

Ekolojik Mimarlıkta Mimari Bütünleşmenin
1990 Yılı Sonrası Ken Yeang ve Norman Foster'ın
Yapıları Özelinde İncelenmesi

Nilay Özeler Kanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Temmuz 2010

Examination of Integration Architecture
in Ecological Architecture Since 1990
in Light of the Works of Ken Yeang and Norman Foster

Nilay Özeler Kanan

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Architecture

July 2010

Ekolojik Mimarlıkta Mimari Bütünleşmenin
1990 Yılı Sonrası Ken Yeang ve Norman Foster'ın
Yapıları Özelinde İncelenmesi

Nilay Özeler Kanan

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Mimarlık Anabilim Dalı
Yapı Bilgisi Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Yrd.Doç.Dr.Terane Mehemmedova
İkinci Danışman: Öğr.Görevlisi Dr.İdil Ayçam

Temmuz 2010

ONAY

Mimarlık Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Nilay Özeler Kanan'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Ekolojik Mimarlıkta Mimari Bütünleşmenin 1990 Yılı Sonrası Ken Yeang ve Norman Foster'ın Yapıları Özelinde İncelenmesi" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Terane Mehemmedova

İkinci Danışman : Öğr. Gör. Dr. İdil Ayçam

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye : Yrd. Doç. Dr. Terane Mehemmedova

Üye : Öğr. Gör. Dr. İdil Ayçam

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hakan Anay

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ayşen Çelen Öztürk

Üye : Yrd. Doç. Dr. Halil Dinçel

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Nimetullah BURNAK

Enstitü Müdürü

ÖZET

Nüfus artışına paralel olarak aşırı enerji kullanımı, doğal kaynakların azalmasına ve atıkların artmasına neden olmuştur. Bu olumsuzlukların artmasına neden olan sektörlerden birinin mimarlık olduğu görülmüştür. Dünyada enerji tüketiminin yaklaşık %40'ının binalarda kullanılıyor olması, ekolojik yapı tasarımlarının önemini arttırmaktadır. Binalarda kullanılan enerji, binanın tasarım özellikleri ve binaya bütünleşik yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmayı sağlayan sistem ve eko-teknolojilerle en aza indirilmiştir. Bu araştırma ile enerji performansının artırılmasına yönelik binalarda uygulanmış pasif ve aktif bina tasarım sistemlerinin, mimari ile bütünleşme yolları ele alınmıştır. Bu sistemleri binalarında en fazla uygulayan İngiliz Mimar Norman Foster'ın ve Malezyalı Mimar Dr.Ken Yeang'in 1990 sonrasındaki çalışmalarında hangi sistemlere nasıl bir tasarım kararı ile yaklaştıkları incelenmiştir. İnceleme sonucunda ortaya koyulan analiz ile mimarların mimari bütünleşme kararları yorumlanmış, bu yorumlara bakılarak Türkiye şartlarındaki mimari bütünleşme araştırmalarına ışık tutmak istenmiştir. Tez giriş bölümü ile birlikte beş bölüm ve ek açıklamalar bölümünden oluşmaktadır. Giriş bölümünde çalışmanın amacı, kapsamı ve yöntemi anlatılmıştır. İkinci bölümde; sürdürülebilirlik, ekoloji ve enerji konusu anahtar kelimelerine bağlı olarak temel kavramlar ortaya konmuştur. Üçüncü bölümde; mühendislik ve mimarlık düşüncesinin arakesit ifadesini ortaya koyan bina bütünleşik aktif ve pasif teknolojilerin güneş ve rüzgâr enerjisi özelinde sınıflandırılması yapılmıştır. Dördüncü bölümde; sınıflandırmada belirtilen teknolojiler desteklenmek amacıyla toplam 10 adet bina örneği seçilmiştir. Bu binalar, havalandırma, aydınlatma, soğutma, ısıtma ve elektrik üretimi başlıklarında değerlendirilerek karşılaştırılmalı bir tablosu hazırlanmıştır. Sonuç bölümünde ise hazırlanan tablonun analizi yapılarak, mimarların binalarının tasarlandığı coğrafi bölgedeki mimari kararlarının ekolojik bir verisi ortaya konulmuştur. Bu veriler yardımıyla Türkiye'nin coğrafi konumunda, iklim şartlarında ne gibi mimari ve eko-teknolojik yaklaşımlarda bulunulabileceği çıkarımı yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mimari Bütünleşme, Aktif ve Pasif Tasarım Sistemleri, Enerji Kazancı, Norman Foster, Dr.Ken Yeang

SUMMARY

Along with population increases, excess energy use has caused loss of natural resources and increasing waste. Architecture is among the sectors causing these increasingly unfavorable outcomes. That buildings account for 40% of world energy use lends greater importance to structures' ecological design. Buildings' energy consumption has been minimized through design features and building-integrated systems and eco-technologies that furnish renewable energy use. In this study, passive and active building design systems applied to buildings to improve energy performance are considered in architectural and integrative terms. How architects Norman Foster of England and Dr. Ken Yeang of Malaysia, whose buildings most often implement these systems, have approached their design choices and systems in their works since 1990 is examined. Architects' integration architecture decisions are interpreted through the analysis set forth in this examination, with the intention of shedding light on integration architecture research with respect to Turkey considering this interpretation. This thesis consists of five sections including the introduction and an annotations section. In the introduction, the study's goal, scope and methodology are discussed. In section two, key concepts are presented in relation to the keywords of sustainability, ecology and energy. In section three, building-integrated active and passive technologies, the intersection of engineering and architecture, are classified in terms of solar and wind energy. In section four, ten example buildings are chosen of the technologies presented in the classification, examined under the headings of ventilation, lighting, cooling, heating and electricity in a comparative table. To conclude, in analysis of the table, ecological data are presented on architects' architectural decisions in the geographic regions the buildings are designed in. With this data, an architectural and eco-technological approach that may suit Turkey's geographic and climate conditions are inferred.

Keywords: Architectural Integration, Active and Passive Design Systems, Energy Gains, Norman Foster, Ken Yeang.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarında bana danışmanlık ederek, benim heyecan duyduğum alana yönelmemde kapı açan ve her türlü olanağı, desteği sağlayan danışmanım Yrd.Doç.Dr.Terane Mehemedova'ya, katıldığım tüm sempozyumlarda ve kongrelerde beni cesaretlendirerek üretkenliğimi artırmamı sağlayan ve bu üretkenliğimi tezle bütünleştirmem konusunda yol gösteren ikinci danışmanım Öğretim Görevlisi Dr.İdil Ayçam'a, yüksek lisans eğitimim süresince bana katkı sağlayan hem Osmangazi Üniversite'sindeki hem de Gazi Üniversite'sindeki hocalarıma, değerli jüri üyesi hocalarıma, yurt içi yüksek lisans burs imkanları ile TÜBİTAK'a, bilimsel çalışmalarına yabancı dil bilgisiyle yardım ederek, yabancı kaynak olarak uluslararası değer kazanmasını sağlayan kuzenim Çolpan Angün'e, beni bu uzun süreçte yalnız bırakmayan, hep destekleyen babam Remzi Özeler'e, annem İncilay Özeler'e ve Kardeşim Günay Özeler'e ve en önemlisi eğitim yaşamımı devam ettirmem konusunda beni hep teşvik eden sevgili eşim Ersoy Kanan'a teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Nilay ÖZELER KANAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.2. Çalışmanın Kapsamı	3
1.3. Çalışmanın Yöntemi	3
2. TEMEL KAVRAMLAR	5
2.1. Ekosistem-Ekoloji	5
2.2. Ekolojik Mimarlık Kavramı ve Tarihsel Gelişimi	6
2.3. Sürdürülebilirlik Kavramı, Tarihsel Gelişimi ve Sürdürülebilir Mimarlık	15
2.3.1. Enerji ve enerji etkin bina tasarımı kavramı	28
2.3.2. Pasif ve aktif bina tasarımı kavramı	31
2.3.3. Bütünleşme ve mimari bütünleşme kavramı	33
3. ENERJİ PERFORMANSININ ARTTIRILMASINA YÖNELİK MİMARİ BÜTÜNLEŞME PARAMETRELERİNİN PASİF VE AKTİF SİSTEMLER ÖZELİNDE İNCELENMESİ	38
3.1. Pasif Sistemler	38
3.1.1. Pasif güneş enerji sistemleri	39
3.1.1.1. Doğa bütünleşik yapılı çevre (Bioentegrasyon)	39

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.1.1.2. Aydınlatma	40
3.1.1.2.1. Işık rafı	40
3.1.1.2.2. Işık tüpü	41
3.1.1.2.3. Atrium	42
3.1.1.2.4. Işık kuyusu	43
3.1.1.3. Isıtma	44
3.1.1.3.1. Güneş odası	44
3.1.1.3.2. Çatı havuzu	45
3.1.1.3.3. Su duvarı	46
3.1.1.3.4. Taş yataklama	47
3.1.1.3.5. Trombe duvarı	48
3.1.1.4. Serinletme	49
3.1.1.4.1. Soğutma kulesi	49
3.1.2. Pasif rüzgâr enerjisi sistemleri	50
3.1.2.1. Havalandırma.....	50
3.1.2.1.1. Rüzgârgülü (Bina monte sistem)	50
3.1.2.1.2. Rüzgâr bacası	50
3.1.2.1.3. Kanat duvarı	51
3.1.2.1.4. Rüzgâr kepçesi	52
3.2. Aktif Sistemler	53
3.2.1. Aktif güneş enerji sistemleri	53
3.2.1.1. Güneş pillinin (Fotovoltaiklerin) yapısı ve çalışma prensibi....	53
3.2.1.1.1. Yeni teknolojiler-Nano güneş pilleri	55
3.2.1.2. Kolektörlerin yapısı ve çalışma prensibi	56
3.2.1.2.1. Yeni teknolojiler-Nano güneş kolektörleri	57
3.2.1.3. Isıtma-elektrik üretimi	58
3.2.1.3.1. Bina bağımsız sistemler (Güneş ve rüzgâr enerjisi)	58
3.2.1.3.2. Bina monte sistemler (Güneş ve rüzgâr enerjisi)	58

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.2.1.3.3. Güneş pili (Fotovoltaik) (Bina bütünleşik sistem)	59
3.2.1.3.4. Kolektör (Bina bütünleşik sistem)	61
3.2.1.3.5. Güneş pili ve/veya kolektörlü güneş kırıcı (Bina bütünleşik sistem)	62
3.2.1.3.6. Güneş pili ve kolektör (Bina bütünleşik sistem)	63
3.2.2. Aktif rüzgâr enerji sistemleri	64
3.2.2.1. Rüzgâr türbinlerinin yapısı ve çalışma prensibi	64
3.2.2.2. Elektrik üretimi	66
3.2.2.2.1. Rüzgâr türbinleri (Bina bütünleşik)	66
4. ALAN ÇALIŞMASI	69
4.1. Mimar Norman Foster Mimari Tasarım Örnekleri	70
4.2. Mimar Ken Yeang Mimari Tasarım Örnekleri	112
4.3. 10 Adet Ekolojik Binanın Karşılaştırmalı Analizi	151
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	152
6. EK AÇIKLAMA BÖLÜMÜ	158
7. KAYNAKLAR DİZİNİ	173

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları	24
Şekil 2.2. Dünya genelinde enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımı	25
Şekil 2.3. Sürdürülebilir İnşa Alt Bileşenleri	27
Şekil 2.4. a) Rüzgâr türbin çiftliği, b) Güneş pilleri çiftliği	34
Şekil 2.5. a) Vauxhall Kulesi ve Alman Pavyonu (Expo 2000), b) Bina-monte rüzgâr türbini örnekleri	35
Şekil 2.6. Pasif sistem bütünleşik rüzgar bacaları; a) Geleneksel İran mimarisi, b) Nottingham Üniversitesi binası, c) Bedzed binaları	36
Şekil 2.7. Geleneksel tasarım süreci ve tasarım ekibi	37
Şekil 2.8. Bütünleşik tasarım süreci ve tasarım ekibi	37
Şekil 3.1. Bitkilendirme ile dikey bütünleşme	40
Şekil 3.2. Doğa Kütüphanesi Binası ve ışık rafı detayı	41
Şekil 3.3. Yee Nen Tower binası cephe bütünleşik ışık tüpleri	42
Şekil 3.4. Soochow Güvenlik Genel Merkezi binası	43
Şekil 3.5. Casa Batllo binası merkezi ışık kuyusu	44
Şekil 3.6. BedZed güneş odası	45
Şekil 3.7. Arizona güneş merkezinin yaptırdığı çatı havuzu	46
Şekil 3.8. İç mekân su duvarı örnekleri	47
Şekil 3.9. Taş yataklamanın güneş kolektörleri ile çalışma prensibi	47
Şekil 3.10. Paul Raff Studio tarafından yapılan Leed sertifikası almış trombe duvarlı Cascade House binası	48
Şekil 3.11. Küresel Ekoloji Araştırma Merkezi soğutma kulesi	49
Şekil 3.12. Rüzgâr gücü ile çalışan türbin vantilatör	50
Şekil 3.13. Geleneksel İran mimarisi rüzgâr bacaları	51
Şekil 3.14. Portcullis Yeni Parlamento Binası doğal havalandırma sağlayan rüzgâr bacaları	51
Şekil 3.15. Kanat duvarların biçimi ve konumu	52
Şekil 3.16. Fotovoltaik hücre, modül, panel ve dizi şematik anlatım	55

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.17. Pv çalışma prensibi, a) güneş hücresi katmanları ve elektron akış yönü, b) güneş pillerinden oluşan enerji yolu	55
Şekil 3.18. Kolektör bileşenleri	57
Şekil 3.19. Dünya'nın en büyük kurulu gücüne sahip (60 MW) İspanya'daki Olmedilla de Alarcón bina bağımsız PV çiftliği	58
Şekil 3.20. Kolektör ve Pv sistemlerin çatı eğimi ve formundan tamamen farklı bir bütünlük içinde monte edilmiş örneği	59
Şekil 3.21. Güneş pillerinin bina bütünleşme şekilleri.....	60
Şekil 3.22. Muğla Üniversitesi Rektörlüğü cephe bütünleşik güneş pilleri	60
Şekil 3.23. Bina bütünleşik kolektör uygulamaları; a) parapet örneği, b) cephe örneği, c) eğimli çatı örneği	61
Şekil 3.24. Ecole Polytechnique Enstitüsünün anket ve prototip uygulamaları sonucu ortaya çıkan demo ürün	62
Şekil 3.25. Bina bütünleşik kolektörlü güneş kırıcılar	63
Şekil 3.26. Tsinghua Üniversitesi Sieeb	63
Şekil 3.27. Concordia Üniversitesi John Molson İşletme Bölümü binası bina bütünleşik PV/T cephe uygulaması	64
Şekil 3.28. Rüzgâr türbini; a) dikey aks hareketli, b) yatay aks hareketli	65
Şekil 3.29. Çatıya monte rüzgâr türbini	66
Şekil 3.30. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi Binası	67
Şekil 3.31. Strata Konut Binası	68
Şekil 3.32. COR Ekolojik Konut ve Ticaret Binası	68
Şekil 4.1. Commerzbank	71
Şekil 4.2. Vaziyet planı	72
Şekil 4.3. Commerzbank: a) tip plan, b) eskiz-görsel konfor	73
Şekil 4.4. Commerzbank: a) 9 gök bahçe kesit, b) 4 katta bir tekrar eden gök bahçe	74
Şekil 4.5. a) ve b) Çift kabuk cephe sistemi	75
Şekil 4.6. Bina otomasyon sisteminin mevsimlere göre çalışma prensibi	75
Şekil 4.7. Commerzbank ısıtma ve soğutma sistemi	77

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.8. Reichstag binası: a) cephe fotoğrafı, b) hava fotoğrafı	79
Şekil 4.9a Reichstag sürdürülebilir teknolojik ilkelerle tasarlanan kesit	80
Şekil 4.9b Reichstag plan	81
Şekil 4.10. Havalandırma simülasyon anlatım: a) genel kurul salonu, b) kubbe	82
Şekil 4.11. Reichstag doğal havalandırma ve aydınlatma	83
Şekil 4.12. Kubbe: a) güneş kontrol elemanı ve rampa, b) gezi platformu	84
Şekil 4.13. Reichstag binasına bütünleşik güneş pilleri	85
Şekil 4.14. Reichstag binası jeotermal enerji kullanımı	87
Şekil 4.15. Genel kurul salonu, yıllar içindeki dönüşüm planları	88
Şekil 4.16. City Hall gece fotoğrafı	90
Şekil 4.17. City Hall çizimleri; a) zemin altı kat planı, b) zemin planı, c) 2.kat planı, d) 3.kat planı, e) 6.kat planı, f) kesit	92
Şekil 4.18. Ofis doğal havalandırması şematik anlatım	93
Şekil 4.19. City Hall ısıtma ve soğutma sistemi şematik anlatım	94
Şekil 4.20. City Hall bütünleşik güneş pilleri: a) güney cephe saçağı pv uygulama, b) çatı-üstü pv uygulama	95
Şekil 4.21. City Hall binasının günlük enerji tüketiminin ve CO ₂ emisyon değerinin takip edildiği web sitesi görüntüsü	96
Şekil 4.22. City Hall zemin kat camları	97
Şekil 4.23. Swiss Re Genel Merkezi: a) gündüz fotoğrafı, b) gece fotoğrafı	99
Şekil 4.24. Kat planları: a) 18.kat planı, b) 32.kat planı	100
Şekil 4.25. Swiss Re Binası enerji stratejileri şematik anlatım	101
Şekil 4.26. Diagrid form: a) Norman Foster tasarım eskizi, b) taşıyıcı-cephe fotoğrafı	102
Şekil 4.27. Masdar Enstitüsü: a) Kentsel plan içindeki yeri, b) 3d model görüntüsü ..	104
Şekil 4.28. Masdar Enstitüsü birimleri	105
Şekil 4.29. Masdar Enstitüsü öğrenci blokları: a) maket fotoğrafı, b) 3d model görseli, c) yapım aşaması	105
Şekil 4.30. Pasif havalandırma yöntemi rüzgâr bacası ile soğutma	106

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.31a. Enstitü binası gece doğal havalandırma akış şemaları	107
Şekil 4.31b. Enstitü binası gündüz doğal havalandırma akış şemaları	107
Şekil 4.32. Editt Kulesi maket fotoğrafı	113
Şekil 4.33. Editt Kulesi kat planları	114
Şekil 4.34. Dikey peyzaj	118
Şekil 4.35. Bina bütünleşik güneş pilleri	118
Şekil 4.36. Yağmur suyu toplama sistemi	120
Şekil 4.37. Atık toplama sistemi	120
Şekil 4.38. Editt kulesi ışık rafları	121
Şekil 4.39. Waterfront House binası 3d model cephe görselleri	123
Şekil 4.40. Waterfront House kat planları	124
Şekil 4.41. Waterfront planları: a) tip kat, b) yatay ışık tüpü uygulanmış kat	126
Şekil 4.42. Yatay ışık tüpü işleyiş şeması	127
Şekil 4.43. Umno Tower: a) batı cephesi, b) güneybatı cephesi, c) batı cephesi detay fotoğraf	129
Şekil 4.44. Menara Umno tip kat planı	130
Şekil 4.45. Umno binası güneydoğu yönü 3d model görseli	131
Şekil 4.46. Kanat duvar: a) plan, b) kesit, c) cephe	131
Şekil 4.47. Menara Umno ışık rafı	133
Şekil 4.48. Jabal Omar Towers: a) yerleşim kararı planı, b) güneybatı cephesi maket fotoğrafı, c) kuzeydoğu cephesi maket fotoğrafı	136
Şekil 4.49. Jabal Omar Kuleleri yerleşim planları: a) manzara, b) bina tipolojileri, c) Mescidi Haram'a ulaşım yolları, d) peyzaj	138
Şekil 4.50. Jabal Omar kulelerinin havalandırma ve serinletme sistemleri	140
Şekil 4.51. Bishopsgate kuleleri: a) 3d model görseli, b) vaziyet planı	142
Şekil 4.52. Bishopsgate kuleleri a) tip kat planı, b) şematik kesit	143
Şekil 4.53. Bina formu ve tampon bölge bileşenlerinin şematik anlatımı	145
Şekil 4.54. Bishopsgate kulesi şematik anlatımları: a) dikey peyzaj, b) dolaşım	146

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.55. Yağmur suyu toplama sistemi ve bütünleşik güneş pili şematik anlatımı .	148
Şekil A.1. Dünya'nın enerji kaynaklarının kullanımı	162
Şekil A.2. Jeotermal enerji şematik anlatım	170
Şekil A.3. a) ve b) Fransa Range Nehri gelgit barajı, c) Pelamis dalga enerjisi dönüştürücü	171

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. IEA'nın 2006 verilerine göre dünya genelinde yakıt tüketimine bağlı CO ₂ emisyonunun dağılımı (%)	16
Çizelge 2.2. Sürdürülebilir düşüncenin tarihsel gelişimi	23
Çizelge 4.1. Commerzbank binası, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu	78
Çizelge 4.2. Reichstag binası, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu	89
Çizelge 4.3. City Hall binası, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu	98
Çizelge 4.4. SwissRe binası, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu	103
Çizelge 4.5. Masdar Enstitü binası, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu	111
Çizelge 4.6. Editt binası, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu	122
Çizelge 4.7. Waterfront House binası, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu	128
Çizelge 4.8. Menara Umno binası, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu	135
Çizelge 4.9. Jabal Omar binaları, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu	141
Çizelge 4.10. Bishopsgate kuleleri, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu	150
Çizelge 4.11. Genel değerlendirme tablosu	151
Çizelge A.1. Türkiye'de bölgesel ortalama dalga enerjisi miktarı	171
Çizelge A.2. Yenilenebilir enerji kaynaklarının üstünlük ve olumsuzlukları	172

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Araştırmanın Amacı

Sürdürülebilir kalkınmanın yorumu Brundtland Komisyonunun kalkınma ve sürdürülebilirliğin birçok boyutunu entegre etme çabalarından ortaya çıkmıştır. 1987 yılında Brundtland Komisyonu sürdürülebilir kalkınmayı şu şekilde tanımlamaktadır (Anonim):

“Bugünün ihtiyaçlarını, gelecek kuşakların da kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme olanağından ödün vermeksizin karşılamaktır”.

