katman cıtalı, üçgen ve eşkenar dörtgen formunda çift camlı panellerden, iç katman ise kat yüksekliğinde, tek camlı ve sadece bakım-onarım amacıyla açılan yatay süme kapılardan oluşmaktadır. Yansımalar azaltılmış, şeffaflık artırılmış.
Suyun etkin kullanımı	Yağmur suyu toplama	-
Malzemenin etkin kullanımı	Yenilenmiş ya da geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanılması	-
	Malzeme tasarrufu sağlayan tasarım ve yapım	-
Yapı alanlarının etkin kullanımı	-	-

Çizelge 7.4. Swiss Re g.m., yapı tasarımı ile ilgili olan sürdürülebilirlik stratejileri [58]

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

7.1.4. İstanbul Sapphire



Şekil 7.6. İstanbul Sapphire kulesi cephe perspektifi [58]

Konumu: İstanbul, Türkiye / Proje başlangıç tarihi: 2006 / Proje bitiş tarihi: 2011 / Kullanım amacı: Konut, Alışveriş Merkezi / Kat adedi: 61 kat / Yükseklik: 261 metre / İşveren: Kiler Holding / Mimari proje tasarımı: Tabanlıoğlu Mimarlık / Yüklenici: Biskon Yapı A.Ş. / Strüktür Mühendisi: Balkar Mühendislik [58]

Bir konut, alışveriş ve eğlence merkezi projesi olan İstanbul Sapphire Kulesi'nin, konut kısmında dört zon bulunmakta ve bu zonlar kendi içerisinde her üç katta bir gökyüzü bahçesi oluşturmaktadır. Bu alanlar, zonlar arasında konumlanan katlardaki konut kullanıcıları için çeşitli rekreasyon alanları olarak düzenlenmektedir. [58]

Bina cephesi birbirinden bağımsız iki kabuktan oluşmakta ve bu sayede iç mekânlar dışta oluşturulan kabuk yardımı ile olumsuz meteorolojik koşullardan ve sestan korunmaktadır. Bu şeffaf kabuk aynı zamanda iç ve dış mekân arasında tampon bölge oluşturmakta ve yapı fiziği çözümlerini pozitif yönde etkilemektedir. Doğal havalandırma sayesinde nefes alan bina, mekanik iklimlendirme için daha az enerji tüketmektedir. Çevre dostu sistemlerin kullanılmasıyla enerji tüketimi kontrol edilirken, her üç katta bir iklimlendirme ve rekreasyon alanı olarak düzenlenen yeşil alanlar, yüksek kotta bulunan otumlara, doğal ve sıcak bir atmosfer sağlamaktadır. Bu tampon bölgelerde ayrıca binanın işletim destek sistemleri ve mekanik sistemler bulunmaktadır. [58]

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

AMAÇ	GENEL STRATEJİ	YAPI TASARIMI İLE İLGİLİ OLAN STRATEJİLER
Enerjinin etkin kullanılması	Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı	-
	Doğal aydınlatma	Gök bahçeler, şeffaf cephe
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – binanın yönlendiriliş durumu	-
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – bina formu	-
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – doğal vantilasyon düzeni	Çift cephe sistemiyle doğal havalandırma sağlanmaktadır.
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – bina kabuğunun belirlenmesi	Çift cephe sistemi,
Suyun etkin kullanımı	Yağmur suyu toplama	-
Malzemenin etkin kullanımı	Yenilenmiş ya da geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanılması	-
	Malzeme tasarrufu sağlayan tasarım ve yapım	-
Yapı alanlarının etkin kullanımı	-	-

Çizelge 7.5. İstanbul Sapphire kulesi, yapı tasarımı ile ilgili olan sürdürülebilirlik Stratejileri [58]

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

7.1.5. Lighthouse Kulesi



Şekil 7.7. Lighthouse kulesi cephe perspektifi [58]

Konumu: DIFC, Dubai / Proje başlangıç tarihi: - / Proje bitiş tarihi: - /
Kullanım amacı: Ofis / Kat adedi: 64 kat / Yükseklik: 402 metre / İşveren: Gizli /
Mimari Proje tasarımı: Atkins / Yüklenici: DIFC / Strüktür Mühendisi: - [58]

“Lighthouse Kulesi”, Dubai’de yapılması planlanan yeşil bir binadır. Binanın güney yüzeyine elektrik üretmek için, 3 adet 29 metre çaplı 225kw rüzgâr türbini yerleştirilmiş. Enerji üretimini arttırabilmek için, bu türbinlerin hareket etmelerine imkân tanınmış. Bununla birlikte binanın güney cephesinde 4000 adet güneş paneli de elektrik üretmek amaçlı kullanılmış. Bina, eşdeğer bir binaya göre toplam enerji tüketimini %65, su tüketimini de %40 oranında azaltması planlamış. Binanın şekil ve yüksekliğinin, enerji tüketimini azaltmasındaki asıl rolü, güney cephesine monte edilmiş olan rüzgâr türbinleri ve güneş panellerine imkân vermiş olmasıdır. [58]

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

AMAÇ	GENEL STRATEJİ	YAPI TASARIMI İLE İLGİLİ OLAN STRATEJİLER
Enerjinin etkin kullanılması	Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı	Binanın güney yüzeyine yerleştirilen 3 adet rüzgâr türbini ve 4000 adet güneş paneliyle elektrik üretilmektedir.
	Doğal aydınlatma	-
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – binanın yönlendiriliş durumu	-
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – bina formu	Binanın şekil ve yüksekliği, güney cephesine monte edilmiş rüzgâr türbinleri ve güneş panellerine imkân vermiş olmasıdır.
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – doğal vantilasyon düzeni	-
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – bina kabuğunun belirlenmesi	-
Suyun etkin kullanımı	Yağmur suyu toplama	-
Malzemenin etkin kullanımı	Yenilenmiş ya da geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanılması	-
	Malzeme tasarrufu sağlayan tasarım ve yapım	-
Yapı alanlarının etkin kullanımı	-	-

Çizelge 7.6. Lighthouse kulesi, yapı tasarımı ile ilgili olan sürdürülebilirlik Stratejileri [58]

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

7.1.6. Elithis Kulesi



Şekil 7.8. Elithis kulesi cephe perspektifi [58]

Konumu: Dijon, Fransa / Proje başlangıç tarihi: 2007 / Proje bitiş tarihi: 2009 / Kullanım amacı: Ofis, ticaret / Kat adedi: 10 kat / Yükseklik: 30,5 metre / İşveren: Gizli / Mimari proje tasarımı: Arte Charpentier Architects / Yüklenici: Elithis Engineering General / Strüktür Mühendisi: Elithis Engineering General [58]

“Elithis Kulesi”, enerji tüketimini azaltmak ve yenilenebilir enerji tüketimini arttırmak amacıyla alınan tasarım kararlarıyla, kullandığı enerjiden fazlasını üreten, Dünya'nın ilk enerji pozitif binasıdır. Standart bir ofis binasının 1/6'sı kadar sera gazı üretmektedir. [58]

Optimum hacim organizasyonu ve bina formu amaçlanarak tasarlanan kulede, malzemelerin de çevresel etkilerine göre seçilmesi, malzeme ve enerji tasarrufu sağlamaktadır. Binanın cephesi, ahşap ve geri-dönüştürülmüş yalıtım malzemelerinden oluşurken, çevreye zararlı olan alüminyum idareli olarak kullanılmaktadır. [58]

Çatısında bulunan 330 adet güneş paneliyle elektrik üreten binanın cephesinde, ısı geçirimini ve gelen ışığın parlamasını engellerken doğal ışığın içerilere kadar girmesini sağlayan güneş kalkanı bulunmaktadır. Aynı zamanda ofislerdeki emisyonlar iyileştirilip kulede yeniden kullanılmaktadır. Ofiste kullanılan enerji (bilgisayarlar, fotokopi makineleri, yapay aydınlatma vb.) iyileştirilmiş ve tekrar kullanılmıştır. [58]

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

AMAÇ	GENEL STRATEJİ	YAPI TASARIMI İLE İLGİLİ OLAN STRATEJİLER
Enerjinin etkin kullanılması	Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı	Çatısında 330 adet güneş paneliyle elektrik üretmektedir.
	Doğal aydınlatma	Şeffaf cephe
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – binanın yönlendiriliş durumu	-
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – bina formu	Optimum hacim organizasyonu ve bina formu amaçlanarak tasarlanmıştır.
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – doğal vantilasyon düzeni	Çift katlı cephe sistemiyle doğal havalandırma sağlanmaktadır.
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – bina kabuğunun belirlenmesi	Cephe önünde ısı geçirimini ve gelen ışığın parlamasını engellerken doğal ışığın içerilere kadar girmesini sağlayan güneş kalkanı bulunmaktadır.
Suyun etkin kullanımı	Yağmur suyu toplama	-
Malzemenin etkin kullanımı	Yenilenmiş ya da geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanılması	Malzemeler çevresel etkilerine göre seçilmiştir. Binanın cephesi, ahşap ve geri dönüştürülmüş yalıtım malzemelerinden oluşmaktadır.
	Malzeme tasarrufu sağlayan tasarım ve yapım	Optimum hacim organizasyonu ve bina formu amaçlanarak tasarlanan kulede malzeme tasarrufu sağlanmıştır.
Yapı alanlarının etkin kullanımı	-	-

Çizelge 7.7. Elithis kulesi, yapı tasarımı ile ilgili olan sürdürülebilirlik stratejileri [58]

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

7.1.7. The Bahrain World Trade Center (BWTC) Kulesi



Şekil 7.9. BWTC kulesi cephe perspektifi [58]

Konumu: Manama, Bahrain / Proje başlangıç tarihi: 2004 / Proje bitiş tarihi: 2008 / Kullanım amacı: Ticari / Kat adedi: 50 kat / Yükseklik: 240 metre / İşveren: Gizli / Mimari proje tasarımı: Atkins / Yüklenici: Ramboll, Norwin A/S, Elsam Engineering / Strüktür Mühendisi: WS Atkins & Partners [58]

BWTC, tasarımında devasa rüzgâr türbinlerini entegre şekilde kullanan dünyadaki ilk gökdelendir. Binanın şekli, bina cephesine entegre edilmiş olan devasa rüzgâr türbinlerinin kanatlarına hızlı şekilde hava akımı sağlamak amacıyla, rüzgâr testleri ve bilgisayar modellemeleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Rüzgârın türbinlerden geçmeden önce hız kazanmasını sağlamak amacıyla yelken şeklinde tasarlanan binada, oval bina formu negatif basınç oluşturarak, rüzgârın türbinlere doğru akışını sağlamaktadır. [58]

2 kule birbirlerine 31,5 metrelik, 70 tonluk, 3 uçan köprüyle bağlanmakta ve her köprü toplamda 675kW rüzgâr enerjisi üreten, 29 metre (95ft) çapında, 11 tonluk rüzgâr türbinini taşımaktadır. Rüzgâr türbinleri, Basra Körfezinden gelen hava akımı yönüne yani kuzeye yerleştirilmiştir. Rüzgâr türbinlerinin bina toplam enerji kullanımının %11,15 ini üretmesi amaçlanmıştır. Rüzgâr tüneli testleri, titreşim, akustik risk değerlendirmeleri yapılarak konsept hazırlanmıştır. [58]