İlk defa Brundtland raporunda politik çerçevede kesin çizgilerle belirlenen ekolojik, sosyal ve ekonomik kalkınma hedefleri ortaya konmuştur. Bu bağlamda çizilen çerçeve görüş “sürdürülebilir bir yaşamın temeli olan sürdürülebilir kalkınma” üzerine kurulmuştur. Sürdürülebilir kalkınmanın ortaya çıkış nedeninin günden güne fosil tabanlı yakıtlara dayanan tüketim ile küresel enerji krizi sorununa dayandığı görülmektedir. Enerji ihtiyacının artması sonucu insanlık tarihi boyunca hiç zorlanmadığı kadar hem çevresel hem de ekonomik çerçevede etkilenmektedir. Bu tez inşaat ve mimarlık sektörünün CO₂ salımına, enerji kullanımının artışına, çevre kirliliğine neden olmasından dolayı araştırılmaya değer görülmüştür.

20.yüzyılda aşırı enerji kullanımı, kitlesel üretime ve üretilenlerin hızlı bir şekilde tüketimine, doğal kaynakların azalmasına ve atıkların artmasına neden olmaktadır. Bu hızlı döngü, doğanın kendini dengeleme hızından daha fazla olduğundan doğanın da tüketilmesine yol açmaktadır. Enerji, doğa tahribatı sonucunda elde edilen bir güç iken, şimdi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelim ile artan enerji taleplerinin de temiz tüketime bağlanması hedeflenmektedir. Yapı, ulaşım ve sanayi sektörleri, dünya genelinde en fazla olan enerji gereksinimi olan sektörlerdir. Yapı sektörü

ürünleri olan binalar, yapım, üretim, kullanım aşamalarında önemli oranda enerji tüketmekte, fosil tabanlı yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanılması çevreye ve ekosisteme zarar vermekte, iklimsel dengeyi bozmaktadır. Girdi olarak kaynak kullanımındaki artış görülürken, çıktı olarak atık görülmektedir.

IEA'nın 2006 yılı enerji raporuna göre 150 yıl içinde fosil tabanlı enerji kaynaklarının tükeneyeceği, önlem alınmaması durumunda iklimsel dengelerin geri dönüştürülemez biçimde bozulacağı belirtilmektedir. Binaların yapım, üretim, kullanım evrelerindeki enerji tüketimi dünya genelinde tüketilen enerjinin yaklaşık olarak %40'ını oluşturmaktadır. Dolayısı ile bu perspektiften bakıldığında; yenilenebilir enerjilerin binalarda kullanılması büyük önem taşımaktadır.

Tasarım aşamasında iklime dayalı tasarım parametrelerinin tasarım sürecine entegre edilmesi, yapım aşamasında çevreye ve insan sağlığına duyarlı, enerjiyi verimli kullanan malzeme ve sistemlerin seçilmesi, kullanım aşamasında ise kullanıcıların enerjiyi verimli biçimde kullanma bilincine sahip olması, enerji etkin ve ekolojik yapıların temel çıkış noktasıdır.

Bu çalışma ile küresel sorun olarak karşımıza çıkan enerji taleplerinin mevcut ve yeni yapı stoklarında enerji etkinliğinin sağlanması için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını esas alan teknolojilerin incelenmesi ve bu teknolojilerin mimari ile bütünlüğünün tasarımıyla ilgili önlemlerinin neler olduğunun ortaya koyulması hedeflenmektedir.

Diğer yandan 1987 Brundtland Komisyonunun hazırladığı Ortak Geleceğimiz başlıklı rapordan sonra mimarlık alanındaki çalışmalar hız kazanmıştır. 1990 yılı sonrasında dünyanın farklı iklim bölgelerinde, farklı bina tiplerinde önemli örnekler yapıldığı görülmektedir. AB Uyum süreciyle birlikte Türkiye'de de konuya yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Tez bu açıdan enerji etkinliğinin mimariye aktarılmasında bütünleşme parametrelerinin tasarıma nasıl yansıtılabileceğini incelerken Türkiye için bir perspektif oluşturabileceği de hedeflenmiştir. Çevresel ve iklime duyarlı güneş ve rüzgâr enerjisinin kullanımına yönelik mimari tasarımın oluşmasında yardımcı eko-teknolojilerinin sınıflandırılarak tasarımcılar için yorumlama kolaylığı getirmek, ortaya

konulan bilgilerle aktif ve pasif teknolojilerin mimari bütünleşme tanımı ile yönlendirici bir Türkçe kaynak olması da amaçlanmıştır.

1.2. Araştırmanın Kapsamı

Enerji kazancının artırımı ve ekolojik değerlerin korunması, mühendislik disiplinlerinin temel problemi olarak gündemini yakalamıştır. Mimari çözümlere cevap veremeyen teknolojik sistemler mimari tasarım sürecinde ele alınarak mimariye bütüncül çözümler getirebilmektedir. Ayrıca bu çabaların küresel enerji sorununa da çözüm getirebileceğinin bilinmesi ile tasarım ekipleri bütünleşik bir organizasyon çalışmasını tercih etmektedirler. Bu bağlamda mimari ve estetik bütünlük kaygılarına cevap veremeyen mühendislik çözümlerinin dünya genelinde nasıl ele alındığı, yapılarda enerji etkinliği konusunun mimari bütünleşik sistemler ile yeni ve mevcut yapılarda nasıl arttırılabileceği, yenilenebilir enerjilerden güneş ve rüzgar enerjilerinin kullanılmasını sağlayan teknolojilerin hangilerinin binaya tasarım bütünlüğünü bozmadan bütünleşik tasarım ile kurgulanmasına imkan verebildiği araştırılmıştır. Tez kapsamında, enerji performansının arttırılmasına yönelik pasif ve aktif sistemlerin tasarım özelinde bütünleşme sürecinin nasıl ele alındığı incelenmiştir.

Alan çalışmasında bu sınıflandırmaya bağlı kalınarak, sistemlerin uygulamasını, tasarımlarında ve mimari formlarında özgün çalışmalarıyla ortaya koyan Mimar Norman Foster ve Dr. Mimar Ken Yeang'in yapılarında pasif-aktif bütünleşik tasarım ve kullanılan teknolojilerin analizinin yapılması ve bu iki mimar arasındaki farkların ortaya konulması hedeflenmektedir.

1.3. Araştırmanın Yöntemi

Teze sürdürülebilirlik, ekoloji, yapı kabuğu, enerji, yenilenebilir enerji kaynakları konularında çalışılmış ulusal ve uluslararası tezler, bildiriler ve makaleler incelenerek literatür taraması yapılmıştır. Araştırma bulguları ve güncel olayların gözlem yoluyla

tespit edilmesi ile problem ve alt problemler ortaya konmuştur. Bu araştırmanın başında literatür taraması yöntemi ile veri tabanlarından bilimsel makale, e-kitaplar incelenirken; ulusal ve uluslararası güncel kongre, sempozyum, panel, v.b. kitaplarda yayımlanan bildiriler dışında, güncel dergilerdeki yazılar ve ayrıca gelişmiş ülkelerin devlet siteleri ve araştırma konusu ile ilgili enstitü ve laboratuvar yazılarından yararlanılmıştır. Literatür taraması boyunca konu içeriği netleşmiş ve kaynaklar içeriklerine göre sınıflandırılmıştır. Kaynaklarda öncelikle sürdürülebilirlik, ekoloji, enerji ve bunların mimarlık ile kesişimi sonucu ortaya çıkan temel kavramlar taranmış ve bu kesişimleri sağlayan teknolojik çözümler ve bunların mimari forma yansımaları en iyi ifade eden örnekler araştırılmıştır. Bu araştırmaya 1987 yılında Brunthland Raporundan sonrası dünyada bu konuda en çok uygulamaları olan Norman Foster ve Dr.Ken Yeang'in tasarımları ekolojik yönden birçok konuda detaylandırılmıştır. Binaların ekolojik detaylarının ortaya konması sırasında bina incelemeleri yapılmış ve aktif sistem özellikli eko-teknolojilerin ve iklimsel verilere dayalı pasif sistemlerin sınıflandırılması ile analiz tablosu hazırlanmıştır. Tablo yorumlanmış ve sonuçları ile ortaya konmuştur.

BÖLÜM 2

TEMEL KAVRAMLAR

“Kirli Çevre İnsanın Ruhunu Kirletir,
Kirli Ruhlar Çevreyi Kirletir”

Aziz Nesin

2.1 Ekosistem-Ekoloji Kavramları

Ekoloji terimi, Alman zoolog Haeckel'in 19.yy'ın son çeyreğinde ortaya attığı ve canlılar ile onları çevreleyen canlı ve cansız ortam arasındaki ilişkileri inceleyen bilim dalıdır. Kökeni, Yunanca oikos (yaşanılan yer) ve logos (bilim) kelimelerine dayanmaktadır.

Ekolojinin mekânı ve konusu ekosistemdir. Ekosistem, ekoloji disiplininin ekolojik çalışmalarının temelini biçimleyen çalışma ölçeğini tanımlar. Bir ekosistem, özel bir alanda yaşayan organizmalar ve fiziksel çevreden oluşan entegre bir ekolojik birimi ifade eder (Yeang, 1995). Tanımda geçen fiziksel çevre ise insanın içinde yaşadığı, varlığını, özelliğini ve niteliğini fiziksel olarak algıladığı ortamdır (Yılmaz, 2007). Fiziksel çevre, doğal ve yapay çevre olmak üzere ikiye ayrılır. Doğal çevre, insanın oluşumuna katkıda bulunmadığı, hazır bulunduğu çevredir (İzgi, 1999). Yapay çevre, insanın bilgi ve kültür birikimine dayanarak, doğal çevresinde bulmuş olduğu yeraltı ve yerüstü zenginliklerini kullanarak yarattığı çevreye denir. Kentsel ve kırsal özelliklere bakılmaksızın, yerleşim yerlerinin hepsi yapay çevreyi oluştururlar (Keleş ve Harmancı, 2005). Mimarlık disiplini ekolojik çevre kriterleriyle birlikte doğrudan yapay çevre (yapılı çevre) başlığı altında yer almaktadır.

Bu yaklaşıma göre çevreye duyarlı mimarlık tanımı: “Belirli bir toplumun gerçek ihtiyaçlarıyla imkânları çerçevesinde o toplumu ilgilendiren faaliyetleri duygusal yönden de destekleyerek barındırabilecek ve doğal verilere uyumlu nitelikte mekân düzenleri oluşturma becerisi” şeklinde olabilmektedir (Yılmaz, 2007).

Erengözgin (2001) bu konuyu şöyle tanımlamaktadır:

“Ekolojik olmak; doğaya dokunmamak değil, onunla birlikte yaşamayı öğrenmektir. Ekoloji, bir temel değer değil bir sonuçtur. Ezelden beri var olanın değil, birlikte yarattığımız bir çevrenin bilimidir. Temelde yatan sadece ve sadece; akışına izin verilmesi gereken doğru enerjidir.”

Ekoloji, biyoloji biliminin bir alt dalı olmanın ötesine geçerek alternatif enerji kullanımı, insan doğa ilişkileri, doğal yaşamın desteklenmesi gibi yaşamsal konuların yanısıra çağdaş dünyada düşüncelerimize, tasarımlarımıza ve ekonomiye yön veren disiplinler arası bir güç olmuştur. Mimarlık disiplini de ekoloji kavramı ile yeni bir kavram ve uzmanlık alanına ilerlemektedir.

2.2. Ekolojik Mimarlık Kavramı ve Tarihsel Gelişimi

Yoğun olarak yaşanan çevre sorunları ve bu sorunlara yönelik çözüm arayışları, yaşamın devamlılığını sağlayabilmek amacıyla günümüzde sıklıkla üzerinde durulan bir konudur. Bugünkü yaşam çevremiz ve planlama-proje yaklaşımlarımız sorgulanmakta, daha kaliteli, sağlıklı yaşanabilen ve gelecek kuşaklarında gereksinimlerini karşılayabilmelerine olanak tanıyacak çevrelerin ölçütleri tartışılmaktadır. Bunların sonucunda da ekolojik bina tasarımı, çevreye duyarlı mimarlık, ekolojik yapı, sürdürülebilir mimarlık kavramları ortaya çıkmıştır (Drinks, 1990).

Kleiner’e göre (1995) ekolojik mimarlık:

“Çevreyi ve insanı korur. Bu nedenle çevreye saygılı mimarlık aynı zamanda insana saygılı mimarlıktır.”

Ekolojik mimarlıkta binaların yapımı, kullanımı ve yıkım arasında mimari elemanların ve yapı malzemelerinin, çevreye zarar verecek zehirli maddeleri içermemesi hedeflenmelidir (Drinks, 1990).

Mimarlıkta ekoloji, binada güneş enerjisinin kullanımı, iklim şartlarına uygun olarak planlama ve inşa etme bilinci olarak tanımlanabilir (Wachberger ve Wachberger, 1988). Cook ve Özkeresteci (2001) ve Kısaovalı (2007) ekolojik mimariyi şöyle tanımlamaktadır:

“Ekolojik mimari, deneysel bir mimaridir. İnsanoğlu, çevresini fikirler ve ütopyalarla kurar, ideali arar ve idealizmini çevresel sorunları algılama ve bunlar üzerine yoğunlaşma çabası içinde oluşturur. Bütüncül ve gerçekçidir.”

“Ekolojik mimarlığa, insanlığa saygılı, fiziksel çevreyi biyolojik, kültürel ve psikolojik boyutlarıyla ele alan, binanın tasarımından yıkımına dek yapının tüm girdi ve çıktılarının ekolojik sistemle uyum sağlayabilen, çevreye zararsız atık madde oluşumu sağlayan mimarlık türü denilebilir.”

Berktaş’a (2006) göre ekolojik mimari:

“Doğal malzemeler kullanılarak, kendi dönüşümünü tamamlayabilen enerji sistemlerinden yararlanarak, salt tüketime dayalı üretim yerine, tüketilenden tekrar üretmek mantığını benimseyen ve bu özelliğiyle de ekosistemin doğal prensiplerine dayanan mekan tasarlama yöntemler ve tasarımlar bütünüdür”

Yine Özkeresteci’ye (2009) göre ekolojik mimarinin günümüzdeki yorumuna baktığımızda, mimaride ekolojiye olan eğilim, çevre sorunlarına verilen çağdaş insancıl yanıtlardan biri olarak algılanabilmektedir. Yaşa (2007) ve Sezgin (2007) ekolojik mimariyi ve ekolojik tasarımı şöyle tanımlamaktadır:

“Ekolojik mimari; yerel malzemelerin kullanıldığı, enerjiyi az tüketen ve kullandığı bu enerjiyi de güneş ışığı, rüzgâr gibi doğal kaynaklardan elde eden, kullanım esnasında bakımı kolay ve ekonomik olan mimaridir.”

“Ekolojik tasarım, tasarım sürecinin ürünü olarak yerkürenin ekosistem ve kaynakları üzerinde sahip olduğu ters etkileri, en aza indirdiği bir tasarım sürecidir.”

Ayrıca binaların yapım ve kullanım aşamasında doğaya verilen zararlı çıktıların azaltılması, yeryüzündeki ekosistemlerin olumsuz yönde etkilenmesini de

engelleyecektir. Aslında yapının kendisi de bir ekosistemdir. Yapıda tüm ekosistemlerde olduğu gibi canlı ve cansız öğeler arasında karşılıklı etkileşim, madde ve enerji alışverişi vardır. Yapı enerji kullanır, güneşten ısı ve ışık çeker ya da yansıtır, yağmur sularını toplar, birleştirir ve süzer. Bu bağlamda yerel ekosistemlerle daha iyi ilişki kurup, mümkün olduğu kadar ekolojik döngüler içindeki yerini alması önemlidir (Brück, 1983).

Yeni olmasına karşın geçmişin mimari birikimleriyle yoğrulan bir kavram olan ekolojik mimarlık; fiziksel çevreyi biyolojik, kültürel ve psikolojik boyutlarıyla bir bütün olarak ele alan, binanın tasarımından uygulama-kullanma-yıpranma-yıkım ve sağlıklılaştırma aşamasına kadar olan süreçte, yapının tüm girdi ve çıktılarıyla yerleşimin ekolojik sistemlerine uyum sağlayabileceği, mevcut malzeme ve enerjileri dönüştürerek yeniden kullanımı hedefleyen, çevreye zararsız atık madde oluşumuna öncelik tanıyarak doğal kaynakları gelecek nesillere bozulmadan aktarmayı amaçlayan, insana saygılı mimari oluşumu hedefleyen yaklaşımlardan oluşmaktadır (Özek, 2007).

Mimarlık ‘çevre’ açısından ele alındığında üç ayrı dönem dikkate alınarak incelenmiştir. Bu dönemlerden ilki, Endüstri Devriminden önceki dönem olan ‘Geleneksel mimarlık, İkincisi Endüstri Devrimi sonrası dönem olan ‘Modern mimarlık’, üçüncü ve son dönem ise, 21.yüzyıla özgü olan ‘ekolojik mimarlık’ olarak adlandırılmaktadır (Yılmaz, 2007).

Geleneksel mimarlık doğa ile daima barışık olmuştur. Geleneksel mimaride mekânların ısınma ve soğutma sorunları güneşin mevsimlere göre hareketi dikkate alınarak çözülmüş; havalandırma sorunu ise rüzgâr yönüne göre mekânların ve boşlukların konumlandırılması ile sağlanmaya çalışılmıştır. Böylece, insanların ihtiyacı olan iç mekân konforu doğal yöntemlerle çözülmüştür. Bu çözümlere yaşam biçimlerinin de katılmasıyla, özgün yerel mimari kimliğin en güzel örnekleri oluşturulmuştur.

20.yüzyıl (modern) mimarlığı, Endüstri ve Teknoloji çağı ile başlamıştır; fakat günümüzde bu durum Bilgi ve Ekoloji çağına doğru yönelim göstergesidir. Isıtma, soğutma ve havalandırma tesisleri, modern mimarlığı doğadan ayırmıştır. Çevre

sorunlarının en büyüklerinden bir tanesi fosil yakıtların tüketilmesidir. Arabalar ve fabrikalar çevrenin en belirgin düşmanları olarak düşünülse de, binalar dünyada kullanılan enerjinin yarısından fazlasını tüketmektedirler.

(Modern Mimari) Endüstri çağı, kültürel farklılıklarla oluşan yöresel, geleneksel mimariyi ortadan kaldırmıştır. Mimari çözümlerinde zengin farklılıkları olan Doğu ve Batı kültürleri gölgelenmiştir.

Üçüncü dönem olan ekolojik mimarlık döneminin üç ana hedefi bulunmaktadır. İlk olarak doğa ile uyumu geliştirerek sürekliliği sağlamak; ikinci olarak, ekolojinin ilkeleri doğrultusunda yapılaşmayı oluşturmak ve üçüncü olarak, sanatsal ve ruhsal boyutları dikkate alan tasarımlar gerçekleştirebilmektir (Yılmaz, 2007).

Ekolojik tasarım kriterleri (Yılmaz, 2007);

1)Enerji: Herhangi bir medeniyetin varlığının ön koşuludur. Fosil yakıtların tüketimi çevre problemlerinin en önemlilerindedir. Çevre sorunlarının çoğu fosil yakıtlara bağımlı sistemin sonucudur.

2)İklim: Sabit bir strüktür olarak mimarlık, hem insanların hareketleri hem de güneş ve iklimin hareketleri ile mücadele etmek durumundadır. ‘Sabit’ bir oluşum olan mimarlığa, ekolojik uygulamalar tasarım ile yüklenebilir. Mimarlık iklime cevap vermelidir. Örneğin; kutuplarda yaşayan insanlar, hava akımlarına kapalı olan ve dış yüzey ile iç ortam arasında minimum alanlı bir iletişim kuran bir yapı tarzını bularak, dondurucu soğuklara karşı koyabilecek bir yapı içinde yaşayabilmişlerdir. Eskimoların bulunduğu ‘Igloo’ tipi kardan ve buzdan yapılmış olan evler, gerçekte ısı tasarrufu sağlayan ekstrem bir mühendislik çalışması olarak kabul edilmektedir.

3)Yapı Malzemeleri: Yapı malzemelerinin çevreye olan etkileri ve kaynak kullanımı araştırılmalıdır. Malzeme seçimi yapılırken, hammadde kaynakları, üretim ve araziye ulaşım, inşa, kullanım ve son olarak yeniden kullanım gibi konular sorgulanmalıdır. Sanayinin talep edilen ürünleri daha az malzeme, kaynak ve enerji tüketerek üretebilmesi yaklaşımı ile “eko-yeterlilik” yani ekonomik büyümede

sürdürülebilirlik kavramı ortaya çıkmaktadır. “Azaltmak (reduce), yeniden kullanım (reuse), yeniden dönüşüm (recycle)”, eko-yeterliliğin popüler sloganıdır.

4)Kent Mekânlarına Bütüncül Yaklaşım: Bireylerin refahı ve dolayısıyla sosyal yapısı, içinde yaşanması keyifli ve iyi tasarlanmış bir çevrenin varlığına bağlıdır. Niteliksiz konut alanlarının, yetersiz ulaşım ve planlamanın, iletişim ve dinlenme alanlarının olmayışının insanlar üzerinde kalıcı olumsuz etkiler yarattığı, topluma aktif olarak katılımlarını zayıflattığı, işyerindeki verimlerini düşürdüğü ve sağlıklarını etkilediği kanıtlanmış bir gerçektir.

5)Yerleşim ve Arazi Kullanımı: Yaşanabilir topluluklar için toplu taşıma halkaları ve yaya dostu stratejiler ile karma-kullanım yöntemleri geliştirilmelidir. Planlama ve tasarım ile yaratılabilen arazinin ve mimarlığın kendine yeterliliği ne kadar büyük olursa çevreye verilen zarar, o kadar az olur.

Her yerleşim alanının konumu, topoğrafyasını, organizmaları, bitkileri, güneş ışığı, rüzgârı ve iklimi kendine özgüdür.

6)Kimlik: Var olan çevrenin anlaşılması yolu ile kendine özgü bir dünya kazanmaktır. Genel olarak, var olan çevrenin oturulabilir bir ortam olabilmesi için insan tarafından yorumlanabilmesi gerekmektedir. Kent yerleşimlerinde kimliğe ulaşmak için ‘yer duygusunun’ yaratılması önemli bir faktördür.

7)Yeşil Alanlar: İnsanların kaynaşması ve toplumun gelişmesi için gerekli olan kent içindeki yeşil alanlar, insan eylemlerine, iklimlerin dengelenmesine ve ekolojik farklılığa, insanları birbirinden ayırmadan yardımcı olmaktadır. Böylece insan yaşantısının kalitesini artırmaktadırlar.

8)Ölçek: Son 50 yıldır mimarlık, tecrit edilmiş arazilerde duvarlarla çevrilmiş ve kilitli kapısı olan, tecrit edilmiş anıtsal yapılar üzerinde yoğunlaşmıştır. Toplumu şaşırtma güden büyüklük, heybetlilik ve teknolojik başarılar moda olmuştur. İnsan ölçeğine yakın mimari, mega-strüktürlere mantıklı bir alternatif oluşturmaktadır. Fakat küresel nüfus fazlalığı ve toplu konut ihtiyacı bu çözüme soru işareti konulmasına

neden olmaktadır. Bu durumda tercih edilen seçim; kent dışına doğru yaygınlaşmayan, kent ile ilişkili olan kümelenmiş, bloklardan oluşmalıdır.

9)Şantiye ve Yapım: Bölgenin yerel verileri analiz edilir, zamanlama ve enerji kullanımı akılcı şekilde planlanır. Mevcut yeşil dokuya zarar verilmez, hava, su ve gürültü kirliliği yaratılmaz. Geri dönüşümlü malzeme kullanılır, atıklar kontrol edilir.

10)Yıkım: Binanın ekonomik ömrü, verimli kullanım süresi ve sonrası önceden planlanır ve gerekli öngörülerde bulunulur.

11)Eğitim: Eğitim, yapılı çevrenin herkes için önemli olduğu bilincini arttırmak için kullanılması gereken bir araçtır.

Yüzyıllardır tarihi süreç içinde insanoğlu, saydığımız temel ilkelerin, güneşin varlığına ve güneşten gelen yaşamın, enerjinin, bereketin bilincinde olmuşlardır. Buna dayanarak yaşama mekânlarını güneş ışığını en fazla faydalanabileceği, rüzgârı ise iklimatik konfor koşullarını sağlayabileceği şekilde inşa etmişlerdir.

Antik Yunanistan ve Anadolu'daki tüm kentler kışın evlerin ısıtılmasında güneşten faydalanılması amacıyla planlanmıştır. M.Ö. IV. asırda kurulan ve ideal bir solar şehir olarak tanımlanan Priene'de kamusal ve kamuya açık yer ve yapıların yanında diğer tüm yapılarda güneşe dönük olarak konumlandırılmıştır (URL-1).

M.Ö. 470-339 yıllarında yaşayan Sokrates güneye bakan evlerde kış güneşinin içeriye alınabildiğini ama yazın güneşin tepemizden ve çatıların üstünden geçtiğini, böylece gölgede kaldığını söylemiş, bu durumda kış güneşini alabilmek için güney cephesinin yüksek, soğuk rüzgârlardan korunabilmek içinde kuzey cephesinin alçak yapılmasını önermiştir (Demirbilek ve Eryıldız, 2001).

Aristo, M.Ö. 384-322 yıllarında, soğuk kış rüzgârlarına karşı evin kuzey cephesinin korunaklı yapılmasının öneminden bahsetmiştir.

Vitruvius M.Ö. 25 yılında yazdığı De Architectura'da özel konut tasarımlarının doğru olması için, yapıldıkları ülke ve iklim koşullarının dikkate alınması gerektiğini belirtmiştir (Vitruvius, 1990).

İbni Sina (M.S. 980-1037) ve Biruni (M.S. 973-1048) gibi doğu bilginleri ise, yeni kurulacak bir yerleşim yeri için, önce suyu ve ulaşım durumu gibi özellikler dikkate alınarak bazı yerler belirlendikten sonra, bunlardan havası en temiz olan yere şehrin kurulmasının doğru olacağını söylemişlerdir. Dolayısıyla, onlara göre sağlıklı bir çevrenin en belirleyici özelliği havadır (Bayraktar, 1992).

Güneş mimarisini amaç edinmiş bir grubun üyesi olan ve 1928-1930 yılları arasında Bauhaus'un yöneticiliğini yapmış olan Hannes Meyer'in Hans Witter'le birlikte 1927 yılında tasarladığı yarışma projesi olan Cenevre'deki saray binası ekolojik bina tasarımının ilk örneklerindedir (Göksal, 1998).

1932 yılında düzenlenen 'The Growing House' adlı proje yarışmasında ödöl alan 24 projenin 13'ünde de güneşten yararlanmak amacı ile kış bahçesinin kullanımı öngörülmüştür. Yarışmayı kazanan projelerden Martin Wagner'in konut tasarımları, solar enerjiden faydalanma yöntemi ve yağmur suyunun kullanımına ilişkin prensipleriyle enerji bilinçli tasarımın ilk örneklerini içermektedir (Hagger, 1994).

Dönemin en ünlü mimarlarından biri olan Frank Lloyd Wright doğal malzemeler kullanmış, esnek, açık planlar uygulamış, binalarını doğayla bütünleştiren bir tasarımcıdır (Zelef, 2000).

Fuller'in (1895-1983) yeşil bina devrimi için Amerika'da yaptığı çalışmalar listesi uzundur. Fuller'in 1927 yılında tasarladığı 'Dymaxian House' adlı yapısı ise enerji etkin, ısıtma ve havalandırmasını doğal yollarla sağlayan, kendi enerjisini kendi üreten, depreme dayanıklı yapı malzemelerinin kullanıldığı yapı olarak tasarlanmıştır (URL-2).

1940'ların sonunda Buckminster Fuller eko tasarım için verimli olabilecek fikirler içeren bir geodezik kubbe örneği olan 1967 Expo fuarındaki A.B.D. pavyonunu çevreye duyarlı ilk yapılardan biri olarak nitelendirmektedir (Wilkinson, 1996). Ayrıca Fuller'in geodezik kubbeleri, güneş panelleri gibi alternatif enerji kaynaklarından yararlanan sistemler kullanarak enerji harcamalarında tasarruf sağlayabilmektedir (URL-3).

USGBC (U.S.Green Building Council)'nin kaynaklarına göre 19.yüzyılın sonuna kadar birçok mimar ve tasarımcı tarafından yeşil bina hareketinin düşünce temelleri atılmıştır. Bunlar arasında R.Buckminster Fuller, Frank Lloyd Wright, Richard Neutra, Lewis Mumford, Ian McHarg, Malcolm Wells ve John Lyle gibi Amerikalı tasarımcılar ve düşünürler bulunmaktadır. Günümüzde ise düşüncelerini açıkça ifade eden William McDonough, Ken Yeang, Sim Van Der Ryn, Stuart Cowan, David Orr, Norman Foster v.b. tasarımcılar bulunmaktadır (Kibert, 2008).

1946-1953 yılları arasında inşa edilen ve gerçek anlamda hiçbir zaman bitirilemeyen bir deneysel çalışma olan yeni Gournia köyünde de, var olan yapım tekniklerine alternatif olarak düşük maliyete sahip, yerel malzemeyi ve geleneksel mekân örgütlenmesini kullanan bir mimari üslup denenmiştir (URL-4). Mısırlı mimar Hasan Fathy (1900-1984), doğal serinletme sistemlerini ve Arap mimarlığına özgü çeşitli yapı özelliklerini yaşadığı döneme uygulama çabasındadır. Genelde Arap dünyasında, özeldeyse Mısır'da yerel-geleneksel mimariye yeniden ilgi duyulmasını sağlamaya çalışan mimarın ilgi alanı, doğal kaynaklardan elde edilen yerel malzemenin kullanımıyla ilgili bir mimarlık üzerine oluşmuştur.

ABD, Arizona çölünde yapımına 1970'li yıllarda başlanan ve halen kullanılmakta olan Arcosanti yerleşimi ise ekolojik sürdürülebilirliğin ilk örnek uygulaması olmuştur.

70'lerde enerji bunalımı ve bunu takip eden yıllar, ciddi bir tasarruf ihtiyacını ilk defa gündeme getirmiştir. Özellikle enerji açısından dışarıya bağımlı olan Avrupa ülkelerinde enerji korunumu ön plana çıkmıştır. Buna bağlı olarak 1980'lerde sürdürülebilir gelişme kavramıyla ekonomik, sosyolojik ve ekolojik sorunların ortaya konulması için çalışmalar yapılmıştır. 90'larda ise yaşanan gelişmelere paralel olarak mimarlık ortamını da oldukça ilgilendiren sürdürülebilir mimarlık konusuna yoğunlaşmıştır.

1 Haziran-31 Ekim 2000 tarihleri arasında Almanya'da düzenlenen Expo fuarı "insan-doğa-teknoloji" kavramı çerçevesinde şekillenmiştir. 7 Temmuz 2000 tarihinde Berlin'de düzenlenen 'URBAN 21' konferansının teması ise 21.yy da sürdürülebilir

kentsel kalkınma olarak saptanmıştır. Bu ve bunun gibi pek çok konferans, expo, yarışma, kongre, forum düzenlenmiş ve hala düzenlenmektedir.

Yeni binyılda da, çevre verilerini dikkate alan, ekolojik tasarım ilkelerini göz önünde bulunduran binaların yapımı hız kazanmaktadır. ABD’de 2010 yılı sonuna kadar, 1 milyon ‘sıfır enerjili bina’ yapılması hedeflenmektedir.

Ekolojik yapı uygulamalarını yapıların formu, yapılarda kullanılan enerji sistemleri ya da malzemeler açısından sınıflandırabileceğimiz gibi, eski yapıların yeniden kullanımı ve yeni tasarlanan çevre duyarlı tasarımlar olarak da ikiye ayırabiliriz. Ekolojik mimarlık anlayışı, bir yapının yıkım aşaması olan ekonomik ömrünün bitimine kadar olan bütün süreyi kapsamaktadır. Bu bağlamda az enerji kullanan ve çevreye duyarlı yeni tasarımların yanında, mevcut yapılardan mümkün olduğunca uzun süre faydalanmayı sağlamak da ekolojik mimari kapsamındadır (Bozdoğan, 2003).

Yapıyı oluşturan form, fonksiyon, konstrüksiyon dengesinin zamanla işlevini yitirmesi durumunda kullanılmayan yapılar, ekolojik mimarlık anlayışı ile yeniden kullanılabilir. Ancak bunun için yapıdaki form, fonksiyon ve konstrüksiyon dengesi günün koşullarına bağlı olarak yeniden kurulmalıdır.

Mevcut yapı grubu içerisinde yer alan eski yapıların yeniden kullanımı sırasında uygulanabilecek mimari kurallar Dieter Hoor ve Heinrich Reiners tarafından;

- 1)Orijinal, plan, kesit ve görünüş kurgularının aynen korunması,
- 2)Yapının önemli karakteristik özelliklerinin korunması ve yapıya ekler yapıyorsa bu eklerin eski bina ile entegre kullanımının sağlanması,
- 3)Yalnızca taşıyıcı konstrüksiyonun korunup bölücü elemanların yıkılarak kullanımı, şeklinde sıralanmıştır.

Ekolojik yapı, sağlıklı bir yapı, doğal malzemelerin kullanıldığı, az enerji tüketen ve bu enerjiyi de doğal güneş ışığı ile elde eden, bakımı kolay ve ekonomik yapıdır. Konstrüksiyon ve kullanılan malzemenin, toksin maddeler içeren endüstriyel yapı malzemeleriyle değil, insanın doğasına uygun sağlıklı malzemelerle yapılması esasına dayanmaktadır. Malzeme seçiminin yanısıra planlamada ele alınması gereken önemli

noktalardan biri de 'havalandırma' ve 'gün ışığı'dır. Hijyen bir ortamın, güneş ışığını ve havayı içeri alması gerekmektedir. Pasif güneş ışığından yararlanabilmek için çatılar doğu-batı yönünde konumlandırılmalı, yapının en geniş cephesi güneye yönlendirilmelidir. Kuzeye yönlendirilmiş bir yapı, güneye yönlendirilmiş bir yapıya oranla %30 daha fazla enerji tüketmektedir. Tam güneye yönlendirmenin mümkün olmadığı durumlarda, güneye en az 20°'ye kadar bir açı ile yönelme yapının günışığı alma potansiyelini arttırmak için uygun olabilmektedir. Güney cephesindeki cam alan ise, cephe alanının minimum %40'ını, maksimum %60'ını oluşturmalıdır. Güneş enerjisi sayesinde eko yapılar 'enerji tüketicisi' durumundan 'enerji toplayıcısı' durumuna dönüşmüştür (URL-5).

2.3. Sürdürülebilirlik Kavramı, Tarihsel Gelişimi ve Sürdürülebilir Mimarlık

Sanayi devrimiyle birlikte 19.yüzyılda başlayan yoğun sanayileşme süreci kentsel birleşmeleri tanımlayan büyük merkezleri oluştururken, 20.yüzyılda büyük metropollerin oluşumuna tanıklık etmiştir. Kentlerin gelişmesi, fosil yakıt kullanımı ve sanayileşme ile artan üretim ve tüketim çevreye zararlı atık bırakımını arttırmıştır. İnsanoğlunun sürekli olarak yenilenen ve çeşitlenen gereksinimlerini karşılayabilecek hammadde ve sonuç ürünlerin tüketimine dayalı ihtiyacı karşılanamaz duruma gelmiştir. Ekonomiye dayalı dünya düzeninde ihtiyaç duyulan enerji miktarında da çok ciddi artışlar yaşanmıştır ve yaşanmaktadır.

Nüfus ile enerji tüketimi ve buna bağlı sorunlar arasında doğru orantılı bir ilişki vardır. Dünya nüfus büyüklüğü ve dağılımı, gelişmiş ülkelerde savurganlık ve yüksek tüketimi arttırırken, gelişmekte olan ülkelerde yüksek doğurganlık oranı, tüketimi yükseltme isteklerini arttırmaktadır. Buna göre enerji talebi ve atık üretimi de tüketime bağlı olarak hızla artış göstermektedir (Özçağ, 2008).

Doğal kaynakların sınırlı, talebin ise sınırsız olduğu gezegenimiz doğal dengesini kaybetmektedir. Doğal denge, ağır tahribatlar sonucu kendini yenileyememektedir. 1980'li yıllarda 4.43 milyar olan dünya nüfusu 2002 yılında 6.19 milyara yükselmiştir.

2015 yılında ise bu rakamın 7.09 milyara yükselmesi beklenmektedir (WB, 2004). Artan dünya nüfusunun 2050'ye kadar bugünkü 6.3 milyarlık nüfusun 9.3 milyar rakama ulaşacağı göz önüne alındığında başta enerji ve su olmak üzere doğal kaynakların hem kirlenerek hem de hızla tüketilerek yok olacağı kaçınılmaz bir sonuç olmaktadır. Türkiye'de ise 1990 yılında kentleşme oranı %50 iken, bu oran 2000 yılında %60'a yükselmiştir (TÜİK, 2005). Bu durumda 1985-1990 yılları arasında kentleşme hızı %44'tür. Ancak 1990-1995 yılları arasında %32,6 olarak tespit edilen kentleşme hızına göre, 90'lı yıllardan itibaren Türkiye'de kentleşme hızının yavaşladığı görülmektedir (Sev, 2009).

Hızlı nüfus artışı nedeniyle konut ve işyeri taleplerini karşılamak amacıyla özellikle metropol kentlerde artan mimarlık uygulamaları bulunmaktadır. Bu artış aynı paralellikte artan enerji taleplerini de karşılayamaz duruma gelmiştir.

Sanayi devriminden bu yana artan enerji taleplerinin karşılanabilmesi için yıllardır fosil tabanlı yakıtların kullanılmasına öncelik verilmiştir. Artan kullanım nedeniyle yer altı kaynakları ve atmosfer katmanları kirlenmiştir ve ağır tahribatlara uğramıştır. Çizelge 2.1'e göre açığa çıkan CO₂ emisyon değerleri durumun önemini kavramamıza yardımcı olmaktadır.

Çizelge 2.1. IEA'nın 2006 verilerine göre dünya genelinde yakıt tüketimine bağlı CO₂ emisyonunun dağılımı(%)

YAKIT TÜRÜ	1973	2004
Petrol	50,7	39,9
Kömür	34,9	40,0
Doğalgaz	14,4	19,8
Diğer yakıt türleri	-----	0,3

Verilen değerlere bakıldığında fosil tabanlı yakıtlardan petrolün tüketiminden çevreye yayılan CO₂ emisyonu oranı azalmış, diğer fosil tabanlı yakıtlardan olan kömür ve doğalgaz tüketimine bağlı CO₂ oranı artmıştır. Ancak bu artış dünyanın tahribatını onarma hızından daha yüksek olduğundan hala bu konular tartışılmaktadır. Tahribat, atmosferde sera gazlarının da artması ile kendini göstermektedir. Türkeş (2003) sera etkisini şöyle tanımlamaktadır:

“Atmosferdeki gazların gelen güneş ışınımına karşı geçirgen, buna karşılık geri salınan uzun dalgalı yer ışınımına karşı çok daha az geçirgen olması nedeniyle, yerkürenin beklenenden daha fazla ısınmasını sağlayan ve ısı dengesini düzenleyen doğal süreçtir.”

Sera etkisinin oluşumunu hızlandıran birçok sera gazı bulunmaktadır. Bunlar; CO₂, CH₄, N₂O, hidroflorokarbonlar (HFC’ler), perfluorokarbonlar (PFC’ler) ve sülfür heksafluorid(SF₆) en çok zarar veren sera gazlarıdır.

Yerkürenin aşırı ısınması sonucu, ulusal düzeyden uluslararası düzeye kadar etki gösteren olay “küresel ısınma” kavramı ile açıklanmaktadır. Türkeş (2008) küresel ısınmayı şu şekilde tanımlamaktadır:

“Sanayi devriminden beri, özellikle fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma, tarımsal etkinlikler ve sanayi süreçleri gibi çeşitli insan etkinlikleri ile atmosfere salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimlerindeki hızlı artışa bağlı olarak, şehirleşmenin de katkısıyla doğal sera etkisinin kuvvetlenmesi sonucunda, yeryüzünde ve atmosferin alt katmanlarında saptanan sıcaklık artışıdır.”

Tanımdan da anlaşılabilceği gibi çoğunlukla fosil yakıtların yakılması, sanayi, ulaştırma, arazi kullanımı değişikliği, atık yönetimi ve tarımsal etkinliklerden dolayı insan kaynaklı küresel ısınma ve iklim değişikliğine yol açan sera gazları her çeşit sektörden doğaya atık olarak bırakılmaktadır. Küresel ısınma, iklim değişikliği ile beraber şekillenen bir kavramdır. Buna göre iklim ve iklim değişikliği kavramlarını da açıklamak gerekmektedir. Türkeş (1997) iklim kavramını şöyle açıklamaktadır:

“Yeryüzünün herhangi bir yerinde uzun yıllar boyunca yaşanan ya da gözlenen tüm hava koşullarının ortalama özelliklerinin yanısıra, bu olayların

yaşanma sıklıklarının zamansal dağılımlarının, gözlenen uç değerlerin, şiddetli olayların ve tüm değişkenlik tiplerinin birleşimidir.”

İklim değişikliği, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinde, “karşılaştırılabilir bir zaman döneminde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkileri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” biçiminde tanımlanmaktadır.

Ülkemizin iklim verilerinin nasıl değiştiğine bakıldığında; Türkiye, özellikle su kaynaklarının zayıflaması, sıcaklıkların artması, orman yangınları, kuraklık, erozyon, çölleşme, deniz seviyesinin yükselmesi gibi ekolojik dengesizliklere maruz kalabilmektedir. İklim modellerine göre (IPCC, 2001), Türkiye üzerindeki yıllık ortalama sıcaklıklarının 2050 yılına kadar sera gazlarındaki ve sülfat parçacıklarındaki değişimler dikkate alındığında 1°C ile 2°C arasında artacağı öngörülmektedir.

Küresel ısınma dünya sorunu haline gelmiş ve bilimsel alanda çalışmalar yapılmaya başlanmışken, Türkiye’de küresel ısınma sorunu 2006 yılı sonuna kadar gündemde yer almamıştır. O dönemde Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) üyesi olan Türkiye, konunun önemini kavrayamadan ve politik tedbirleri almadan, sera gazı azaltma yükümlülüğünü şart koşan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesini (UNFCCC) 2004 yılında onaylamıştır. 2006 yılına kadar iklimle gelişen sert doğa olayları oluşana kadar sözleşme şartları, Türkiye için hala bir anlam ifade etmemiştir (Karakaya, 2008).