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

AMAÇ	GENEL STRATEJİ	YAPI TASARIMI İLE İLGİLİ OLAN STRATEJİLER
Enerjinin etkin kullanılması	Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı	Cephesine entegre rüzgâr türbini ile elektrik üretmektedir.
	Doğal aydınlatma	Cam cephe
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – binanın yönlendiriliş durumu	Cepheye entegre rüzgâr türbinleri Basra körfezinden gelen hava akımı yönüne, kuzeye yerleştirilmiştir.
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – bina formu	Rüzgâr türbinlerinin kanatlarına hızlı şekilde hava akımı sağlamak amacıyla yelken şeklinde tasarlanmıştır. Oval bina formu negatif basınç oluşturarak, rüzgârın türbinlere doğru akışını sağlamaktadır.
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – doğal ventilasyon düzeni	Çift katlı cephe sistemiyle doğal havalandırma sağlanmaktadır.
	Enerji etkin pasif bina tasarımı – bina kabuğunun belirlenmesi	Rüzgâr tüneli testleri, titreşim, akustik risk değerlendirmeleri yapılarak belirlenmiştir.
Suyun etkin kullanımı	Yağmur suyu toplama	-
Malzemenin etkin kullanımı	Yenilenmiş ya da geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanılması	-
	Malzeme tasarrufu sağlayan tasarım ve yapım	-
Yapı alanlarının etkin kullanımı	-	-

Çizelge 7.8. BWTC kulesi, yapı tasarımı ile ilgili olan sürdürülebilirlik stratejileri [58]

[58] Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

8. SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüzde yapım ve yapı teknolojilerinin gelişimi her geçen gün yeni tasarlanan yapılar ile oldukça fazla sürat kazanmıştır. Teknolojik gelişmeler bütün hayatı etkilediği gibi mimari tasarım ve projelendirme alanındaki çalışmalarını da pozitif yönde etkilemektedir. Gelişen yapım ve yapı teknolojilerinin, mimari tasarım kararlarındaki etkisi göz ardı edilemeyecek şekilde önem arz etmektedir. Teknolojinin sunduğu imkanlar tasarım kararlarını etkilemekte ve aynı zamanda yön vermektedir. Yapım ve yapı sistemlerindeki teknolojik gelişmelerle birlikte sürdürülebilir mimarlık stratejileri yönünde, yapıların sürdürülebilir tasarım kararları cephe teknolojilerinde ve yapı tasarımlarında da etkisini göstermeye başlamıştır.

17. yüzyıl' dan itibaren sanayileşme ile birlikte fazlalaşan enerji gereksinimini karşılayabilmek için, doğanın tükenbilir enerji kaynakları giderek çoğalan oranlarda kullanılmış; böylelikle günümüzde tehlikeli boyutlara ulaşan çevre kirliliği ve iklimsel değişimlerin temel sorunu haline gelmiştir. Tükenmeyen ve temiz enerji ihtiyacı arayışının bir sonucu olarak meydana gelen yenilenebilir enerji kullanımı, sadece bir kavram olmaktan çıkarak, geliştirilen yeni teknolojiler ve gittikçe azalan maliyetler ile günlük hayatımızın bir parçası haline gelmektedir. Mimarlık alanında da yeşil yapılar, ekolojik yapılar, enerji etkin yapılar gibi adları farklı, amaçları aynı olan tanımlarla yerini almıştır. LEED, BREEAM, CASBEE, yapı enerji kimlik belgesi gibi uygulamalar, enerjinin yenilenebilir olması ve etkin kullanımını teşvik etmektedir. Gökdelenler alanında da, yenilenebilir (sürdürülebilir) enerji kaynaklarının verimli kullanımını sağlayan teknolojiler geliştirilmekte ve yapının enerji ihtiyacının büyük bir bölümü, geliştirilen yenilenebilir ve sürdürülebilir sistemlerle karşılanabilmektedir.

Rüzgar enerjisi; elektrik enerjisi üretmek, havalandırmayı sağlamak, su pompalamak gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Yükseklik ile beraber rüzgar hızının da artması avantajını kullanarak rüzgar türbinleri, yapıya sonradan monte edilebildiği gibi yapının mimari tasarım aşamasında yapıyla birlikte şekillenerek bina entegre olarak da kullanılmaktadır. Bina entegre türbinlerde tasarım, fonksiyonla beraber türbin niteliklerine göre şekillenmektedir. Rüzgar yönü, rüzgar şiddeti, türbinin gürültü oluşturması ya da manyetik alan oluşturması gibi nedenler ile mekan organizasyonunu etkilemektedir. Bina entegre türbinlerde enerji kazancını etkileyen en önemli faktörler; bölgedeki hakim rüzgarlar ve hızları, yapıda türbin/türbinlerin yerleştirileceği alanın rüzgar etkin tasarımı, kanat sayısı ve hızıdır. Rüzgar türbinleri, türbin tipine de bağlı olarak, rüzgar hızının 3-4 m/s olduğu durumlarda çalışmaya başlar ve maksimum güç üretimine rüzgar hızının 10-15 m/s olduğu durumlarda ulaşır. Rüzgar türbinlerinin kanat formları, kalınlığı, kesiti, malzemesi, maliyeti ve kullanım ömrü gibi özellikleri türbin performansını etkilemektedir. Yatay eksenli ve 3 kanatlı türbinler, tasarlanıp ve uygulanmış yapı örneklerinde, yapının toplam enerji ihtiyacının %11-15'ini karşılayabilmektedir.

Rüzgar enerjisi doğal havalandırma amaçlı olarak da kullanılabilir. Doğru yönlendirme, çift cephe sistemleri ve yapıda açıklıklar oluşturulması ile sağlanan doğal havalandırma, mekanik sistem bağımlı enerji ihtiyacını indirgemektedir. Yapılarda rüzgar duvarları ile yapıya gelen rüzgar; iç mekanlara doğru yönlendirilirken, güneş bacaları oluşturarak yapı içinde sağlanan hava

sirkülasyonu; havanın, basınç ve ısı farkı ile toplanıp bir kanaldan dışarı atılması sağlanmaktadır.

Güneş enerjisi aktif ve pasif sistemler olarak yapıda ısıtma, soğutma ve enerji elde etmek için kullanılmaktadır. Güneş pili (PV) panelleri; yapılarda çatı, cephe, saçak, güneş kırıcı gibi elemanlar üzerine yerleştirilmekte; farklı renk, kombinasyon ve dokularla görsel olarak da tasarlanıp uygulanabilmektedir. Ayrıca PV paneller; araçlarda, sokak lambaları, tekstil ürünleri ve uzay çalışmalarında da kullanılmaktadır. Tek kristalli GaAs esaslı PV hücreler % 25'e varan verimlilikle çalışmakta, buna karşılık ince film tabakalı güneş pilleri 5 µm kadar düşük kalınlıklarda, üretimlerinin daha az enerji harcanarak yapılabilmesi ve % 16 verimlilikle çalışabilmesi gibi özellikleriyle tercih edilmektedir. Günümüzde ki nanoteknoloji ve organik teknolojideki gelişmelerin sonucu olarak, Organik Fotovoltaik Hücre (OPVC) % 6 verimle çalışabilmektedir. Diğer nanoteknoloji ürünü olan DSSC (Dye Sensitized Solar Cell), kimyasal boyalar yardımıyla ışığa karşı hassaslaştırılmıştır, üzerine düşen güneş ışınlarını % 10 verimle elektrik enerjisine çevirmektedir. Yüksek bir yapı, PV panel uygulama alanının fazla olması açısından önemli hale gelmekte ve yapı yüzeylerinin etkin kullanımı ile ~ 3 000 000 kWh enerji üretilebilmektedir PV panellerin uygulanmasında dikkate alınacak parametreler, gün ışığı süresi, bölgenin enlemine göre belirlenecek yerleşim açısı, ortam sıcaklığı, akülerin kapasitesi ve panellerin havalandırma koşullarıdır.

Jeotermal enerji kaynaklarının yüksek yapılarda kullanımı diğer sistemlere göre daha azdır. Isı pompaları kullanımı ile yapı sıcaklığı bir akışkan yardımıyla zemine aktarılarak yapıda soğutma sağlanırken, sistemin ters çalışması ile yapı ısıtılmaktadır. Yapı yüksekliği arttıkça, yapılarda en fazla enerji kaybı olan cepheler için; basınç, su ve hava geçirimsizlik özelliklerini sağlayacak profil kesitleri ve cephe sistemleri geliştirilmiştir. U değeri 1.7 W/m²K, içeriden dışarıya hava akışı (infiltrasyon) 0.37 m³/m²h olan doğrama serileri, enerji tüketiminin azaltılmasına önemli katkıda bulunmaktadır. Havalandırma amaçlı enerjiyi azaltabilmek için profiller, doğal havalandırma sağlayacak formda olmalıdır. Kullanıcıların konfor şartlarını sağlayabilmek üzere akıllı camlar, aktif (elektrokromik, gazokromik) ve pasif sistemler (termokromik, fotokromik) olarak geliştirilmektedir. Aktif cam sistemlerinde, camların yapısında kullanılan özel jöleler ile ısıya ya da ışığa bağlı olarak; pasif sistemlerde ise, voltaj uygulaması ile renk değişimi sağlanmakta, böylelikle camların ısı tutma ya da yansıtma özellikleri kontrol edilebilmektedir. Isınmayı, aydınlatmayı kontrol edebilen etkin cam sistemlerinin geliştirilmesi sonucu, yüksek yapılarda tercih edilen cam tipi, ısı kayıplarını tek cama göre 5 kat, standart yalıtım camlarına göre 2.5 kat azaltan yüksek performanslı Low-E kaplamalı camlardır. Yüksek yapılarda, çift cephe sistemi ve uygun cam seçimi ile ~ %25 oranında enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.