Benzer doğa olaylarının devam etmesi üzerine Tarım, Çevre ve Enerji Bakanlıkları küresel ısınma uyarısı yapmışlar ve TBMM’de “küresel ısınmanın neden olduğu sorunların ve oluşturduğu risklerin araştırılarak alınması gereken önlemlerin belirlenmesi” amacıyla 13.02.2007 tarihinde bir araştırma komisyonu kurulmuştur. Bu komisyon 3 ay süreyle faaliyet göstermek üzere 01.03.2007 tarihinde göreve başlamıştır. TBMM 23.Dönem Çalışmaları kapsamında ilk araştırma komisyonu, 23.10.2007 tarihinde “küresel ısınmanın etkileri ve su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi” konusunda oluşturulmuştur (Karakaya, 2008).

Ülkemizde 3.Beş Yıllık Kalkınma Planında (1973-1977) ilk defa yer alan çevre bölümünde su, hava, kıyı gibi sorunlara dikkat çekilmiş ve bunların bir bütün olarak, planlama sistemi içinde incelenmesinin gereği vurgulanmıştır. Ayrıca “ülkeyi sanayileşerek kalkınma hedefinden saptıracak hiçbir yükümlülük kabul etmemek koşuluyla” çevreye ilgi gösterileceği belirtilmiştir. Bu şekilde dönemin kalkınma ve çevre gerilimi plana da yansımıştır. Çevre, kalkınma çabalarını engelleyebilecek bir unsur olarak görülmüştür. 5.Beş Yıllık Kalkınma Planında (1985-1989) temel ilke kaynakların gelecek kuşakların da yararlanabilmesi için en iyi biçimde korunması ve geliştirilmesi ilkesidir. 6.Beş Yıllık Kalkınma Planında (1990-1994) benimsenen temel ilke ise insan sağlığını ve doğal dengeyi koruyarak sürekli ekonomik kalkınmaya olanak verecek biçimde, doğal kaynakların kullanımını sağlamak ve gelecek kuşaklara, insana yakışır doğal, fiziksel ve toplumsal çevre bırakmaktır. Plan bu amaç doğrultusunda bütün ekonomik politikalarda çevre boyutunun hesaba katılmasını istemektedir.

1950’li yıllarda yaşanan ekolojik dengesizlikler, çevre sorunlarına dikkat çekmiştir. 1952’de Londra’da hava kirliliğinden 4000 kişi hayatını kaybetmiş, bir yıl sonra da NewYork’da 400 kişi ölmüştür. Bu dönemdeki çevresel sorunlar ulusal konular etrafında ortaya çıkmıştır. Bu konular yerel hava ve su kirliliği, maden çıkarma, otoyol yapımı, gürültü kirliliği, baraj ve nehir kanalları, ormanların kesilmesi, zararlı atık depolama, nükleer enerji tesisleri, toksik kimyasallara maruz kalma, petrol sızıntıları, düzensiz kentleşme, v.b.dir. Çevre konulu ulusal endişe, ilk olarak ABD, İngiltere, Kanada, Fransa, Almanya, İsviçre, Hollanda ve İskandinavya’da ortaya çıkmıştır (Hayirsever Topçu, 2008).

ABD’de ulusal endişeler, 1969 yılında Ulusal Çevre Politika Yasası’nın (National Environmental Policy Act) kabul edilmesine yol açmıştır. 1970’lerin başlarında birkaç yıl içinde Çevre Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency) ve Çevresel Kalite Başkanlık Konseyi (Presidentail Council of Environmental Quality) kurulmuş; Temiz Hava ve Su Yasaları kabul edilmiştir. ABD’de doğal kaynak korumacılığı ve doğa korumacılığı düşüncesine bağlı olarak alınan kamusal hizmet projeleri çevre sorunlarına karşı çözüm olamamış, kirlilik temel sorun olarak görülmüştür (Hayirsever Topçu, 2008).

1960'lı yılların sonlarında doğa koruma ile ilgili tartışmalar 1970'li yıllarla şekil değiştirmiştir. Kaynak kullanımı, teknolojik gelişme, sanayileşme, kaynakların tükenmesi, yenilenebilir kaynakların kirlenmesi, gıda arzı, nüfus artışı sorunları ile hem ekonomik hem de ekolojik yıkım uyarıları yapılmaya başlanmıştır. 1972 Stockholm Konferansı çevre politikalarının ilki olması açısından bir dönüm noktasıdır. Stockholm Konferansı çevre politikasını ve kalkınma kavramlarını bir arada kullanarak küresel ortak bir endişe olarak tanımlamıştır. 1979'daki ilk Dünya İklim Konferansının kazandırdığı ivmeyle sorun politika alanına taşınmıştır. 1980'li yıllarda küresel çevre sorunları başlığı altında tartışmalar hız kazanmıştır (Hayırsever Topçu, 2008).

Uluslararası düzeyde resmi olarak 1970'li yıllardan itibaren gezegen ölçeğinde sorunlara dikkate çekilmişse de “küresel değişim” kavramı ilk olarak kararlı bir şekilde Brundtland Komisyonu tarafından Ortak Geleceğimiz Raporu ile gündeme yerleştirilmiştir. 1987 yılında Raporun yayınlanması ve raporun önerileri çevresel sorunlara yönelik yeni bir yaklaşımın doğumu için ve bu yeni yaklaşımın kamusal dikkat ve politik söylemin odak noktasına yükselmesi için yardımcı bir rol üstlenmiştir. Brundtland Raporu, “küresel tehdit” kavramını vurgulayarak başlamakta ve çevre, kalkınma ve enerji krizi konularının birbirinden ayrı olmadığını belirtmektedir. Raporunda, ekoloji ve ekonomi önemsenen iki yükselen değer olarak görülmektedir.

Rapor az gelişmiş ülkelerin sürdürülebilir kalkınma ve ekonomik büyümeyi devam ettirebilmelerini sağlamak için çevresel teknoloji ve ekonomik yardım transferi çağrısında bulunmaktadır. Diğer yandan devletlere nüfus artışlarını kontrol etme, eğitimi teşvik etme, gıda güvenliğini sağlama, daha temiz endüstriyel teknolojiler geliştirme, enerji tasarrufu, kentsel sürdürülebilirliği sağlama çağrısı yapmaktadır. Brundtland Raporu, ekonomik büyümenin zorunluluğu ile başlar ve daha sonra bunun nasıl sürdürülebilir yapılacağı sorusuna yönelir.

Uluslararası iklim politikasının yapı taşları niteliğindeki konferanslar arasında özellikle Noordwijk ve Toronto konferansları ayrı bir öneme sahiptir. Noordwijk Konferansı sonucunda sera gazlarındaki artışın durdurulması gereği üzerinde durulmuş, sanayileşmiş ülkeler ise; bunun kendileri tarafından gerçekleştirilmesini kabul etmişlerdir. Noordwijk bildirgesi'ne Türkiye de katılmıştır. Hükümetlerarası bir

niteliği olmayan Toronto Konferansı sonrasında ise küresel bir çerçeve sözleşme çağrısında bulunulmuştur. Bu çağrıda CO₂ salımlarının 2005'e kadar 1988 yılındaki CO₂ düzeyinin %20 daha altına indirilmesi istenmiştir. (Boehmer-Christiansen, 2002).

İklim değişikliğini anlamak ve bilgi üretmek amacıyla bilimsel kurumlaşma adımları atılmıştır. 1985'te Sera Gazları Danışma Grubu (The Advisory Group on Greenhouse Gases), 1988'de Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Dünya Meteoroloji Örgütü tarafından bilim insanları ile hükümet temsilcilerini bir araya getiren Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) kurulmuştur. BM Genel Kurulu, 1990'da aldığı 45/212 sayılı karar ile iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi görüşmelerini başlatmıştır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 1992'de Rio Zirvesinde imzaya açılmış ve kısa bir sürede yürürlüğe girmiştir. Rio konferansı ortak küresel bir gelecekte yeni politikalara şekil verilip verilmeyeceğini test etmiştir. Sözleşmenin yürürlüğe girmesinden sonra, ilk COP 1995'te Berlin'de toplanmıştır. Konferansın en önemli sonucu Berlin Buyruğu olarak bilinen karardır. Berlin Buyruğu, sözleşme'de yer alan hedeflerin yeterliliğini gözden geçirerek, uygun politika ve önlemler geliştirmek, belirli süreler salım sınırlamaları ve indirim hedefleri belirlemekle sonuçlanacak bir sürecin başlamasından bahsetmektedir. 1996'daki COP2 sırasında benimsenen rapor, belirsizlikleri azaltan bulgularıyla görüşmelerde önemli bir katalizör işlevi görmüştür. Yoğun pazarlıkların ardından Kyoto Protokolü 1997'de COP3'te kabul edilmiş ve imzaya açılmıştır. Kyoto Protokolü Sözleşme'nin amacını gerçekleştirmeye dönük somut ve bağlayıcı yükümlülükler getiren bir anlaşmadır. Protokol gelişmiş ülkeler için salım sınırlaması ve indirim yükümlülükleri ortaya koymuştur. Protokolün kabul edilmesinden sonraki ilk taraflar konferansı (COP4) 1998'de Buenos Aires'te toplanmış ve Buenos Aires Eylem Planını kabul etmiştir. Eylem Planı başta Kyoto düzenekleri, arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormanlar olmak üzere Protokolün yürütülmesi için çok sayıda kararı içermektedir. Mayıs 2000'de İsveç'in Malmö kentinde yapılan Çevre Bakanları toplantısı sonucu hazırlanan bildiri'ye göre "Stockholm Konferansından itibaren uluslararası toplumun pek çok başarılı çabası olmakla birlikte, çevre ve doğal kaynaklar alarm derecesinde bozulmaya devam etmektedir. Sürdürülebilir kalkınma taahhüt ve uygulamaları arasında büyük bir boşluk vardır. Çevresel bozulma ile mücadelede başarı, toplumdaki

tüm aktörlerin tam katılımına bağlıdır.” denilmektedir. Bildirge, sürdürülebilir kalkınma arayışına “yeni bir ruh” verilmesi gerektiğini ilan etmiştir. Malmö Bildirgesi, 21.yüzyılın çevre sorunlarının hükümetler, özel sektör ve sivil toplumdan oluşan üç ortaklı bir yapı tarafından çözülebileceğini ilan etmektedir. Bu şekilde vurgulanan yeni ruh özel sektör olmaktadır. Görüşmelere 2001 Temmuz’unda Bonn’da toplanan COP6’da devam edilmiştir. Bu süreçteki en önemli olay ise ABD’nin Protokolü onaylamak istememiş olmasıdır. Bonn’da varılan anlaşmanın kararlara dönüştürülmesi ise COP7’ye bırakılmıştır. COP7, Türkiye’nin iklim rejimi karşısındaki konumunu değiştirmesi açısından konferans’ta alınan kararla özel koşulları tanınan bir ülke olarak yer almıştır. 2001-2005 arası iklim rejiminde bekleme dönemi olmuştur. Örneğin, COP8’de kabul edilen Yeni Delhi Bildirgesi protokol tarafları arasındaki uyuşmazlık noktalarını açığa çıkarmıştır. Protokolün Şubat 2005’te yürürlüğe girmesi ile iklim rejiminde hedeflere ulaşılması ve 2012 sonrasına kadar alınan kararların kalıcılaştırılması amacıyla yeni bir döneme geçilmiştir. Toplantılarda küresel sera gazı salımlarının en düşük düzeyde durdurulabilmesi için salımların önümüzdeki 10-15 yıl içinde 2000’deki seviyelerinin yarısına indirilmesi gereği belirtilmiştir. Ayrıca tüm gelişmiş ülkelerin 2020’ye kadar salımlarını 1990 yılındaki salım düzeyi üzerinden %25-40 oranında azaltmaları gereği kabul edilmiştir (Cerit Mazlum, 2008). Çizelge 2.2.’de tarihsel gelişim anlatılmaktadır.

Çizelge 2.2. Sürdürülebilir düşüncenin tarihsel gelişimi

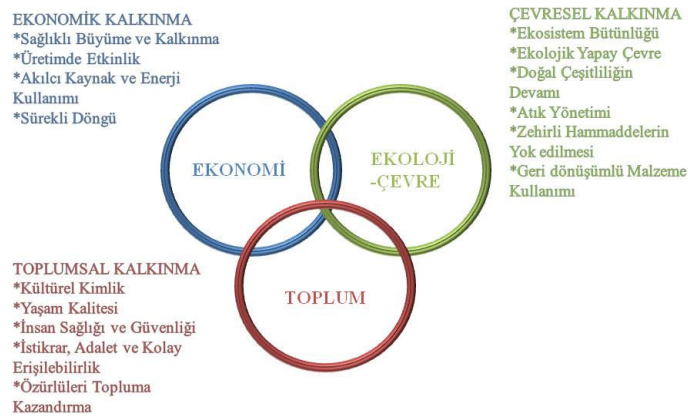
ZAMAN DİLİMİ	SÜRDÜRÜLEBİLİR DÜŞÜNCEDE YERALAN DÖNEM	TANIMLAMA VE KAVRAMLAR
15.-16.YY.	Bilimsel Rönesans	Çevreye zararın başlangıcı
19.YY	Endüstri Devrimi	Üretime dayalı gelişim
1960-1970	Sosyo-politik Yaklaşımlar	Çevrecilik radikal tanımı, alternatif ve ihtiyaç için tasarım
1968	Öğrenci Hareketleri	Sosyal devlet ile olanakların gelişimi amaçlanmakta
1970-1980	Enerji Hareketleri	Kar amaçlı tasarım
1974	Politik Partileşme	Fransa'da kurulan yeşiller partisi
1980 İLK YARISI	Mekânın Sağlıklaştırılması	İnsan ölçeğinde ve onun için tasarım
1987	Brundtland Raporu	BM genel kuruluna sunum
1980-1990	Post endüstriyel Tasarım	Endüstri üretimine eleştiriler
1990 İLK YARISI	Eko Tasarım	Tasarım pratiğine eleştiriler
1992	Rio Zirvesi	Kamu bilincinin yaşam standardı
1990-2000	Yeşil Tasarım	Çevrecilik ve problemler
2000	Sosyal Ekolojik Partisi	Fransa'da kurulmuştur.
2002	Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi	Zamanımıza kayıplar tartışıldı.
2000 SONRASI	Sürdürülebilir Tasarım	Uzlaşma Platformu

İklim değişikliği her şeyden önce bir sürdürülebilirlik sorunudur. Çünkü BM Genel Kurulu'nun 1988'de aldığı kararda ifade edildiği gibi, "İklim yeryüzünde yaşamın sürdürülmesinin temel koşuludur". İklim değişikliği ile sürdürülebilirlik arasında bir neden sonuç ilişkisi bulunmaktadır. Öncelikle, iklim değişikliği sürdürülebilir olmayan ekonomik ve toplumsal pratiklerin sonucudur. Sürdürülemez üretim ve tüketim kalıpları, sera gazlarının atmosferdeki birikimini hızlandırmaktadır. Buna karşılık, iklim değişikliğinin olumsuz etkileri ekolojik sistemlere zarar

verdiğinden dolayı toplumsal ve ekonomik sürdürülebilirliği de tehdit etmektedir. İklim değişikliğini durdurmak toplumlara sürekli ekonomik yükler getirmektedir. Bütün bu etkileşimler, iklim politikasının ekolojik, toplumsal ve ekonomik parametrelerinin bütünleştirilmesini öngören sürdürülebilir kalkınma çerçevesine yerleştirilmesini gerektirmektedir (Cerit Mazlum, 2008). Gro Harlem Brundtland 1980 yılında sürdürülebilir kalkınmayı şöyle tanımlamaktadır:

“Sürdürülebilir kalkınma, durağan bir kavram olmayıp, aksine, günümüz kadar geleceğin gereksinimleriyle de uyumlu olmak şartıyla, kaynakların kullanımı, yatırımların yönlendirilmesi, teknolojik ve bilimsel gelişmeler doğrultusunda yön değiştirebilen bir gelişme sürecidir.”

Sürdürülebilir kalkınma her alandaki faaliyetlerimizi yeryüzünün taşıma kapasitesi dâhilinde gerçekleştirmemizi gerektirmektedir. Buna göre sürdürülebilir kalkınmanın boyutlarına baktığımızda sürdürülebilir ekolojik kalkınma, sürdürülebilir ekonomik kalkınma ve sürdürülebilir sosyal ve çevresel kalkınma ana başlıkları görülmektedir (Şekil 2.1.).

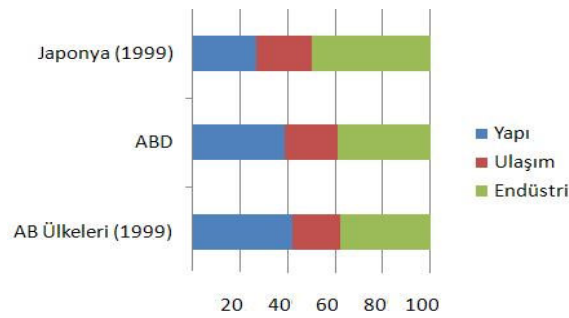


Şekil 2.1. Sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları (Sev, 2009)

Ortaya konan anlayışta, sürdürülebilir tasarım ile bu olumsuz etkinin ortadan kalkması hedeflenmektedir. Yerelden dünya ölçeğine geçerken karşımıza ortak hedef

olarak “Ekosistem taşıma kapasitesi sınırları içerisinde sürdürülebilir kalkınma anlayışı ile yaşam standartlarını yükseltme” anlayışı çıkacaktır. Günümüzde dünya nüfusunun yarısı şehirlerde yaşamakta ve bu her bakımdan problemler yaratmaktadır. Taşıma kapasiteleri fazla yüklenen şehirler bu noktalarda sürdürülebilirliklerini sağlamak için mevcut potansiyeli taşıyacak yardımcılara ihtiyaç duymaktadırlar.

Yapıların varlıklarının her döneminde çevresel sorunlara doğrudan ya da dolaylı olarak katkıda bulunduğu çok açıktır. Dünya genelinde toplam enerji tüketiminin büyük bir kısmından yapı sektörü sorumludur (Şekil 2.2.). Yapım faaliyetleri doğal kaynakların önemli bir kısmını tükettiği gibi, yapıların kullanım ve yıkım aşamalarında da, enerji tüketimi sonucu çevresel zararlar oluşturmaktadır.



Şekil 2.2. Dünya genelinde enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımı (OECD, 2003)

Enerji tüketimini gösteren sektörel verilere göre inşaat ve mimarlık alanları yapılı çevreyi etkilemektedir. Haziran 1993’de, Chicago’da yapılan Uluslararası Mimarlar Birliği Dünya Kongresi’nde yapı tasarımcılarının çalışmalarını sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde yürütmeleri gerekliliği üzerinde durulmuştur. Gerek çevresel, gerekse sosyal sürdürülebilirliği benimseyen kongre üyeleri şu kararları almıştır (UIA, 1993):

“Dünya çapında mimarlık ve tasarım kuruluşlarının üyeleri olarak, kendimizi bireysel ve uzman kuruluşlarımızla birlikte aşağıdakileri yapmakla yükümlü görmekteyiz:

*Çevresel ve sosyal sürdürülebilirliği çalışmalarımızın odağına yerleştirmek,

*Sürdürülebilir tasarımın uygulanmasını sağlayacak yöntemler, ürünler, hizmetler ve standartlar geliştirerek, bunların sürekliliğini sağlamak,

*Meslektaşlarımızı, yapı endüstri üyelerini, mal sahiplerini, işverenleri, öğrencileri ve toplumun her kesimini bu konu ve önemi hakkında eğitmek,

*Hükümet düzeyinde politikalar, çeşitli yönetmelikler ve düzenlemeler hazırlayarak, sürdürülebilir tasarımı olağan bir uygulama haline getirmek,

*Yapay çevrenin mevcut ve gelecekte var olacak elemanlarını, tasarımları, üretimleri, kullanımları açısından sürdürülebilirlik standartlarına ulaştırmak.”

Sev’e göre (2009) sürdürülebilir mimarlık şu şekilde tanımlanmaktadır:

“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, insanların sağlık ve konforunu koruyan yapılar ortaya koyma faaliyetlerinin tümüdür. Başka bir deyişle insanların mekân gereksinmelerini, doğal sistemlerin varlığını ve geleceğini tehlikeye sokmadan yerine getirme sanatıdır.”

Mimaride sürdürülebilirlik; yenilenebilir kaynakların kullanımı, enerji etkin teknolojileri, doğaya saygın malzemelerin kullanımını, geri kazanım ve yeniden kullanım faaliyetlerini, tasarım ve yapımın her evresinde tüm bunları kapsayarak ekolojiyi düşünmeyi esas alır (URL-6).

Sürdürülebilir mimarlık ancak sürdürülebilir inşa süreci ile gerçekleşebilir. Sürdürülebilir inşanın tanımı 1994 yılında Conseil International du Batiment (CIB-International Construction Research Networking Organization), şu şekilde tanımlanmaktadır: “...yaratmak, kaynak etkinliğini ve ekolojik tasarımı temel alan sağlıklı yapıyı çevreyi düzenlemek.” Buna göre kaynak etkinliğini ve sağlıklı yapıyı çevreyi oluşturmak amacıyla birtakım alt bileşenlere ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. Sürdürülebilir İnşa Alt Bileşenleri

Uluslararası Mimarlar Birliği (UIA) ve Birleşmiş Milletler Eğitim bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO) tarafından 1996 yılında hazırlanan Mimarlık Eğitim şartında, gelecekte yaşam çevrelerini oluşturmak için benimsenen hedefler ise şöyledir (UIA/UNESCO, 1996);

*Yerleşim yerlerindeki bütün insanlar için iyi bir yaşam kalitesi;

*İnsanların, sosyal, kültürel ve estetik gereksinmelerine saygılı bir teknik uygulama; yapılı çevrenin ekolojiye duyarlı ve sürdürülebilir gelişimi;

*Herkesin kendi malı ve sorumluluğu olarak değer verdiği bir mimari.

Bu hedeflerin oluşturduğu sonuç ürün bugün sürdürülebilir mimari arayışını oluşturmaktadır. Sürdürülebilir mimari ürünün ana hedefleri ise (Özmehmet, 2009); esnek ve değişen koşullara uyum sağlayabilen, uzun kullanım ömrü olan bina tasarımı, enerjinin verimli kullanımı, kaynakların etkin kullanımı, atıkların azaltılması, temiz su kaynaklarının korunması, zararlı ve tehlikeli maddelerden sakınılması, sağlık ve güvenlik risklerinin en aza indirilmesi, sağlıklı iç mekân hava kalitesi sağlanması, biyolojik çeşitliliğin korunmasıdır.

Lechner'e (2009) göre sürdürülebilir bir tasarım 4R'yi sağlamalıdır. Reduce (daha az tüketmek), Reuse (yeniden kullanmak), Recycle (geriye dönüştürmek) ve Regenerate (yenilemek). Buna göre sürdürülebilir binalarda öncelikli konular;

- 1) Enerji etkin binalar tasarlamak ve inşa etmek,
- 2) Mevcut yapı stoğundan iyileştirme yapıldıktan sonra yararlanmak,
- 3) Sürdürülebilir toplum, yaşam, kalkınma v.b. kavramları aktarabilmek için sivil toplum örgütleri oluşturmak,
- 4) Yerel ekosistemleri ve biyoçeşitliliği yenilemek ve korumak,
- 5) Düşük çevresel etkili, kaynak etkinliğini esas alan malzemeler kullanmak,
- 6) Optimum tasarımlara, optimum malzeme kullanmak,
- 7) Su ve toprak kaynaklarına zarar vermeyen, doğru peyzaj tasarımları yapılmış uygulamalar yapmak,
- 8) Konforlu, güvenli, sağlıklı ve uzun ömürlü binalar yapmak,
- 9) Yeniden kullanılabilir, geri dönüştürülebilir atık imkânı olan binalar tasarlamak,
- 10) Dünyanın geleceği için iş ve para endişesi gütmeden yeşil bina tasarımına öncelik vermektir.

Bu noktadan hareketle; ‘enerji bilinci’ne yönelik üç temel tasarım yaklaşımından söz edilebilmektedir:

- 1) Binalarda ısıtma-soğutma amaçlı kullanılan enerjinin tasarrufuna dayalı olan, **enerji korunumlu yaklaşım**,
- 2) Bilinen enerjiler yerine güneş enerjisi kullanımını maksimize etmeye ve güneşten ısı kazancı sağlamaya yönelik olan **pasif güneş tasarımı yaklaşımı**,
- 3) İlk iki yaklaşımdan yararlanan ama binanın tasarım, uygulama, bakım, işletim ve iklimsel sistemlerin seçimi gibi tüm aşamalarında enerji etkin yaklaşımlara önem veren, **enerji etkin tasarım yaklaşımı** (Utkutuğ, vd., 2003).

2.3.1. Enerji ve Enerji Etkin Tasarım Kavramı

“Enerji, iş yapabilme gücüdür. Bu nedenle çevreci ve ekolojist gruplar, enerjiyi, diğer çevre sorunlarında da olduğu gibi küresel ve bütünsel bir bakış açısı ile ele alırlar” (Gürsoy, 2000).

“Enerji, ülkelerin kalkınma sürecinin en dinamik göstergesidir. Kalkınmada devamlılık çevre ile uyumlu, kaliteli ve ucuz enerjinin zamanında temini ile sağlanır. Enerjinin, zamanında, ekonomik ve sosyal destekleyecek şekilde temini istikrarlı politikalarla belirlenen ve uygulanan planlamalarla mümkündür.”

Dünyada yaklaşık enerji tüketiminin yarısının binalarda kullanılıyor olması, enerji korunumlu bina tasarımının önemini arttırmaktadır. Binalarda kullanılan enerjinin, binanın tasarım özellikleri ve binaya entegre edilecek sistemlerle en aza indirilmesi dünyada çevre kirliliğine karşı alınacak tedbirlerdir.

1973 yılında, ilk enerji krizi patlak verdiği sıralarda mimari stil teorik tabanını ‘Modernizmin oluşturduğu ve ‘Less is more’ anlayışı ile özetlenebilecek ‘Uluslar arası Fonksiyonalizm’ idi. Bu stil, iklimsel verilere sırtını dönmüş, yönere göre farklılık taşımayan geniş cam giydirmeye cepheler içinde kilitli, salt mekanik ve elektrikli sistemlerle konforu sağlanan, bunun sonucu olarak da enerji tüketimi ve çevreye olumsuz etkileri çok yüksek ticari ve idari binalar ile döneme damgasını vurmuştur. Bu kriz konfor standartlarını iyileştirecek, enerji tüketimi ve çevresel etkileri yeni araştırmalar ve çözüm önerilerini de beraberinde getirmiştir (Utkutuğ, 1991).

Ekonomik ve sosyal refaha ulaşabilmek için gerekli endüstriyel gelişmenin anahtarının enerji olduğu 21.yüzyıl, sanayi devrimi söylemlerinden koparak, ekolojik ve enerji duyarlılığına sahip, bilgi toplumu olmanın gereklerini ve fırsatlarını yakalamış bir mimarlığın kök saldığı bir yüzyıl olacaktır. Bu bağlamda enerji ve mimarlığın yakın ilişkide olduğu da aşikârdır. “Enerji mimarlığı” kavramının genel bir irdelemesi yapıldığında, “Enerji mimarlığı, bina tasarımı, üretimi, kullanımı, işletimi, bakım-onarımı ve yıkımı aşamalarını da içerecek şekilde, yani doğumundan ölümüne kadar enerji girdilerinin bireysel ve toplumsal yarara yönelik olarak miktar ve maliyetinin minimize edilmesi” şeklinde tanımlanabilir (Utkutuğ, 2002).

“Enerji mimarlığı, geleneksel mimarlıkla çatışmayan, onu destekleyen ve tamamlayan bilgileri kullanan bir anlamda alternatif mimarlıktır. Enerji mimarlığı aynı zamanda ekolojik mimaridir. Çünkü ekolojik olmak aslında doğaya uyumlu yani

“ekonomik” olmaktır. Dolayısı ile bir yandan doğal dengeleri gözetirken aynı zamanda “daha az enerji harcamaktır” (Erengöz, 2001).

Bu çözüm önerilerinden en önemlisi ‘enerji etkin yapı tasarımı’dır. Enerji etkin tasarım, binanın enerji korunumuna önem verilmesi, iklim verilerinden yararlanarak, doğal girdilerin ve pasif denetim olanaklarının iyi değerlendirilmesidir. Bina tipi ve çevre verilerine en uygun pasif ısıtma, soğutma, havalandırma, doğal aydınlatma tekniklerini uygulamak ve pasif denetim mekanizmalarını tasarlayarak enerji kullanan aktif sistemlerin müdahalesini geciktirmeye çalışmak olarak özetlenebilir (Utkutuğ, 2000)

Çakmanus’a göre (2003):

“Enerji etkin yaklaşım bir yandan yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmaya, öte yandan da kullanılan enerjiyi korumaya yönelik önlemlerin alınmasıdır.”

Balcomb (1992) enerji etkinliği konusunda şunları söylemiştir:

“Kışın soğuğa ve yazın sıcağa rağmen, insan fizyonomisine uygun iç koşullar oluşturmak için doğal sistemleri kullanmak, iki bin yıldır ulaşılmaya çalışılan bir amaçtır.”

Lison ise 1982’de enerji etkin tasarım kavramını şöyle tanımlamaktadır:

“Yapıyı iklimsel kuvvetlerden koruyan ve/veya mekanik sistemlerdeki enerji gereksinimini azaltmak için iklimsel kuvvetleri kullanan tasarımıdır.”

Enerji etkin yapı tasarımı; yönlenme ve araziye yerleşim, mikroklima kontrolü, bina formu ve iç planlama, bina kabuğunun ısı korunumu, kontrolsüz hava sızıntılarının önlenmesi açısından hava sızdırmazlığı, havalandırma ve güneş kontrolü, pasif güneş tasarım ilkelerinden yararlanma, ısıtma-soğutma-sıcak su-aydınlatma-enerji ile çalışan aletlerin seçim ve işletiminde enerji etkinliğinin sağlanması kriterlerine bağlı olarak yapılabilmektedir(Utkutuğ, vd., 2003).

Ekolojik mimarlığın alt bileşenlerinden biri olan enerji etkin bina tasarımı ile tasarlanan yapılar, yalnız bu kavram ile ortaya koyulduğunda yorumlanması ve uygulanması da eksik kalmaktadır. Bu bağlamda enerji etkinliğinin meydana gelmesi için ekolojik bir tasarımın bileşenlerini oluşturan yaklaşımların enerji etkin bina tasarımı ile birlikte ele alındığında şekillendiği görülmektedir. Birlikte ele alınmasında fayda sağlanan kavramlardan biri pasif ve aktif bina tasarımıdır. Temelde kavramsal kurgusunun enerji etkin ilkelerle kurulu olduğu tasarım sürecinden ortaya çıkacak sonuç ürününde enerji etkin yapı olduğu görülmektedir.

2.3.2. Pasif ve Aktif Bina Tasarımı Kavramı

Etkin enerji kullanımının mimarlık disiplindeki yansımaları pasif ve aktif sistemler şeklinde görülmektedir. Bu çalışmada enerji etkinliğinin yükseltilmesine katkı sağlayan aktif ve pasif sistemlerin yapı kabuğundaki bütünleşik tasarım kullanımları incelenmektedir.

Dünya yüzeyinde iklimsel farklılıkların yaşandığı birçok yer bulunmaktadır. Örneğin Antartika buzullarından Afrika'daki çöllere; aynı kıta içindeki bölgesel iklime sahip deniz kenarlarından kıtanın merkezine; aynı tepede yerel iklime sahip en üst nokta ile en alt noktasına kadar değişkenlik gösteren iklim koşulları gibi. Bu kadar çok iklim, sıcaklık, güneş açısı, yerleşim, topografya, v.b. farklılıkları olduğu dünyamızda yapılmış ve yapılacak olan kent ve bina yerleşimlerinin birçok bilimsel veriye dayanarak yapılması gerekliliği ortaya koymaktadır. Çünkü en büyük yaşam ve enerji kaynağı olan güneş, binalar için dost olabileceği kadar, doğru olmayan tasarım kararları sonucunda düşman da olabilmektedir. Özellikle modern mimari çağı, çevre koşullarına dikkat edilmeden inşa edilen dönem yapıları ile dolmuştur. Buna göre çevre koşullarının ve koşulları ortaya koyan bilimsel verilerin yorumlanabilme kabiliyeti tasarımcılar için bir sorumluluk olmaktadır. Aksi takdirde nüfus artışı, daha konforlu yaşam isteği, aşırı teknolojik ürün ve malzemelerin yaşamın içine dâhil olmasından dolayı enerji talepleri karşılanamaz boyutlara çıkmaktadır. Enerji taleplerinin karşılanması amacıyla hükümetlerin verdiği günün kurtarılmasına yönelik yanlış

kararlar ise küresel boyutlarda iklim değişikliği ve buna bağlı olan ısınmayı çözmek için alternatif oluşturmamaktadır. Buna göre tasarımcıların pasif güneş tasarımını temel tasarım ilkeleri olarak benimseyip, aktif bina sistemlerini de yardımcı teknolojiler olarak uygulayabilmeleri gerekmektedir (Roaf, 2007).

Yapay ısıtma ve yapay soğutma sistemlerinin çalışmadığı dönemlerde, yani ‘aktif iklimlendirme’ yağılmadığı zaman bina iç mekânları ‘pasif iklimlendirme’ koşullarındadır. Yani kendiliğinden oluşan bir iç iklim söz konusudur. Aktif iklimlendirme sistemleri de devreye giriyorsa bina ‘bütünleşik’ bir şekilde iklimlendirilmektedir. Pasif iklimlendirme, gerek iç, gerekse dış doğal çevrede kendiliğinden oluşan ısı kaynak ve yutucularından optimum yarar sağlayacak yani yararlı etkilerini maksimize edecek, zararlı etkilerini ise minimize edecek şekilde tasarım ve uygulamanın gerçekleştirilmesi ile mümkün olmaktadır (Utkutuğ, vd., 2003).

Pasif iklimlendirmenin amacı, yapay ısıtma ve soğutmaya dayalı sistemlerin ve bilinen, tükenen, çevre kirleten enerji kaynaklarının kullanımını minimuma indirmek ve mümkünse hiç kullanmamaktır. Bu amaçla her tür aktif ısıtma-soğutma sistemini işin dışında tutarak, yapının; kütle, mekan boyutları ve formu, yönlendiriliş durumu, yerleşme dokusu, yapı kabuğunun termofiziksel ve optik özellikleri, doğal havalandırma düzeni gibi değişkenlerin pasif iklimlendirme çerçevesinde optimum yarar sağlayacak şekilde tasarlanması gerekmektedir (Utkutuğ, vd., 2003).

Pasif güneş tasarımında, temel olan ısıtma ve soğutma için gündüz güneş enerjisini biriktirmek, mekân içindeki beton, taş, tuğla, su, v.b. ısıtma kütlelerinde depolamak ve gece boyunca sıcaklık farkları oluştuğunda ısıtım, taşınım ve iletim yoluyla iç ortam ısınısını dengede tutmak için kullanmak amaçlanmaktadır.

Docherty and Szokolay’a göre (1999), pasif yapı tasarımında en önemli faktör “yönlenme” olduğunu söylemektedir. Tropikal kuşak dışında güneş kazancı, ışık ve ısıtma için en iyi yönlenme ekvatora doğru olan yönlenmedir. Tropikal iklimde güneşten korunmanın en iyi yöntemi büyük saçaklar ve çatılar tasarlamaktır. Eğer bina cepheleri doğu veya batıya 15° açıyla dahi yönlenirse, enerji miktarında kullanım amaçlı fark oluşmaktadır. Basitçe ılıman iklimde bir evin oturma odası bölümünün

güneşe doğru olarak tasarlanması yıllık ısıtma giderlerinden %30 tasarruf sağlamaktadır. Batı yönünün az güneş ışınım değeri, gün ortasında oldukça sıcaklık yaratarak yüksek enlemlerin dışında batı cephesinde yer alan mekânların aşırı ısınmasına neden olmaktadır (Roaf, 2007).

Pasif güneş tasarımı, fosil yakıtla ve dışa bağımlı elektrikle çalışan akıllı/yapay bina tasarım teknolojilerinin kullanımını azaltmayı veya ortadan kaldırmayı hedefleyen ısıtma, soğutma ve aydınlatma ihtiyacını temel tasarım ilkelerine göre oluşturmayı amaçlayan tasarım yaklaşımıdır. Daha pahalı sistemler olan aktif güneş sistemleri, çatı kaplama kolektörler, ısı pompaları, klimalar, v.b. teknolojilerin maksimum öncelikli kullanımının yerine iklime dayalı tasarım ilkeleri doğrultusunda pasif olarak uygulanmış çözümleri öneren bir yaklaşımdır. Pasif güneş tasarımı kavramının arkasında yatan fikir, gün ışığını ve doğal havalandırmayı temel tasarım ilkeleri ile uygularken, mekanik sistemlere olan ihtiyacı minimize edebilmektir (Yudelson, 2007).

2.3.3. Bütünleşme ve Mimari Bütünleşme Kavramı

Türk Dil Kurumu yöntembilim terimleri sözlüğüne göre (2010) bütünleşme:

“Bireyler ya da küme üyelerinin ortak amaçlar çerçevesinde toplanarak bağlayıcı bir birlik oluşturmaları durumudur.”

Oxford Sözlüğüne göre (2010) bütünleşme şöyledir:

“Bütünleştirmenin süreci veya eylemi olma durumudur.”

Buna göre bütünleşme kavramını mimarlık disiplini içerisinde tam anlamıyla tanımının yapılabilmesi ve tamamen bütünleşik olan tasarım kurgusunu irdeleyebilmek için bina-bağımsız, bina-monte kavramlarını açıklamak gerekmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarını, elektrik enerjisi ve ısı enerjisi haline dönüştürerek, enerji tüketiminin tamamı ya da bir kısmını karşılayabilen rüzgâr türbini,

güneş pilleri, kolektörler, v.b. güç ve eksen odaklı olarak sınıflandırıldıkları gibi, binalarla etkileşimlerine göre de sınıflandırılabilirler. Bu sistemler bina-bağımsız, bina-monte ve bina-entegre olarak üç temel grupta incelenebilmektedir.

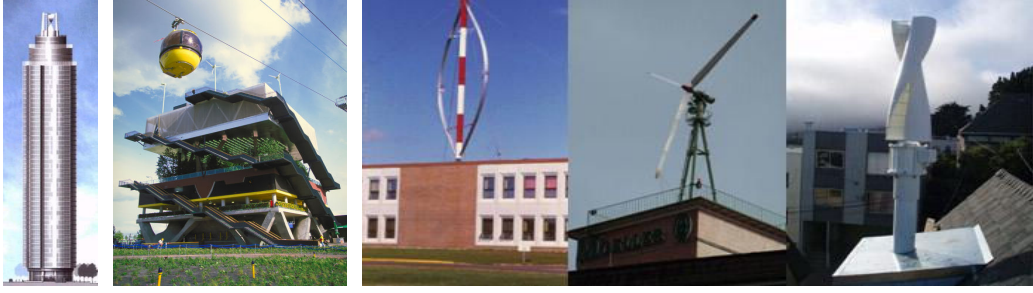
Bina-bağımsız olarak uygulanan sistemler binanın mimari tasarımı içinde yer almamakta, kent ve kırsal yerleşim yerleri gibi daha bölgesel çözümler sunmaya yönelik ele alınmaktadır. Yapılı çevreden (binalardan) mimari tasarım ve yapısal bağlamında tamamen bağımsız düşünülmüş olup, binanın yönlenme, konum, etrafındaki bina yoğunluğu v.b. değiştirme ya da engelleme anlamında herhangi bir potansiyelini kullanmayan sistemlerdir. Bunlara örnek olarak rüzgâr türbini ve güneş pili çiftlikleri verilebilir (Şekil 2.4. a ve b).



Şekil 2.4. a) Rüzgâr türbin çiftliği, b) Güneş pilleri çiftliği (Anonim)

Bina-monte olarak uygulanan sistemler, mimari tasarım kaygısı taşımayabilirken, tam entegre olanların aksine binanın formunu mevcut güneş ve rüzgâr kazancını değiştirmek ya da artırmak amacıyla kullanmamaktadır. Bu uygulamalar mevcut veya tasarım aşamasındaki binalara tatbik edilebilmektedir. Bu tarz uygulamalarda, bina formu tasarımına köklü müdahaleler yerine küçük ölçekli iyileştirmeler yapılabilmektedir. Sonuç olarak bina-monte teknolojilerde mimari form, güneş ve rüzgâr enerjisi etkin tasarım kaygılarını taşımamaktadır. Örneğin bina-monte rüzgâr türbinleri, Vauxhall Tower'da olduğu gibi binanın mimari tasarımına uyum kaygısı

taşıyabilirken, Alman Pavyonu'nda (Expo 2000)'de olduğu gibi taşımayabilir (Şekil 2.5. a ve b).



Şekil 2.5. a) Vauxhall Kulesi ve Alman Pavyonu (Expo 2000), b) Bina-monte rüzgâr türbini örnekleri

Bina-bütünleşik olarak uygulanan enerji kazancı sağlamaya yarayan aktif sistem teknolojilerinde ise mimari tasarımın, enerji kazancını sağlamaya yönelik kurgulanması temel alınmaktadır. Diğer bir deyişle rüzgâr veya güneş enerjileri etkin tasarım fikri esas alınmaktadır. Bu yaklaşım mimari tasarım sırasında sürece dâhil edilmiş olup, binanın/binaların formu tarafından desteklenerek, rüzgar enerjisi için rüzgarın yönünü, hızını ya da yoğunluğunu değiştirmek ya da artırmak suretiyle iken güneş enerjisi için güneş yoğunluğunu, ışınım şiddetini, binanın güney/güneydoğu/güneybatı yönlerinin enerji verimliliği olan cephelerine bütünleşik pasif ve aktif enerji kazancı sağlayan sistemlerle donatmak ve asıl amaç, mimari estetik kaygılara son verecek mimari bütünleşme tasarım fikrini destekleyecek şekilde elde edilecek olan enerjinin maksimum seviyelere yükseltilmesi hedeflerine yönelik olarak uygulanan teknolojilerdir (Günel vd., 2007). Dünyaca ünlü inşaat firması ARUP, pasif bütünleşme kavramına örnek olabilecek eko-teknolojik tasarımlar sunabilmektedir. Bunlardan geleneksel rüzgâr bacalarının çalışma prensibiyle aynı Bedzed yerleşkesi ve Nottingham Üniversitesi bina pasif bütünleşik rüzgâr bacalarıdır (Şekil 2.6a, b ve c).



Şekil 2.6. Pasif sistem bütünleşik rüzgar bacaları; a) Geleneksel İran mimarisi, b) Nottingham Üniversitesi binası, c) Bedzed binaları

Mimari bütünleşik enerji kazançlı sistemlerin sonuç ürün olarak ortaya çıktığı bir yapı ancak bütünleşik tasarım sürecinin bir sonucu olmaktadır. Bütünleşik tasarım süreci, program hazırlama, tasarım, inşa etme ve kullanım evrelerinde tasarımda çalışmış tasarımcılar, mühendisler, kullanıcılar ve işverenlerinde katıldığı ekolojik hedeflere yönelik çalışma sürecidir.

Ancak bu tip bir tasarım yaklaşımında tasarım ekibi (müşteri, mimar, mühendis, yüklenici, kullanıcı) program hazırlama, tasarım, planlama, inşa etme ve işletme safhalarında ve bu safhaların her evresinde etkin görev aldıklarından dolayı geleneksel yapım süreci ile tamamıyla zıt bir işleyiş sürecine de sahip olmaktadır (Şekil 2.6. ve Şekil 2.7.). Buna göre, bütünleşik tasarım süreci, düşük enerji tüketimli ve iyi iç ortam çevresi ile meydana gelen yüksek performanslı binaların yapım sürecidir. Binanın yüksek performanslı olması, tasarıma eklenti/monte olmaktan daha çok bütünleşik (bir bütünün parçası) olan yapı malzemeleri ve teknolojik sistemlerin yapıya kusursuz uygulanmasından kaynaklanmaktadır (Ayçam ve Kanan, 2009).