KAYNAKLAR

- Acaroğlu, M., ve Őltanır, M. Ő. (2000). TŐrkiye'de BiyokŐtŐle (Biyomas) Enerji Potansiyeli ve Değerlendirilmesi İçin Öneriler. TŐrkiye 8.Enerji Kongresi, Ankara.
- Acaroğlu, M., ŐđŐt, H., ve arman, K. (2001). BiyokŐtŐle Enerjisinin Yakıt Olarak TŐrkiye'ye Sağlayacağı Ekolojik ve Ekonomik Potansiyelin Belirlenmesi. Letkoğa.
- Achermann, T., ve Söder, L. (2002). “An overview of wind energy –status 2002”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 6: s.6-128.
- Agency, U. E. (1995). Manual of İndividual Water Supply Systems, U.S. EPA ,Washington,DC.
- Akkaya, A. V., Akkaya, E. K., ve Dağdağ, A. (2002). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının evresel Açıdan Değerlendirilmesi, IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, Cilt 1, İstanbŐl:, s. 37-43
- Alaçakır, F. B. (2001). Őlkemizde Elektrik Őretimini Destekleyen Bir özŐm: GŐneđ Pilleri. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, İzmir.
- Ali, M. M., ve Armstrong, P. J. (1995). Architecture of Tall Buildings, Council on Tall Buildings and Urban Habitat Committee 30, McGraw-Hill, İnc., New York.
- Ali, M., ve Moon, S. (2007). Structural Developments İn Tall Buildings, Current Trends And Future Prospects. Architectural Science Review 50.3, s.205-223.
- Alkin, E., ve İlkin, A. (1991). Ekonomik ve Sosyal Sorunlar özŐm Önerileri Dizisi 1, evre Sorunları, TOBB, İstanbŐl. s.1-6.
- Alnaser, N., ve Flanagan, R. (2008). “Potential Of Making-Over To Sustainable Buildings In The Kingdom Of Bahrain”, Energy And Buildings 40 (2008): s.1304-1323.
- Alparslan, GŐltekin, ve Dikmen. (2009). Ekolojik Yapı Tasarım ŐlŐtlerinin TŐrkiye'deki GŐneđ Evleri Kapsamında İncelenmesi, 5. Uluslar arası İleri Teknolojiler Sempozyumu, KarabŐk: s:1-2.
- Altın, M. (2002). Geleceğin Yapı Malzemesi: Fotovoltaik Paneller, Geleceğin Mimari Akımı: Enerji Mimarlığı”, 1. Ulusal Yapı Malzemeleri Kongresi ve

Sergisi, 9-13.Ekim.2002, Kongre Bildirileri-II, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, İstanbul: s.701-703.

Aslıtürk, N. E. (2006). “Çok Katlı Yapılarda Yenilenebilir Enerji Kullanımı”, “City and Health/Kent ve Sağlık” Uluslararası Katılımlı Sempozyum, Bursa Uludağ Üniversitesi.

Ayaz, E. (2002). Yapılarda Sürdürülebilirlik Kriterlerinin Uygulanabilirliği", Mimarist Dergisi, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Şubesi, İstanbul: s.73.

Aytis, S. (1989). Yüksek Yapıların Gelişimine Toplu Bir Bakış, Yüksek Binalar 1. Ulusal Sempozyumu, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Bayır, L. (1988). Türkiye’de Yüksek Binaların Başlangıç ve Gelişmesi. Yüksek Lisans Tezi. İTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bayram, A. (2003). Energy Performance of Double Skin Façades in Intelligent Office Buildings: A Case Study, MSc Thesis, Middle East Technical University, Ankara.

Baysan, O. (2003). Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimarlıkta Tasarıma Yansıması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bekar, D. (2007). Ekolojik Mimarlıkta Aktif Enerji Sistemlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bektaş, C. (1989). Yüksek Yapılar ve Mersin Gökdeleni. Yapı Dergisi(89), Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul, s.46-47.

Bennett, D. (1995). Skyscrapers: Form and Function. Simon and Chuster. New York.

Berkes, F., ve Kışlalıoğlu, M. (2003). Ekoloji ve Çevre Bilimleri, Remzi Kitabevi, İstanbul.

Blunden, J., ve Reddish, A. (1991). Energy Resources and Environment, The Open University, U.K. s.180.

Bostan, H. T. (2012). Yüksek Yapılarda Ekolojik Mimari Ve Sürdürülebilirlik, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bozdoğan, B. (2003). Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bull, S. (2001). “Renewable Energy Today and Tomorrow”, Proceedings Of The IEEE, 89 (8): s.1216-1226.

Ceylan, T. (1994). “Enerji ve Çevre”, Güneş Enerjisi Uygulamaları-Gelişmeleri

Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s.12-15 Mayıs 1994, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Denizli Şubesi Muğla İl Temsilciliği, Muğla: s.194-195.

Ciravoğlu, A. (2007). Yüksek Yapılar ve İzdüşümleri: Ekonomi, Toplum ve Çevre, Mimarist, sayı:24, İstanbul, s.38.

Council on Tall Buildings and Urban Habitat. (2014). Council on Tall Buildings and Urban Habitat. Erişim Tarihi: 12 Kasım 2014: <http://www.ctbuh.org/TallBuildings/HeightStatistics/BuildingsinNumbers/TheTallest20in2020/tabid/2926/language/en-US/Default.aspx> adresinden alınmıştır

Council on Tall Buildings and Urban Habitat. (2014). Council on Tall Buildings and Urban Habitat. Erişim Tarihi:12 Mayıs 2014: <http://www.ctbuh.org/TallBuildings/HeightStatistics/HeightCalculator/tabid/1007/language/en-US/Default.aspx> adresinden alınmıştır

Çelebi, G. (2002). “Bina Düşey Kabuğunda Fotovoltaik Panellerin Kullanım İlkeleri”, Gazi Üniversitesi, Müh. Mim. Fak. Dergisi, 17 (3), Ankara: s.17-33.

Çepel, N. (1995). Çevre Koruma ve Ekoloji Terimleri Sözlüğü, Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları 6, İstanbul: s.41-79.

Çıracı, H. (1995). Üretim Yapısındaki Değişimlerin Metropolitan Alan Hizmetlerinin Yer Seçimine Etkileri. Yapı Dergisi(165), Yapı Endüstri Merkezi Yayınları. İstanbul.

Demir, N. (2011). Yüksek Ypılar Ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Diamonstein, B. (1988). The Landmarks of New York, Harry N. Abrams, Inc., New York.

Drahor, M. G., Kumlutaş, D., & Göktürkler, G. (2001). Dünyada ve Türkiye'de Jeotermal Enerji ve Kullanımı. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, İzmir.

Dutton, A., Halliday, J., ve Blanch, M. (2005). “The Feasibility of Building Mounted/Integrated Wind Turbines (BUWTS): Achieving Their Potential For Carbon Emission Reductions”, Final Report of Carbon Trust Contract 2002-07-028-1-6, UK.

Eisele, J., ve Kloft, E. (2002). High-Rise Manual- Typology and Design, Construction and Technology, Birkhauser, Almanya, s.8-17.

Ekşioğlu, K. (1989). İmar Ve Kadastro Mevzuatı. Yasa Yayınları, İstanbul.

- Emregül, C. (1997). Teknoloji Bağlamında Yüksek Yapılara Yaklaşım. Yüksek Lisans Tezi. İTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü , İstanbul.
- Erdoğan, K. (2007). Yüksek Yapılarda Kullanılan Cephe Sistemlerinin Analizi ve İstanbul’ daki Örnekler Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Haliç Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Eren, Ç. D. (1996). Yüksek Binalarda Kamu Kontrolü ve İstanbul İçin Öneriler. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Eren, Ç. D. (2007). Yüksek Binalar ve İstanbul, Mimarist,sayı:24, İstanbul, s.51,52.
- Erengöz, Ç. (2003). Enerji ve Ekoloji, Arkitekt Dergisi, 2003/2. İstanbul: s.30-32.
- Ericson, S., Bernhoff, H., ve Leijon, M. (2008). “Evolution of Different Wind Turbine Concepts for Wind Power”, Renewable and Sustainable Energy Reviews 12(2008): s.1419-1434.
- Ertürk, F., Akkoyunlu, A., ve Varınca, K. B. (2006). Enerji Üretimi ve Çevresel Etkileri.
http://www.tasam.org/images/pdf_raporlar/enerji_uretimi_ve_cevre_raporu.pdf. Erişim Tarihi: 12.01.2014 adresinden alınmıştır
- Eryıldız, S. (2011). Mimarlık Eğitiminde Eko- Tasarımın Yeri ve Önemi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul:s.7.
- Esin, T. (2002). Marmara Bölgesi İçin Ekolojik Yapılaşma Kriterlerinin Belirlenmesi ve Örnek Bir Yapı Tasarımı, Gebze Yüksek Teknolojisi Enstitüsü Araştırma Fonu. İzmit.
- Esin, T. (2006). “Yapılarda Pasif Tasarım Yöntemleriyle Yenilenebilir Enerji Kullanımı”, İzolasyon Dergisi, İstanbul: s.61: 68-72.
- Eşsiz, Ö. (2004). Yüksek Binalarda Enerji Tasarrufu Sağlamaya Yönelik Elektronik Sistemler ve Uygulama Örneklerinin İrdelenmesi, 4. Uluslararası Yapıda Tesiat Teknolojisi Sempozyumu, İstanbul.
- Eşsiz, Ö., ve Özgen, A. (2004). “Büro Yapılarında Enerji Tüketimini Azaltan Çift Kabuklu Cam Cephe Sistemleri”, Yapı Dergisi, 279, İstanbul:: s.97.
- Eşsiz, Ö., ve Özgen, A. (2006). Çelik Yüksek Yapıların Mimari Dönemlerdeki Gelişimi, Yapı Dergisi, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, 290. s.85-92, İstanbul.
- Etheridge, D., ve Ford, B. (2008). “Natural Ventilation of Tall buildings – Options and Limitations”, CTBUH 8th World Congress 2008, Dubai.