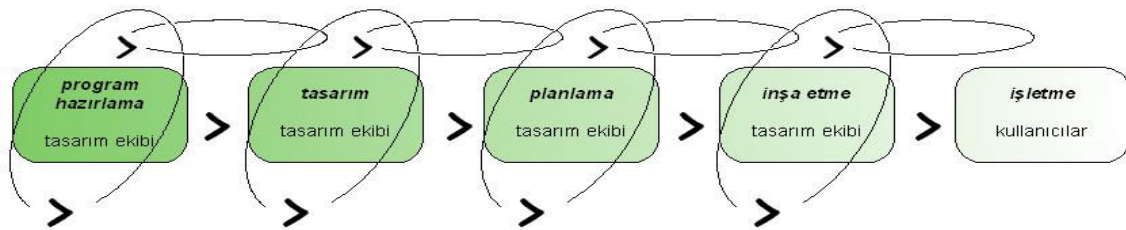
Bütünleşik enerji tasarımı sürecine giden 9 basamakta şu şekilde özetlenebilmektedir;

1. Disiplinlerarası çalışan, açık fikirli, ileri görüşlü tasarım ekibi seçmek,
2. Müşterinin ihtiyaçları ve projenin sınırları belirlemek,
3. Kaliteli kontrol planı (yönetim programı) hazırlamak,
4. Tasarım ekibi çalışma takvimi düzenlemek,

5. Koordinasyon sağlamak,
6. “Kalite” ve Kontrol planını kritik noktalarda güncelleştirmek,
7. Müteahhitlerle kontrat imzalamak ve bütünlük sistem tasarımı inşa etme konusunda cesaretlendirmek,
8. İnşaatı yapan mühendislere, ustalara ve işçilere eğitim vermek, motivasyon sağlamak,
9. Kullanıcıyı veya müşteriyi oturacağı binanın özellikleri konusunda el kılavuzları ve eğitimlerle bilgi vermek, unsurları sayılabilmektedir (URL-7; IEA, 2003).



Şekil 2.7. Geleneksel tasarım süreci ve tasarım ekibi



Şekil 2.8. Bütünlük tasarım süreci ve tasarım ekibi

Bütünlük enerji tasarımı, düşük enerjili bina yapabilmek için pasif enerji tasarımını ve sürecin başından bitimine kadar enerji kazancı sağlayacağına inanılan sistemleri (aktif sistemleri) tasarım sürecine dâhil etmektedir. Pasif sistem tasarımları önceleri ekolojik mimarlığın temel mimari elemanlarıyken, bütünlük kavramının da ortaya çıkışıyla bina bütünlük pasif ve aktif enerji sistem ve teknolojileri olarak tasarım yaklaşımlarında yerini almaktadır.

BÖLÜM 3

ENERJİ PERFORMANSININ ARTTIRILMASINA YÖNELİK MİMARİ BÜTÜNLEŞME PARAMETRELERİNİN PASİF VE AKTİF SİSTEMLER ÖZELİNDE İNCELENMESİ

Akıllı bir bütünleşik tasarımının gerçekleştirilebilmesini olası kılan pasif ve aktif sistemlerin güneş ve rüzgâr enerjisinden yararlanma yöntemleri kabukta farklı sistem bileşenlerinin kullanımını doğurmaktadır. Bu bölüm ve bölüm örneklerinde yapı teknolojilerinin çalışma prensiplerinin binalar ile birlikte, güneş ve rüzgâr enerjisinin kazancını sağlamak amacıyla teknik altyapılarından ödün vermeden tasarım sürecinde nasıl çözümlendiğini, hatta yeni bir yaklaşımla nasıl bütünleştiğinin yanında pasif tasarım kararlarının da bütünleşme başlığı altında ne tür uygulamalarının olduğu incelenecektir.

3.1. Pasif Sistemler

Pasif sistemler, güneş veya rüzgâr enerjisinin toplanmasında ve ortama iletilmesinde mekanik yolla çalışan sistemleri kullanmadan enerji kazancının sağlanmasına yönelik tasarımsal çözümlerle oluşturulan bina bileşenleridir.

Yenilenebilir enerjinin toplanması, depolanması, dağıtımı doğal ısı akışına dayalı olarak gerçekleşmektedir. Her tür enerji tüketen yapay ısıtma ve iklimlendirme sistemlerini işin dışında tutarak, yönlendirme, yapı formu ve dış kabuk termo fiziksel özellikleri yapı bileşenlerinin tasarımı gibi yapısal parametrelere güneş enerjisinden yararlanma açısından optimal çözümler kazandırmayı ve yapının pasif bir ısıtma ve iklimlendirme sistemi olarak çalışmasını hedeflemektedir (Utkutuğ, vd., 2003).

3.1.1. Pasif Güneş Enerji Sistemleri

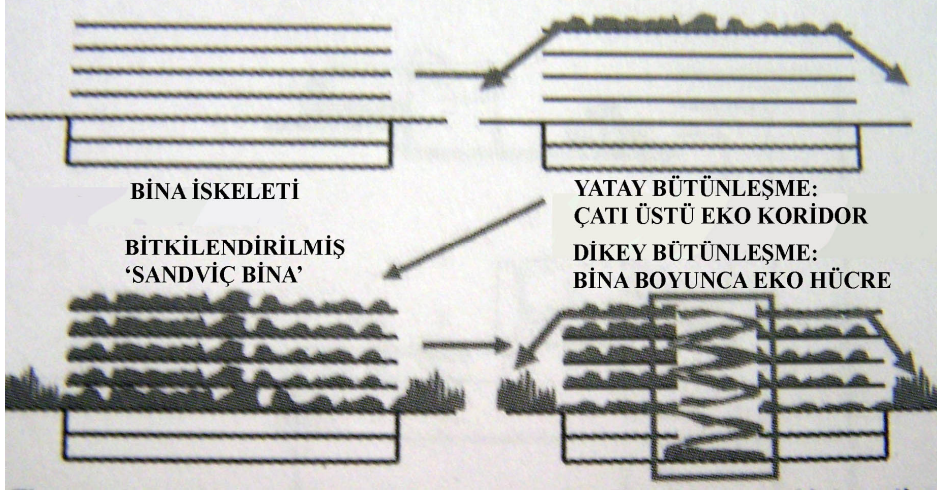
Bu sistemler hem ısıtma, hem de aydınlatma sağlamak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Güneş ışınlarının verimli kullanılmasıyla mekânın en derin noktalarına kadar gün ışığı ulaşabilirken, bir yandan da binanın doğru bir yönde konumlandırılması ile de ısıtma sağlanabilmektedir.

3.1.1.1. Doğa Bütünleşik Yapılı Çevre (BioEntegrasyon:Ekomimesis)

Eko-tasarımın temel ilkesi, doğal çevre ile insana özgü yaşamsal faaliyetlerin gerçekleştiği, insan eliyle oluşturulmuş yapılı çevrenin iyi ve detaylı düşünülmüş bio-bütünleşik sürecinin tasarlanmasıdır. Bio-bütünleşme; fiziksel, sistematik ve zamansal olmak üzere üç farklı kavram ile ortaya koyulmaktadır. Fiziksel bütünleşme, ekosistemlerin fiziksel özellikleri ve oluşum süreçleri ile ortaya konmuş yapılı çevrenin hem tabii hem yöresel hem de yerel olarak ele alındığı bütünleşmedir. Sistematik bütünleşme, ekosistemlerin ve biyosferin işlevleri, oluşum süreçleri ile ortaya koyulmuş yapılı çevrenin akışlarının, işlevlerinin, etkilerinin ve süreçlerinin görüldüğü bütünleşmedir. Zamansal bütünleşme ise ekosistemlerin ve biyosferik oluşum süreçlerinde, yenilenen doğal kaynaklarla yapılı çevre ve insanlar tarafından tüketilen doğal kaynakların kullanımının sürdürülebilir değerlerde bütünleşmesidir (Yeang, 2006).

Yukarıdaki açıklamalar kapsamında; doğaya baktığımızda insansız bir doğada ekosistem hareketinin dışında bir hareket görülmemektedir. Ekosistem bu hareketini kendi sistematiği içinde atık bırakmamak amacıyla yapmakta ve tekrar kullanmaktadır. Yeang'e göre (2006) eğer binaların sistematiğinde doğa bütünleşik unsurlar varsa ekosistemi taklit edip, bina çevresinde atık üretimine engel olabilmektedir. Bütün ürünler geri kullanılabilir, sistemlerle geri dönüşebilir ve hatta doğal çevreye yeniden bütünleşik olabilmektedir. Böylece yenilenemeyen enerji ve malzeme kaynaklarının etkin kullanımını artırılabilir. Binanın yapıldığı yerin var olan ekosistemi ile binanın o yer ile kurduğu ekosistem bağ, iki farklı sosyal grubun

birbirleri arasındaki değişimi kadardır. Buna da mimesis etki denmektedir (Şekil 3.1.) (Yeang, 2006). En güzel ve en iyi doğa bütünlüğü kavramı örnekleri Yeang'ın tasarımlarındadır.



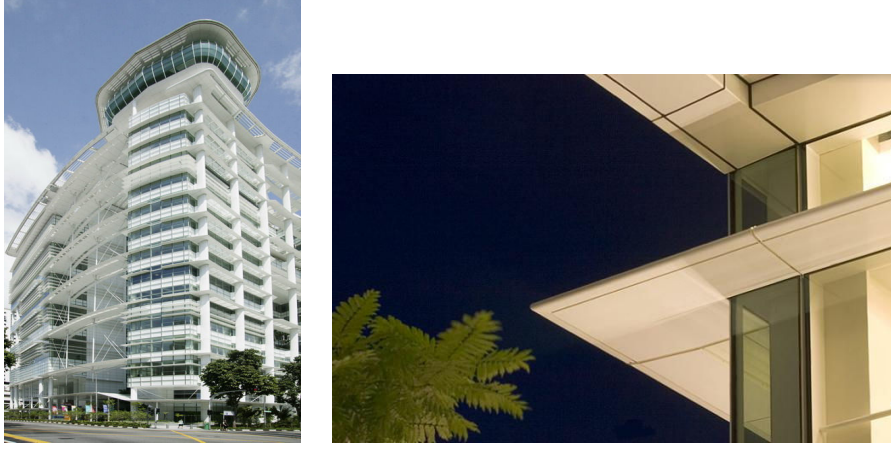
Şekil 3.1. Bitkilendirme ile dikey bütünlüğü (Yeang, 2006)

3.1.1.2. Aydınlatma

3.1.1.2.1. Işık Rafı

Işık rafı, güneş ışığının binanın mekân içi derin noktalarına kadar girmesini sağlayan bütünlüğü pasif tasarım mimari elemanıdır. Bu elemanlar genellikle haddeden çekilmiş alüminyum iskelet sistemi ve alüminyum kompozit panellerden yapılmaktadır. Dik ışık yansıtıcı kompozit eleman pencere boşluklarına göz hizasının üstünde konumlandırılır ve yansıtıcı yüzey sayesinde tavana yansıtılan güneş ışığı mekânı aydınlatmaktadır. Işık rafları, pencere üstü ve taban arasındaki mesafenin 2.5 katı kadar mesafede güneş ışığını içeri alabilirken; gelişmiş ışık rafı sistemlerinde 4 katı mesafeye kadar güneş ışığı mekan içlerine alınabilmektedir. Işık rafı tasarımlar daha etkin güneş ışığından yararlanma ve doğru güneş açısı hesabıyla ideal gölgeleme sağlamaktadır. Yakın zamanda ışık rafının mimari formun tamamında baskın olarak kullanılan örneklerinden biri Singapur'da bulunan Doğa Kütüphane Binasıdır (Şekil 3.2). Bu binada bütünlüğü ışık rafı tasarımı

sadece dış uzantılıdır. Bina enerji etkinliği, su etkinliği, iç hava kalitesi, güneşten maksimum yararlanmak için yönelme kararları, ısıyı konfor koşullarında tutabilmesi, ışık rafını ve ışık tûpünü mimari form ile bütünleştirerek etkin kullanabilmesi gibi özelliklerinden dolayı Singapur'un Bina ve İnşaat Kurumu'ndan (Building and Construction Authority) 2005 yılında Yeşil Platinyum ödülü, 2007 yılında uluslar arası tasarım Gümüş ödülü ve yine 2007 yılında ASEAN tarafından yeni ve mevcut binalar kategorisinde enerji etkinliği ödülü almıştır.



Şekil 3.2. Doğa Kütüphanesi Binası ve ışık rafı detayı (URL-8)

3.1.1.2.2. Işık Tüpü

İlk örnekleri antik Mısır uygarlığında görülen ışık tûpü tasarım prensibi; tûp veya borunun bir yerden başka bir yere taşınırken ışığın kaybının minimumda kalmasına, şeffaf tûp veya boruda ışığın yayılma süresince, kesintisiz kontrollü ışık süzmesi olabilmesine ve eşit yayılabilmesi (controlled distribution) ilkelerine bağlı olarak binalarda uygulanmaktadır.

Yeang'e göre ışık tûpleri çatı tavan arasında ilerleyen dikey pasif aydınlatmalar olmasının yanısıra yatay pasif aydınlatma elemanı olarak da tasarlanmış ve uygulanmıştır. Yatay ışık tûpü ile en fazla bir mekana 4.5 metre gidebilen gün ışığı yansıtıcılarla en az 9 m daha içleri aydınlatabilmektedir. Ayrıca 10.000 lux ışık şiddeti,

tüp sonunda 200 lux'luk ideal bir değere ulaşmış olmaktadır. Yatay ışık tüpünün en iyi projelendirilmiş örneği Yeang'ın Yee Nen Tower binasıdır (Şekil 3.3) (Yeang, 2009b).



**Işık tüpleri
bina cephesine
bütünleşik**

Şekil 3.3. Yee Nen Tower binası cephe bütünleşik ışık tüpleri (Yeang, 2003)

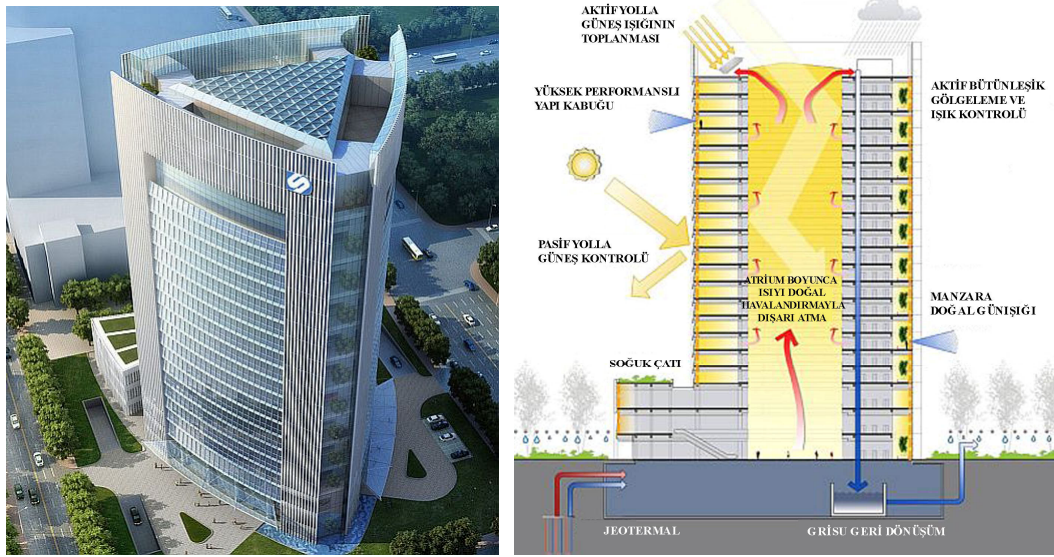
3.1.1.2.3. Atrium

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte (2009) 'Atrium' tanımı şu şekilde yapılmaktadır:

“İki veya daha çok sayıda katın içine açıldığı, merdiven yuvası, asansör kuyusu, yürüyen merdiven boşluğu veya su, elektrik, havalandırma, iklimlendirme, haberleşme, tesisat bacaları ve şaftlar hariç, üstü kapalı geniş ve yüksek hacim”dir.

Atrium mekânların hem aydınlatma hem ısı depolama hem de havalandırma yapılabilecek tampon bir mekân olması nedeniyle pasif tasarımlarda vazgeçilmez bir sistem olmaktadır. Atriumlar insanların ortak zaman geçirebilecekleri mekânların olmanın yanısıra, güneşten gelen dolaylı ışığı mekâna şeffaf yüzeyler yardımıyla aktararak doğal aydınlatma sağlarken, kışın tıpkı bir güneş odası gibi çalışıp, yazın ise pasif yöntemler ile düşünülmüş ve farklı kotlardan aşmış boşluklarla çapraz havalandırma yoluyla havalandırılmaktadır.

Dünya’da pek çok bina örneğinde atriumlu mekân tasarımı tercih edilmiştir. Ancak bu çalışmaların çoğunda, atriumun tek pasif tasarım ögesi olmayıp, performansın yapay ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri ile donatıldığı gözlemlenmektedir. Enerji kazancını pasif olarak sağlayan atrium örneklerinden biri 2009 yılında Goettsch Partners tarafından yarışma ile kazanılmış yeni Soochow Güvenlik Genel Merkezi binasıdır. Bina 21 katlı, merkezi atrium ve cephelere yaslı atrium etrafında üçgen form içinde ofis blokları ile oluşturulmuştur. Dış atrium boyunca yerel bitki çeşitleri kullanılarak bahçeler tasarlanırken iç atrium mekanıyla ısı geri kazanımı sağlanmıştır. Ofis blokları yaklaşık 32.000 m² iken, toplantı odaları, lobi, kafeteryalar, v.b. mekânlarda 8.000 m² alan kaplamaktadır (Şekil 3.4) (URL-9).

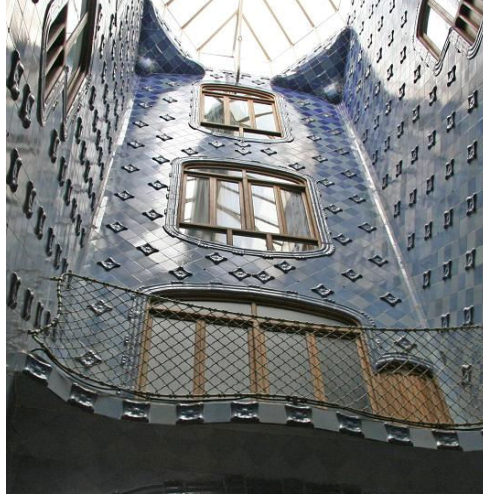


Şekil 3.4. Soochow Güvenlik Genel Merkezi binası ve kesiti (URL-9)

3.1.1.1.4. Işık Kuyusu

Işık kuyusu tam olarak Türkçe karşılığı olmamakla birlikte atrium ile ışıklık arasında bir büyüklüğe sahip, tasarlandığı mekânın üstünde derin bir ışık etkisi yaratırken, kuyu yüzeyine bakan mekânlarda boyunca da pasif aydınlatma sağlamaktadır.

Bunun en güzel örneği Gaudi'nin Batllo yapısında uyguladığı ışık kuyusunda görülmektedir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Casa Batllo binası merkezi ışık kuyusu (URL-10)

3.1.1.3. Isıtma

3.1.1.3.1. Güneş Odası

Güney cephesine kurgulanan camın güneş ışınlarını hapsedme özelliğinden dolayı camekân olarak kurgulanan ne iç ne de dış mekânlardır. Güneş odası, sera, yeşil oda vs gibi birçok isimle adlandırılmaktadır. Güneş odası olarak tasarlanan mekânlarda ısıyı depolamaya yardımcı ısıtma kütleleri bulundurulmakta ve kış mevsiminde gündüz ısıtma kütlelerinde depolanan ısı, gece iç mekânlara taşınım, iletim, ışıma yoluyla aktarılmaktadır. Yaz içinse bu işlem ters işlemekte ancak güneş odaları için alt ve üst katlarında havalandırma sağlanması amacıyla kontrolü sağlanabilen ventler bırakılmaktadır. Günümüzde güneş odasının ve diğer pasif uygulamaların en iyi örneklerinden biri olan BedZed yerleşkesi binalarında, güneş odalarının güney yönüne bakan cephelerinin 3 kat boyunca devam ettiği görülmektedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. BedZed güneş odası (URL-11)

3.1.1.3.2. Çatı Havuzu

Çatı havuzu siteminde su en üst kottaki metal kaplı iletken ve su sızdırmazlığı sağlanmış bir döşeme üzerine siyah zeminli plastik su yatakları yerleştirilerek kullanılmaktadır. Sistem gece gündüz sıcaklık farkları yüksek olan iklim koşullarında kışın pasif ısıtma, yazın serinletmeye yönelik kullanılmakta, yüksek verimde çalışmaktadır. Yaz ve kış koşullarında sistemin performansının artırılması için yaz-kış, gündüz-gece koşullarında doğru denetim sistemlerinin kurgulanması gerekmektedir. Bu amaçla yaz ve kış dönemlerinde değişen iklimsel koşullara göre açılıp kapanan hareketli, ısı yalıtımlı, yüzeyi yansıtıcı kaplama içeren paneller kullanılmaktadır. Paneller kış gündüzünde açılmakta, kış gecesi depolanan ısının korunması amacıyla kapanmaktadır. Yazın tam tersi gündüz kapatılmakta, gece serinliğin depolanması için açılmaktadır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Arizona güneş merkezinin yaptırdığı çatı havuzu (URL-12)

Ancak çatı havuzları aşırı yağışlı ve/veya soğuk iklim koşullarında, çok katlı binalarda beklenen verimi sağlayamamaktadır. Sistemin çok katlı binalarda pasif olarak çalışabilmesi için mühendislik sorunlarının da çözülmesi gerekmektedir. Özellikle denetim mekanizması gerektirmesi açısından pahalı bir sistemdir. Günümüzde genelde müstakil evlerin çatılarında uygulandığı görülmektedir.