- Evans, A., Strezov, V., ve Evans, T. J. (2009). "Assesment of Sustainability Indicators for Renewable Energy Technologies", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13.5: s.1082-1088.
- Eyüce, A. (1995). Yüksek Yapılar İçin Tasarım Yaklaşımları. *Tasarım Dergisi*(51). Tasarım Yayın Grubu. İstanbul. s.50-58.
- Foster, J., ve Harington, R. (1994). *Structure & Fabric*", Fifth Edition, Longman Scientific & Technical, London.
- Gleick, P. (1998). *The world's water*. Island Press, Washington DC.
- Göksal, T. (2003). "Mimaride Sürdürülebilirlik-Teknoloji İlişkisi", *Arredamento Mimarlık*, 01: s.76-80.
- Göksu, Ç. (1999). Güneş – Kent, Güneş Enerjili Yerleşim Modeli, *Güneş Kitapları Dizisi*, 2.b., Göksu Yayınları, Ankara. s.29-133.
- Gössel, P., ve Leuthauser, G. (1991). *Architecture in the Twentieth Century*", Benedikt Taschen GmbH., s.225-231, Köln.
- Güleryüz, M., ve Dostoğlu, N. (2012). "Yüksek Binalar ve Sürdürülebilir Mimarlık:Çelişkiler, Beklentiler", *Yapı Dergisi*, sayı:368, s:74-76.
- Günel, M. H., ve Iğın, H. E. (2008). "Bir Mimari Tasarım Kriteri Olarak Rüzgar Enerjisinin Kullanımı", *Ege Mimarlık Dergisi*, 2 (65), İzmir: s.6-15.
- Gürpınar, E. (1992). *Çevre Sorunları*, Der Yayınları. İstanbul. s.13.
- Hamamcı, C., ve Keleş. (1993). *Çevre Bilim*. s.13.
- Hasol, D. (2007). *Yüksek, Daha Yüksek, En Yüksek*. Mimar.Ist,(24), İstanbul, s.44-50.
- Heaney, J. P., ve Wayne, C. (1984). *Nationwide Assessment of Urban Runoff Impact on Riceiving Water Quality*, *Water Resources Bulletin* vol.20,no.1, s.35-42.
- Heinle, E., ve Leonhardt, F. (1989). *Towers; A Historical Survey*, Butterworth-Heinemann, Rizzoli, Inter. Publications, New York.
- İzmir Mimarlar Odası [İZMİMÖD]. (2014). İzmir Mimarlar Odası. Erişim Tarihi:15 Nisan 2014: <http://www.izmimod.org.tr/egemim/67/syf10-15.pdf> adresinden alınmıştır
- Karahan, A. (2009). IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Seminer Bildirisi, İzmir: s.1155-1164.
- Kaya, H. (1994). *Yüksek yapıların Gelişimi Ankara Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Khan, N., Su, Y., ve Riffat, S. (2008). "A Review On Wind Driven Ventilation Techniques", Energy and Buildings, 40: s.1586-1604.
- Kim, J. J. (1998). Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design, University of Michigan, College of Architecture and Urban Planning, National Pollution Prevention Center for Higher Education.
- Kiraz, F. (2003). Konvansiyonel ve Ekolojik Yapı Sistemlerinin İncelenmesi, Y. Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi. Ankara.
- Kırkan, S. (2005). Çok Katlı Yüksek Yapıların Tasarımına Etki Eden Faktörlerin İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Kıyak, İ., Oral, B., ve Topuz, V. (2009). "Yerleşim Bölgelerinde Rüzgar Enerjisi Kullanımının Yaygınlaştırılması: Bina Montajlı Rüzgar Türbinleri" , Türkiye 11. Enerji Kongresi, İzmir.
- Koçhan, A. (2002). Sürdürülebilir Gelecek İçin Ekolojik Tasarım, Yapı Dergisi(249), İstanbul: s. 46-49
- Koçu, N., ve Dereli, M. (2004). "Yapılarda Güneş Enerjisinin Önemi Ve Kullanımı", II. Ulusal Ege Enerji Sempozyumu ve Sergisi, 26-28 Mayıs 2004, Kütahya.
- Küpeli, A. (2005). Güneş Pilleri Ve Verimlilikleri, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi FBE, Eskişehir.
- Land, P. (2008). "Innovations in Sustainability at Height: Experimental Tall Buildings", CTBUH 8th World Congress 2008,3-5 March 2008, Dubai.
- Müezzinoğlu, A. (2001). Enerji Kaynaklarımız Yenilenebilir mi?, Yerel Gündem 21 Birlikteliğinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları", İzmir: İzmir Büyükşehir Belediyesi Yerel Gündem 21 Yayını, 1.b., s.2-23
- Öke, A. (1989). Dünyada ve Türkiye’de Yüksek Binaların Gelişmesi. Yapı Dergisi(89), Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul, s.35-42.
- Özdoğan, H. P. (2005). Ekolojik Binalarda Bina Kabuğunda Kullanılan Fotovoltaik Panellerin Tasarım Bağlamında İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özek, V., ve Erdoğan, N. (1992). Tarihsel Kimliği Olan Yerleşme Çevrelerinde Yüksek Yapıların Konumu. Yüksek Binalar 2. Ulusal Sempozyumu, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, s.47-56.
- Özer, F. (1989). Yüksek Yapıların Tarihsel Evrimi. Yüksek Binalar 1. Ulusal Sempozyumu, İstanbul Teknik Üniversitesi. İstanbul. s.7-13.

- Özgen, A. (1989). Çok Katlı Yapıların Tarihsel Gelişimi ve Son Aşama: Tübüler Sistemler, Yapı Dergisi, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, 89, s.47-53, İstanbul.
- Özgen, A., ve Sev, A. (2000). Çok Katlı Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistemler, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Puvannant, C. (1999). "Bioclimatic Design; The Vital Approach To Sustainable Environment and Pollution Control of Asian Cities", Sustainable Environment Policies and Pollution Control Strategies In Cities, 18-30 October 1999, China.
- Rezaie, B. (2009). Analysis of Alternative Energy Options for Buildings, Phd. Thesis, The Faculty Of Engineering and Applied Science Mechanical Engineering Program, University of Ontario Institute of Technology, Canada.
- Roaf, S., Fuentes, M., ve Thomas, S. (2001). Ecohouse: A Design Guide, Reed Educational and Professional Publishing Ltd, Oxford.
- Roaf, S., Thomas, S., ve Fuentes, M. (2003). Ecohouse 2: A Design Guide, Architectural Press, Elsevier Science & Technology Boks, London.
- Rofail, T. (2006). "Natural Ventilation in Buildings", NEERG Seminar, Australia.
- Roodman, D., & Lenssen, N. (1995). "A Building Revolution: How Ecology and Health Concerns are Transforming Construction", World Watch Institute, Washington D.C. s.124.
- Sev, A. (2001). Türkiye ve Dünyadaki Yüksek Binaların Mimari Tasarım ve Taşıyıcı Sistem Açısından Analizi. Doktora Tezi, MSÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sev, A., ve Özgen, A. (2003). "Yüksek Binalarda Sürdürülebilirlik Ve Doğal Havalandırma", Yapı Dergisi, 262. İstanbul: s.92-93.
- Sezen, F. (1989). Yüksek Yapı Üretimi Yönetim Yöntemleri. Yüksek Binalar 1. Ulusal Sempozyumu, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yayını, İstanbul, s.167-169.
- Shibaki, M. (2003). "Geothermal Energy for Electric Power", A REPP Issue Brief, Renewable Energy Policy Project, Washington.
- Smith, P. C. (1990). The Expressive Role of the Tall Building in Hong Kong, Tall Buildings: 2000 and Beyonds, Council on Tall Buildings and Urban Habitat Lehigh University, USA.,s.37,40.
- Solmaz, E., ve Solmaz, S. K. (2001). Jeotermal Enerji Kavramı Bursa'daki Potansiyeli ve Çevre Etkileri. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, İzmir.

- Soysal, S. (2008). Konut Binalarında Tasarım Parametreleri ile Enerji Tüketimi İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Stankovic, S., Campbell, N., ve Harries, A. (2009). Urban Wind Energy, Earthscan, London.
- Sten Tronaes Frandsen, S. (2007). “Turbulence and Turbulencegenerated Structural Loading In Wind Turbine Clusters”, January 2007, Technical University of Denmark, Denmark.
- Tapan, M. (1983). Gökdelen Yapımıyla ilgili Amaç Sistemi Üzerine. Çok Katlı Yapılar Sempozyumu, T.M.M.O.B. inşaat Mühendisleri Odası, İzmir, s.91.
- Tercan, A., ve Dengiz, N. (1998). Mimari Tasarım Sürecinde Tasarım-Teknoloji İlişkisi ve Enerji Sorunu M.S.Ü. Mim. Fak. Mimari Tasarım Sorunları Ders Notları 1997-1998, Mim. Fak. Yayın No:21, 1. Baskı, İstanbul. s.120-123.
- Thomas, R. (2003). Photovoltaics and Architecture, Taylor &Francis Group, London.
- Tönük, S. (1999). Ekolojik İlkeler Doğrultusunda Bina ve Çevre-Yeşil Doku İlişkileri”, Pazartesi Söyleşileri 1996-1997, Üniversite Yayın No:Y.T.Ü.MF.GB-99.04831,Fak. Yayın No:MF.M_M-99.02, s.74
- Tönük, S. (2001). Bina Tasarımında Ekoloji, YTÜ, İstanbul: s.17-22.
- Tönük, S., ve Kayıhan, K. (2006). “Architecture and Environment Ecological Building Design Recommendations For One Family Passive House Design”, 1st International CIB Endorsed METU Postgraduate Conference Built Environment & Information Technologies, March 16-18, 2006, Ankara.
- Tsai, C. (2002). Natural Ventilation in The High Rise Buildings in Taipei, Phd. Thesis, Faculty of The School of Architecture University of Southern California, California.
- Tuğrul, A. B. (2002). Enerji Planlaması ve Yönetimi için Kalite Halkası, IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 16-18 Ekim 2002, Bildiri Kitabı, Cilt 1, Su Vakfı Yayınları, Yayın No:14, İstanbul. s.2.
- TÜİK, T. İ. (2009). Seragazi Emisyonu Envanteri, 2007, .
www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=510.Erişim tarihi : 24.02.2014.
- Türkan, S. (2003). Büro Binalarının Tipolojik Özellikleri Üzerine Karşılaştırmalı Bir Araştırma: Enerji Kullanımı, Yapım, Bilişim Teknolojileri ve Mimariye Yansımaları, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Uğurel, A. (2002). 4-E projesi, Ares enerji sistemleri, IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 16-18 Ekim 2002, Bildiri Kitabı, Cilt 1, Su Vakfı Yayınları, Yayın No:14, s.71.

- Uyar, S. (2007). ‘‘Yenilenebilir Enerji’’, Yapı Dergisi-Yapıda Ekoloji Eki, s:6-9.
- Ünlü, H. (1991). Yerel Yönetim ve Çevre IULA (Uluslararası Yerel Yönetimler Birliği) Çevre Kitapları Serisi, Dünya Yerel Yönetim ve Demokrasi Akademisi, İstanbul.
- Varınca, K. B., ve Varank, G. (2005). Güneş Kaynaklı Farklı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin Kıyaslanması Ve Çözüm Önerileri’’, Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi, 24-25 Haziran 2005, İçel.
- Varınca, K., ve Gönüllü, T. (2006). ‘‘Türkiye’de Güneş Enerji Potansiyeli Ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yönetimi Ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma’’, I. Ulusal Güneş Ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, 21-23 Haziran 2006, Eskişehir.
- Yeang, K., ve Powell, R. (2007). ‘‘Designing The Ecoskyscraper: Premises For Tall Building Design’’, The Structural Design Of Tall and Special Buildings 16, s.411-427.
- Yılmaz, Z. (2006). ‘‘Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji’’, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 91: s.7-15.
- Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Özgür Semavi Katuk
Uyruğu :T.C.
T.C. No. :27965289424
Doğum tarihi :12.08.1989
Doğum yeri :Merkez/ MARDİN
e-mail :mimarsemavi@gmail.com

EĞİTİM

İlk ve Orta Derece :Sakarya İlköğretim Okulu, Mardin, 1995 – 2003
Lise :Mardin Anadolu Lisesi, Mardin, 2003 – 2007
Lisans :T.C. Haliç Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü,
İstanbul, 2008 – 2012
Yüksek Lisans :T.C. Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık
Anabilim Dalı Mimarlık Programı, İstanbul, 2012 – 2014

ÇALIŞTIĞI KURUMLAR

Torunlar GYO Mall Of İstanbul, 2012 – 2013
Faga İnşaat Taahhüt. San. Tic. A.Ş. 2013 – _____

GÖREVİ

Saha Mimarı
Şantiye Şefi