3.1.1.3.3. Su Duvarı

Doğrudan kazanca dayalı pasif sistemler arasında yer alan su duvarı, ısı duvarı (thermal wall) sistemlerinin bir alt sistemi olup, kışın mekanlara pasif ısı kazancı sağlamaktadır. Sistemin çalışma prensibi tıpkı çatı havuzundaki gibidir. Sadece tek farkı iç mekânlarda hem dekoratif amaçlı hem de ısıtma amacı dâhilinde kullanılabilir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. İç mekân su duvarı örnekleri (Anonim)

3.1.1.3.4. Taş Yataklama

Taş yataklama, doğal taşın ısı depolama özelliğinin kullanılarak dış ortam ile iç ortam arasındaki aşırı sıcaklık farkının oluşmaması ve dengelenmesi için ara tampon bölge oluşturmaktadır. Taş yataklama termosifon sistem, güneş odası gibi farklı sistemlerde yüksek miktarda ısı enerjisinin uzun süreli depolanmasını sağlamaktadır. Günümüzde müstakil ev gruplarında güneş kolektörleri ile ısınan havanın taş yataklama tampon bölgesinden geçerek iç mekâna alınması yönteminin fazlasıyla kullanıldığı görülmektedir (Şekil 3.9). Taş yataklama, aktif-pasif sistemlerden hangisiyle kullanılacağına, taşların boyutlarına, taş yataklamanın büyüklüğüne ve geometrisine bağlı bir takım hesaplara dayanmaktadır.

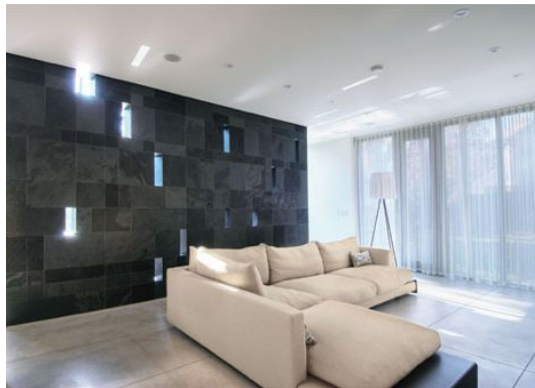


Şekil 3.9. Taş yataklamanın güneş kolektörleri ile çalışma prensibi (URL-13)

3.1.1.3.5. Trombe Duvarı

Trombe duvarı yapı kabuğunda duvar bileşeninde ısının toplanıp, depolandığı ve dağıtıldığı pasif ısıtma-serinletme sistemleridir. Toplaç görevini üstlenen güneşe yerleşmiş camlı yüzey, arkasında yer alan ısı depolama görevini üstlenen taş, tuğla, su, tuz hidratları vb. gibi malzemeden oluşan ısı kütlesi ve bu ısı kütlesinin alt-üst kotlarında yer alan ventlerden oluşur.

Sistemin kış-yaz, gündüz-gece koşullarında çalışması şu şekilde gerçekleşmektedir; kış gündüzünde güneş doğduğu andan itibaren, güneş ışınları sera etkisi ile camın hemen gerisindeki boşluğu ısıtmakta, soğuk iç ortam havası alt ventten boşluğa geçip ısınmakta, üst ventten iç ortama dolanım yolu ile hızla aktarılmaktadır. Isıl kütlenin bünyesinde depolanan ısı ise, kütlenin faz erteleme yeteneği paralelinde günün ilerleyen saatlerinde ısıtmayı sağlamaktadır. Gece ters dolanımına bağlı ısı kayıplarının önlenmesi için ventler kapatılmalı, camlı yüzeyler yalıtımlı koruma panelleri ile denetlenmelidir. Yaz mevsiminde gündüz güneş kontrolü yapılmalı, sistem güneş bacası gibi çalıştırılarak, kot farkı ve sıcaklık farkına dayalı baca etkisi oluşturmalı, boşluk havalandırılarak serinletme sağlanmalıdır. Yaz gecesi ışıma ve dolanım yolu ile serinletme sağlamaya yönelik olarak camlı yüzeyler ve ventler açık tutulmalıdır (Utkutuğ, vd, 2003).



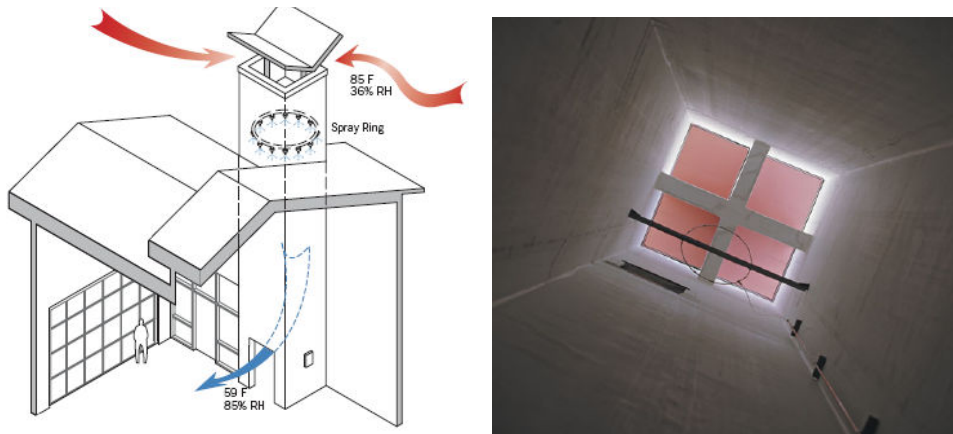
Şekil 3.10. Paul Raff Studio tarafından yapılan Leed sertifikası almış trombe duvarlı Cascade House binası (URL-14)

3.1.1.4. Serinletme

3.1.1.4.1. Soğutma Kulesi

Soğutma kulesi, basınç farklılığından dolayı mekânlardaki ısınan havayı kulenin üst noktasına kadar taşımaktadır. Kulenin üst noktasında yağmurlama sistemi ile ısınan havayı soğutarak ağırlaştırmaktadır. Ağırlaşan hava nem oranı artmış ve serin, temiz bir şekilde alt kota doğru hareket etmektedir. Ancak bu hareket kulenin en üst kotundan rüzgârın kule içine yönlendirilmesiyle de daha alt kotlara indirilebilmektedir.

Ekolojik bir uygulama olabilmesi için yağmurlama sisteminde kullanılan suyun toplama yağmur suyu ile yapılması sayesinde binada su denetimi ve geri dönüşüm sağlanmış olmaktadır. Bu sistem sıcak-kuru iklimlerde nemlendirici ve serinletici etkisinden dolayı daha çok tercih edilmektedir. Yapılan örneklerden biri de Küresel Ekoloji Araştırma Merkezi binasıdır. Bu binanın soğutma kulesi bacasından yaklaşık 53 °C giren hava, bacanın üst kotunda yağmurlama sistemiyle soğutulmuş baca içi ve duvarlarına çarparak soğumakta ve ağırlaşmaktadır. Böylece alt kot açıklığından iç mekâna 27 °C taze hava lobiyi serinletmektedir (Şekil 3.11). Küresel Ekoloji Araştırma Merkezinin çatısının tamamı da yağmurlama sistemi ile ısının uzaklaştırılması amacıyla serinletilmektedir.



Şekil 3.11. Küresel Ekoloji Araştırma Merkezi soğutma kulesi (GreenSource, 2008)

3.1.2. Pasif Rüzgâr Enerjisi Sistemleri

Rüzgâra bina formu ya da harici bir takım bina bileşenleri ile yön verilerek aktif enerji kullanmadan mekânların havalandırılmasını sağlayan sistemlerdir.

3.1.2.1. Havalandırma

3.2.2.1. Rüzgâr Gülü (Bina Monte Sistem)

Bu tip harici bina bileşenleri, rüzgâr tarafından harekete geçirilen ve rotor (dönme) özelliği gösteren aktif parçaları sayesinde mecburi bir havalandırma sağlamaktadır. Bu sistemlerde kullanılan parçalar, devamlı bir suretle ve baca yüksekliği seviyesine ya da daha alt bir seviyeye monte edilerek kullanılmaktadır (Günel, vd., 2007) (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Rüzgâr gücü ile çalışan türbin vantilatör (URL-15)

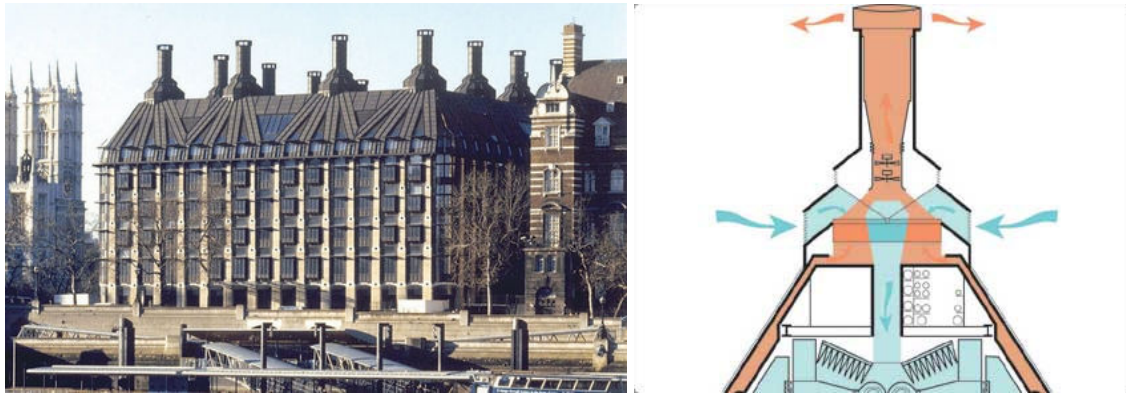
3.1.2.1.2. Rüzgâr Bacası

Bu tarz uygulamalar, sıcak kuru ve sıcak nemli iklim bölgelerinde baca etkisi prensibinden yararlanarak rüzgârın pasif kullanımıyla dışarı atılması ve dolayısıyla binanın havalandırılması, serinletilmesi prensibi üzerine kurulmuştur. Rüzgâr bacası ile pasif havalandırma, geleneksel mimarlıkta da yüzyıllardır kullanılan tam olarak oturmuş bir tekniktir (Şekil 3.13). Modern binalarda pasif havalandırma sistemlerinde, binanın

tamamı rüzgâr bacaları ile serinletilmektedir. Örneğin Michael Hopkins and Partners tarafından 1993-2001 yılları arasında İngiltere’de tasarlanan Portcullis Parlamento Binası kendine özgü bina formu ile karakteristiğini oluşturmaktadır (Şekil 3.14).



Şekil 3.13. Geleneksel İran mimarisi rüzgâr bacaları (Anonim)

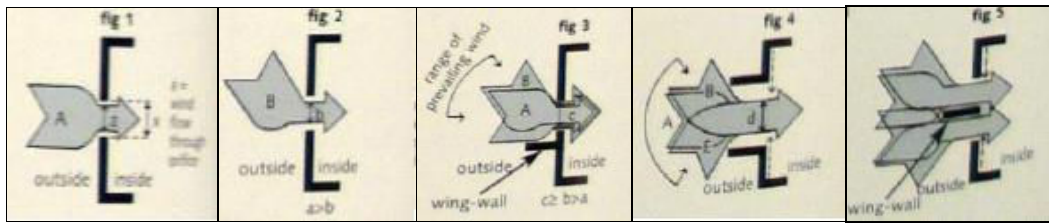


Şekil 3.14. Portcullis Yeni Parlamento Binası doğal havalandırma sağlayan rüzgâr bacaları (URL-16)

3.1.2.1.3. Kanat Duvar

Bu sistem, sıcak kuru ve sıcak nemli iklim bölgelerinde rüzgarın iç ortama alınma yönü ve şiddetini kontrol edebilmek için geliştirilmiştir. Sistem Ken Yeang’ın Menara

UMNO binası örneğinde görülmektedir. Bu projede Yeang, yükselen dikey duvarın özelliğini kendi tanımıyla “rüzgâr kanadı duvarları (wind wing-walls system)” olarak ortaya koymaktadır. Binanın duvar açıklıklarının belirlenmesinden önce hava akışının nasıl gerçekleştiğini inceleyen birçok simülasyon denemesi yapılmıştır (Şekil 3.15a, b, c, d, e). Denemelere göre; kanat duvar sistemi, rüzgâra yön vererek havayı balkon bölgelerine toplamakta ve açılabilir kapılar yardımıyla kontrollü olarak basınç farklılığının yaratılmasıyla doğal havalandırma sağlamaktadır.



Şekil 3.15. Kanat duvarların biçimi ve konumu (Richards, 2001)

Yeang'in tasarımlarında açıklıklara yerleştirilen kanat duvarların biçimi ve konumu, rüzgârın hızını ve miktarını değiştirmekte, serinletme etkisini arttırmaktadır.

3.1.2.1.4. Rüzgâr Kepçesi

Bu sistem, sıcak kuru iklim bölgelerinde kule boyunca pasif serinletmeye yönelik, hakim rüzgarın kullanılmasında, üst kotta buharlaşmaya dayalı serinletmeyi arttırmayı sağlayan damla yağmurlama sisteminin, üst kottan alınan hava ile temas etmesiyle ağırlaşmakta pasif yolla atrium boşluğundan aşağı inmekte ve alt kotlardaki konfor bölgesinde serinletmeyi gerçekleştirmesi ilkesine dayalı olarak işlemektedir. Bu sistemin önemli örneklerinden biri Yeang'in Jabal Omar binasında kullanılmıştır.

3.2. Aktif Sistemler

Binalarda enerji kazancı amacıyla binanın pasif tasarım kararlarına yardımcı olmasını sağlayan, yapay yolla çalışan, kısmen enerji harcayan, ancak binanın öncelikli bir parçası gibi davranamayan sistemlerdir. Tasarım ile birliktelik gösteremeyen bu problem, sistemlerin bütünleşme ve tasarım sürecindeki kararları ile çözüm bulmaktadır.

Yenilenebilir enerjinin toplanması, depolanması, dağıtılmasının doğal ısı akışlarının yerine mekanik ünitelerden oluşan aktif ısıtma ve iklimlendirme sistemleri ile kullanılmaktadır. İlk yatırım, uygulama ve kullanım maliyeti günümüzde hala yüksektir (Utkutuğ, vd., 2003). Güneş ve rüzgar enerjisinin mekanik sistemler vasıtasıyla toplanması (kolektörler, türbinler, güneş pilleri), depolanması (aküler, tanklar), dağıtımı (fanlar, pompalar), soğutma tankları ile soğutulması ve bunların dışında elektrik elde edilmesi bu gruptaki uygulama örnekleridir.

3.2.1. Aktif Güneş Enerjisi Sistemleri

Bu sistemler içinde en yaygın olan fotovoltaikler (güneş pilleri)'dir. Güneş pillerinin dışında çok eski bir sistem olan ve günümüze kadar pek çok farklı teknolojik çözümleri olan kolektörler ile bu iki teknolojinin birlikte kullanıldığı sistemler de bulunmaktadır.

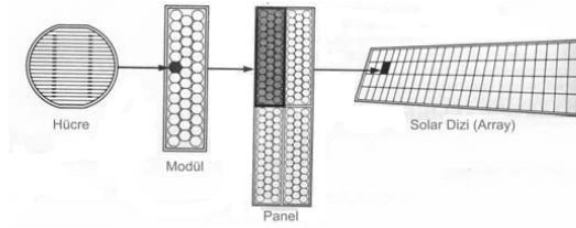
3.2.1.1. Güneş Pili (Fotovoltaiklerin) Yapısı ve Çalışma Prensipleri

Güneş hücresi (İngilizce: *solar cell*) ışığı doğrudan elektrik akımına dönüştüren bir araçtır. Yarı iletken bir diyot olarak çalışan güneş hücresi, güneş ışığının taşıdığı enerjiyi iç fotoelektrik reaksiyondan faydalanarak doğrudan elektrik enerjisine dönüştürür (Smith, 2006). Binalarda ısıtma ve aydınlatma başta olmak üzere pek çok donanımın gereksindiği enerjinin tamamını veya bir kısmını güneşten karşılayabilme

kapasitesi olan fotovoltaik kavramı, ışık anlamına gelen “photo” ve voltaj anlamına gelen “voltaic” kelimelerinin birleştirilmesiyle türetilmiştir (URL-17).

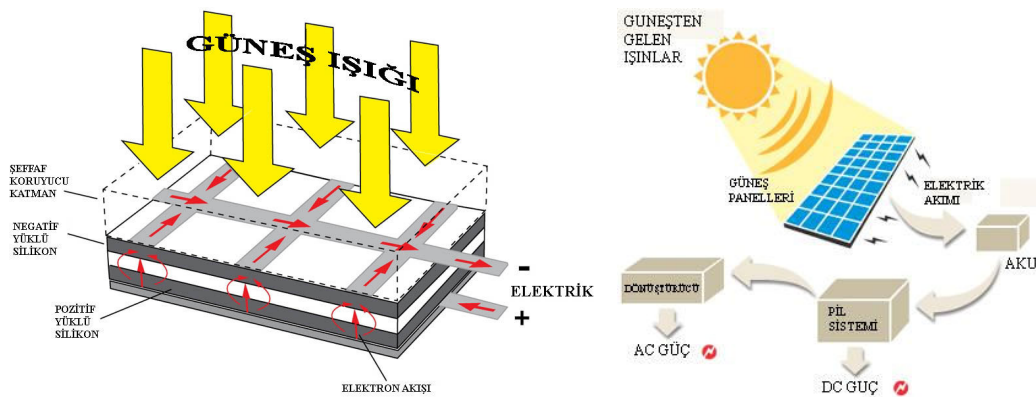
“Güneş pili” olarak da bilinen ve güneş ışığından elektrik enerjisi üreten PV’ler, ilk kez 1839 yılında Becquerel tarafından araştırılmış, 1954 yılında ise modern anlamdaki PV hücreler (solar cell) geliştirilerek uzay teknolojisi uydu araçlarında pahalı bir elektrik üretici olarak kullanılmaya başlanmıştır. Teknolojideki gelişme, üretimdeki endüstrileşme ve talepteki artışa bağlı olarak saat ve hesap makinelerinde, sokak aydınlatmasında, 1981 yılından bu yana da binalarda entegre olarak kullanılmaya başlanmıştır. PV paneller açık alanlarda kurulan güneş santrallerinde elektrik üretmek amacıyla kullanılırken, binalarda ilk kez çatılarda uygulanmaya başlanmış bu bağlamda özel çatı panelleri mevcut çatılara ek bir sistem olarak ilave edilmiş, daha sonraları ise doğrudan çatı kaplaması olarak kullanılabilen PV paneller üretilmiştir. Güneş ışınım miktarının panel üzerindeki etkileri, gölgeleme, ısı geçirgenlik değeri ve sızdırmazlık üzerine yapılan araştırmalar ve bulgular, PV’lerin bina düşey kabuğunda da etkin olarak kullanılabileceğini göstermiş ve 1992 yılından bu yana pilot uygulamalar artmıştır. Günümüzdeki araştırmaların büyük bir bölümü endüstriyel yolla ekonomik PV panel elde etme yöntemleri ve pazar alanı üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu çabalar, ön üretimli PV panellerin binalara entegrasyonu ve bina ekonomisi konuları ile de doğrudan ilişkilidir (Çelebi, 2002).

Fotovoltaik akım üretimi özel işlenmiş yarı iletken malzemelerden yapılan kare, dikdörtgen veya daire şeklinde biçimlendirilebilen solar hücrelerle sağlanır. Deniz seviyesinde, güneşli bir günde güneş ışınımının şiddeti 1000 W/m^2 civarındadır. Bölgeye bağlı olarak 1m^2 'ye düşen enerji miktarı yılda 800-2600 kWh arasındadır. Bu enerji PV yapısına bağlı olarak %5-%30 arasında bir verimle elektrik enerjisine dönüştürülebilir. Bir PV hücrenin çıkış voltajı yaklaşık olarak 0.5 volt civarındadır. Güç çıkışını arttırmak için çok sayıdaki hücreler seri veya paralel bağlanarak “solar modül”, modüller birleştirilerek panel, ve paneller birleşerek “solar dizisi” elde edilir. Panellerin çok sayıda bağlanmasıyla daha büyük yüzeyli diziler elde edilebilir (Şekil 3.16) (Çelebi, 2002).



Şekil 3.16. Fotovoltaik hücre, modül, panel ve dizi şematik anlatım (Çelebi, 2002)

Güneş pilleri, doğru akım (DC) ve voltaj üreten aygıtlardır. Bu akım akülerde depolandıktan ve alternatif akıma (AC) dönüştürüldükten sonra bina gereksinimi için kullanılabilir ya da şehir şebekesine ek enerji olarak aktarılabilir. Güneş pilleri güneş ışığının radyoaktif etkisi sonucu silikon malzeme üzerinde elektron hareketi sağlayarak eksi yükleri toplamakta ve aküde depolamaktadır (Şekil 3.17a ve b).



Şekil 3.17. Pv çalışma prensibi, a) güneş hücresi katmanları ve elektron akış yönü, b) güneş pillerinden oluşan enerji yolu (URL-18)

3.2.1.1.1. Yeni Teknolojiler-Nano Güneş Pilleri

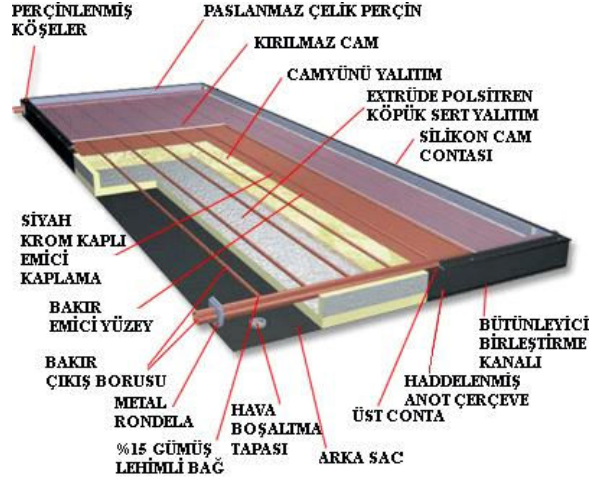
Nanoteknoloji her alanda olduğu gibi enerji kazancının artırımına yönelik, enerji verimliliklerini etkileyecek şekilde güneş pillerinin ham yapı bileşenlerine yapılan

katkılarla ve atomal çalışmalarla ortaya konmaktadır. Nanoteknoloji bilimi ile atom ve moleküllerin bir araya getirilerek nanometre ölçeklerde (1nanometre (nm) = 10^{-9} metre (m)) işlevli yapıları oluşturulmaktadır. Buna göre güneş pilinin yapıtaşı olan amorf silikon hammaddesi, atomlarına ayrıştırılarak toz mürekkep haline getirilmektedir. Üretim aşamasında toz mürekkep yoğun püskürtme yöntemi ile yapışkan özellikli kâğıt yüzeyine tutturulmaktadır. Bu yöntem ile üretilmiş güneş pili hücreleri, madde olarak atom yapısına dokunulmamış güneş pili hücrelerine oranla %8-%10 arasında verimliliği daha da artmaktadır. Daha küçük boyutlarda üretim imkânına sahip olunmakta ve daha az m²'lik alanlarda uygulama şansı olmaktadır. Ayrıca atom yapıları kendi kendini temizleyebilme ve onarabilme özelliğine sahip olduğundan, bakım ve işletim giderlerini de minimuma indirmektedir (Ayçam ve Kanan, 2009).

Nanoteknoloji ve nanoteknoloji ile üretilmiş yapı malzemeleri yeşil mimarlık bina örneklerinin yaratılmasında yeni bir eğilim ve alışkanlık alanı olmaktadır (Ahmed Omar Hemeida, 2010). Birçok gelip geçici mimari akımların ve heveslerin yanısıra yeşil-nano-mimarlık yaklaşımı uzun yıllar teknolojik gelişmelerin paralelinde ilerleyecektir.

3.2.1.2. Kolektörlerin Yapısı ve Çalışma Prensibi

Kolektörler (Toplaçlar), güneş enerjisini toplayan ve bir akışkana ısı olarak aktaran çeşitli tür ve biçimlerdeki aygıtlardır (Öztürk, 2008a). Toplaçların başlıca bileşenleri cam, cam ile soğurucu plaka arasında yeterince boşluk, metal ve plastik soğurucu plaka, yalıtım ve bunların tamamını saran kasadan oluşmaktadır (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Kolektör bileşenleri (URL-19)

Güneş enerjisiyle su ısıtma sistemleri doğal ve basınçlı dolaşım sistemleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Doğal dolaşım sistemleri, su ısısının değişmesi ile suyun yoğunluğunun azalması ve yükselmesi prensibine bağlı olarak çalışmaktadır. Dolaşım sisteminin alt kotundan alınan soğuk su ısınarak üst kottaki depoda sıcak su olarak birikmektedir. Depodaki su kullanımı arttıkça sistem basınç farkını dengelemek için alt kottan suyu alarak depolanmaya kadar olan süreci devam ettirmektedir. Basınçlı dolaşım sistemlerinde ise ısıyı taşıyan akışkan, pompanın otomatik kontrol devresinin yönlendirilmesi ile çalışmaktadır. Su deposunun tabanına ve toplaç çıkışına yerleştirilen diferansiyel termostat algılayıcılar yardımı ile soğuk su pompalanmaktadır (Öztürk, 2008a).

3.2.1.2.1. Yeni Teknolojiler-Nano Güneş Kolektörleri

Yapıları nano büyüklükteki malzeme bileşenlerinden oluşan ya da akışkanın nano-sıvı özellikli olması ile yine ısının aktarılmasını sağlayan aygıtlar olarak çalışmaktadır. Geleneksel sistemli kolektörlere göre verimliliği çok yüksek, boyut olarak küçük, üretimi de zor olmaktadır. Günümüzde henüz laboratuvar çalışmaları devam etmektedir.

3.2.1.3. Isıtma-Elektrik Üretimi

3.2.1.3.1. Bina Bağımsız Sistemler (Güneş ve Rüzgâr Enerjisi)

Bu sistemler, şehir şebekelerine bağlı olup binanın tasarım şekliyle bir ilişki kurmayan ancak çok fazla enerji elde edilebilen (elektrik, ısıtma, soğutma) sistemlerdir. Bunlara örnek olarak Pv ve kolektör çiftlikleri, parabolik toplaç santralleri örnek verilebilmektedir (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Dünya'nın en büyük kurulu gücüne sahip (60 MW) İspanya'daki Olmedilla de Alarcón bina bağımsız PV çiftliği (URL-20)

3.2.1.3.2. Bina Monte Sistemler (Güneş ve Rüzgâr Enerjisi)

Bu sistemler, mevcut veya tasarım aşamasındaki binalara tatbik edilebilmektedir. Bina formu tasarımına köklü müdahaleler yerine, küçük ölçekli iyileştirmeler yapılabilmektedir. Mimari tasarımın kabuk formu ile doğrudan bütünlük kurulmadan yapının herhangi bir yerine örneğin herhangi bir malzemenin fabrika üretimi aşamasında, geleneksel sistem formu ile monte edilerek yine enerji kazancı sağlayan sistemlerdir (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Kolektör ve Pv sistemlerin çatı eğimi ve formundan tamamen farklı bir bütünlük içinde monte edilmiş örnek

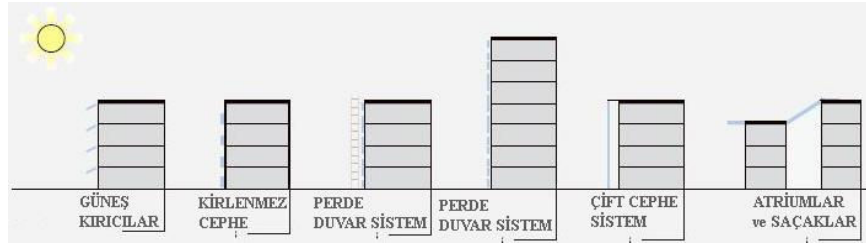
3.2.1.3.3. Güneş Pili (Fotovoltaik) (Bina Bütünleşik Sistem)

Bina bütünleşik güneş pili teknolojisi güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren güneş pillerini kullanmakta ve bina bütünleşik sistem tasarımı ile kendisini ortaya koymaktadır. Mimari bütünleşme yoluyla uygulanan sistemlerin estetik kaygılara cevap verebilmesi, çatı ya da cephede garantili ve sağlam uyum sağlaması, kesintisiz performans gösterebilmesi, geometrik düzen içerisinde uygulama kolaylığı sağlaması, maliyetlerin gittikçe azalması, tüketim pazarına girmesi ve eski binalarda da renovasyon çalışmaları ile uygulanabilmesi gibi özellikleri ile bina bütünleşik mimari tasarım kararlarına da yön verebilmektedir.

2004 yılında Almanya’da güneş pillerinden sağlanan enerjinin %70’i bina bağımsız enerji sistemleri olarak çalışırken, %29’u bina çatı monte enerji sistemi, %1’lik güneş pili uygulamaları da bina bütünleşik olarak uygulanmıştır. O tarihlerden bu yana Almanya binanın yapı elemanı gibi çalışan, tasarımdan ayırık veya tasarıma monte durmaktan daha öte bir anlayışla, mimari tasarım kalitesini arttırmaya yönelik teknoloji geliştirme çalışmalarına devam etmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı’nın (IEA) ‘Güneş Pili Enerji Sistemleri Programı’ sonucunda, mimari ile bütünleşik teknolojik sistemlerin tasarım kalitesini oluşturmak için bir takım dikkat edilmesi gereken kriterler belirlenmiştir. Bunlar iyi malzeme ve renk birleşimi, modüler düzen ile uyumu, modüler düzenin bina ile tatmin edici uyumu, bina tipinin ve içeriğinin

güneş pilleri ile bütünlüğü ve yeni tasarım anlayışlarında enerji kazancı sağlanmasına yönelik uygulanabilirlik gibi özelliklerdir (Roberts and Guariento, 2009).

Bina kabuğunda güneş pili yapı malzemesinin bütünleşmesi; güneş kırıcı, atrium örtüsü, çift kabuk v.b. uygulamalarda görülmektedir (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Güneş pillerinin bina bütünleşme şekilleri (Roberts and Guariento, 2009)

Bina kabuğuna uyum sağlayarak uygulama yapılan bu sistemin dünya genelinde birçok inşa edilmiş örneği bulunmaktadır. Ancak ülkemizde bina bütünleşik güneş pili uygulamasının nadir örneklerinden biri de 48.000 kWh elektrik enerjisi üretilmesi beklenen ve 07.05.2008 tarihinde açılışı gerçekleştirilen Muğla Üniversitesi Rektörlük Binasında yapılan renovasyon çalışması ile oluşturulmuştur. Binada, enerji ihtiyacını fazlasıyla karşılayan cephe ve parapetler ile bütünleşik güneş pili uygulaması yapılmıştır (Şekil 3.22). Bu güneş pilleri ile yenileme çalışması, 40 kWp kurulu güce sahip, amorf silisyum tek-eklemlili ve üç - eklemlili ince film modüllerden oluşmaktadır.



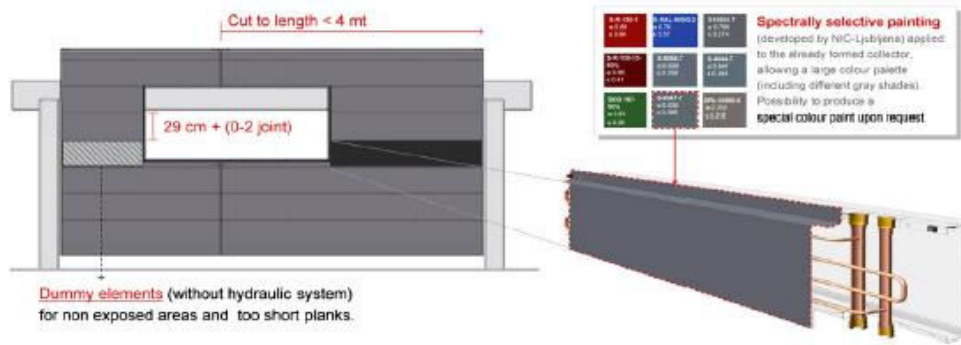
Şekil 3.22. Muğla Üniversitesi Rektörlüğü cephe bütünleşik güneş pilleri (URL-21)

3.2.1.3.4.Kolektör (Bina Bütünleşik Sistem)

Ülkemizde uzun yıllardan beri enerji tasarrufu sağlamak amacıyla piyasa da kolektör sistemler satılmaktadır. Ancak piyasa koşullarında sadece mekanik bir görüntü sağlayan ve işleve dayalı bu geleneksel sistemlerin mimari bütünleşme kavramı ile ele alınarak tasarımcıların odağında yer alan tasarımların oluşturulması ve yaygınlaştırılması başlıca problem olmaktadır. Bu probleme dayanarak, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EPFL), öncelikle laboratuvar çalışması olarak 10 adet örnek yapmıştır (Şekil 3.23a, b ve c). Daha sonra yapılan bina entegre kolektör sistem çalışmalarını *boyut, kolektör konumu, şekil, modul büyüklüğü, bağlanma tipi, kolektör malzemesi, yüzey dokusu ve emici yüzey rengi* başlıkları altında -100 ile +100 arasında bir puanlama yapılması için Avrupalı 170 mimar ve mühendise anket yoluyla göndermiştir. Gelen sonuçlara göre ise yeni bir metodoloji geliştirilerek yeni bir prototip çalışmasına gidilmiştir. SOLABS tarafından 2003-2006 seneleri arasında yapılan çalışma sonucu 3 tane farklı ara prototip çalışma ve bir tane de sonuç çalışma ortaya konmuştur (Probst and Roecker, 2007). Buna göre ortaya çıkan demo ürün ile, tasarımcıların kolektörlerin yüzeyinde görmek istemediği boru düzeneğini gizleyebilecek, sadece düz yüzeylerde veya gridal düzeni olan yerlerde değil kavisli olan kısımlarda da kullanılacak ve üst katmanı oluşturan koyu renk dış cephe kaplamanın ısıyı emdikten sonra, ısıyı borulara aktarabilecek sistem özelliği kazanılmaktadır (Şekil 3.24).



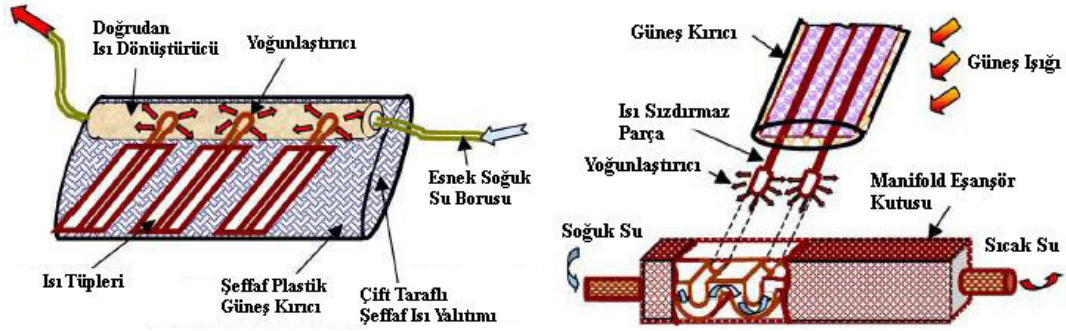
Şekil 3.23. Bina bütünleşik kolektör uygulamaları; a) parapet örneği, b) cephe örneği, c) eğimli çatı örneği (URL-22)



Şekil 3.24. Ecole Polytechnique Enstitüsünün anket ve prototip uygulamaları sonucu ortaya çıkan demo ürün (Probst and Roecker, 2007)

3.2.1.3.5. Güneş Pili ve/veya Kolektörlü Güneş Kırıcı (Bina Bütünleşik Sistem)

Alüminyum içi boşluklu güneş kırıcıların iç boşluğuna uygulanabilen kolektör boru sistemi ile sıcak su ihtiyacı sağlanırken hem de güneş ışığının istenmeyen kazancını da gölgeleme sağlayarak engelleyen sistemlerdir (Şekil 3.25). Yatay gölgelik elemanı iç boşluğuna uygulanmış kolektör sistemin birtakım avantajları vardır. Bunlar; kolektörü bina bütününde görmek istemeyen uygulamacı ve tasarımcıya bu yöntemle dâhil etme hususunda esneklik tanımakta, önceleri farklı iki sistem kullanılan elemanlar bütünleşmiş bir ürün olarak daha ekonomik ve daha az yer kaplayarak kullanılabilmekte, taşıyıcıya kusursuz monte edilmekte, çatı alanında serbest kullanılabilir bir boşluk sağlamaktadır. Bunun dışında yine gölgeleme işlevini yerine getirirken cam yüzeye ince film güneş pili teknolojisi uygulanarak da tasarımın hem enerji kazancını sağlamakta hem de bütünleşik bir tasarım ortaya koymaktadır. Bu tip bir sistemin tasarım kararını oldukça etkileyecek şekilde kullanılan bina örneklerinden biri de Sieeb (Sino-Italian Environment&Energy Exchange Building) binasıdır (Şekil 3.26).



Şekil 3.25. Bina bütünleşik kolektörlü güneş kırıcılar (Abu-Zour, et al., 2006)



Şekil 3.26. Tsinghua Üniversitesi Sieb (URL-23)

3.2.1.3.6. Güneş Pili ve Kolektör (Bina Bütünleşik Sistem)

İki değişik enerji türü olan elektrik ve ısı enerjilerinin aynı yüzey alanından elde edildiği, enerji piyasasında yeni ürünle standartları oluşturan toplam enerji sistemidir. Bu sistemin oluşturulması ile geleneksel fotovoltaik panellere özgü iki önemli sorun olan uzun zamanlı geri ödeme süresi ve düşük verimlilik değerlerinde çalışma problemleri giderilmektedir. Paneldeki 1 °C'lik sıcaklık artışı sonucu elektrik elde etme verimliliğinde %0,4 ile %0,5 arasında bir düşüş yaşanmaktadır. Bu yüzden PV'lerin verimliliğini arttırmak amacıyla soğutma sağlayabilecek, PV'nin alt yüzeyinde biriken ısıyı alıp akışkan yoluyla borularla uzaklaştırabilecek sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemlere PV/T karma sistemler, bu sistemlerin bina mimarisi ile bütüncül uyum

sağlamasına da bina bütünleşik karma sistemler denmektedir (URL-20). Bütünleşik olarak mimari tasarım kararlarının alınmasında henüz yaygın bir alanda olmayan bu sistemin en güzel örneklerinden biri Concordia Üniversitesi John Molson işletme okulu binasıdır (Şekil 3.27). Bina da uygulanmış kojenerasyon sistemindeki elektrik kazancı 25 kW iken 75 kW da ısı kazanç elde edilmektedir.



Şekil 3.27. Concordia Üniversitesi John Molson İşletme Bölümü binası bina bütünleşik PV/T cephe uygulaması (URL-24)

3.2.2. Aktif Rüzgâr Enerji Sistemleri

Bu sistemlerin en eski ve yaygın olanı yel değirmenleridir. Günümüzde ise aynı çalışma mantığı ile teknolojik malzemelerden üretilen rüzgâr türbinleri yenilenebilir enerji kazancı elde edebilmenin en önemli araçlarından biridir.

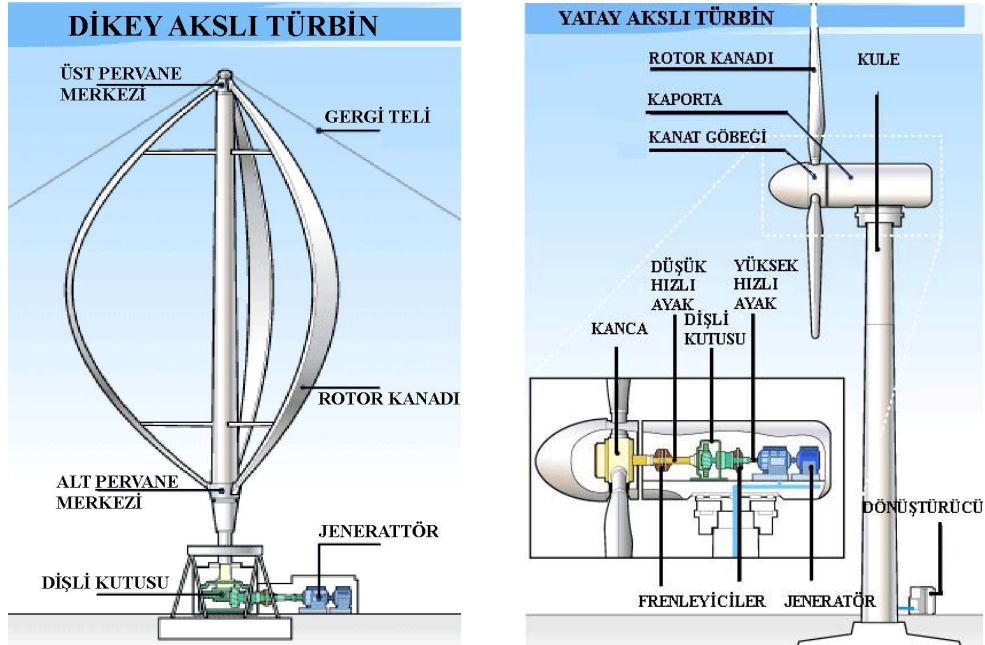
3.2.2.1. Rüzgâr Türbinlerinin Yapısı ve Çalışma Prensibi

Rüzgâr gelecekte yaygın olarak kullanılması beklenen yenilenebilir doğal kaynaklardan biridir. Türbin ise bir akışkanın enerjisini işe çevirmek için kullanılan

alettir. Akışkan türbinin kanatlarına çarparak türbin miline hareket kazandırmakta, hareket ise enerjiye dönüşmektedir. Bu enerji türü rüzgâr enerjisidir.

Rüzgâr enerjisi, bitmez, temiz ve kirletmeyen enerji türüdür. Ancak bir takım dezavantajları bulunmaktadır. En önemli dezavantajı yerel iklim şartlarında büyük bina grupları arasında negatif etki alanları olduğundan rüzgârın yönünün tam hesaplanamamasından dolayı rüzgâr gücü azalmaktadır.

Günümüz teknolojisi ile modern rüzgâr türbinleri hem yatay hem de dikey olup yaklaşık 45 - 60 m arası boyda, ortalama 40 m kanat uzunluğunda üretilmektedir (Şekil 3.28a ve b). Bir rüzgâr türbininden 500 ile 2000 kW güce kadar enerji elde edilebilmektedir (Britannica, 2008). Rüzgâr türbininden elde edilen enerji her kule grubunun bitiminde oluşturulan dönüştürücülerde toplanmaktadır. Dönüşen enerjinin tamamı, toplama tesisinden ister doğrudan şehre, ister yüksek gerilim hatları ile çok uzak mesafelere kadar taşınabilmektedir.



Şekil 3.28. Rüzgâr türbinini; a) dikey aks hareketli, b) yatay aks hareketli (URL-25)

3.2.2.2. Elektrik Üretimi

3.2.2.2.1. Rüzgâr Türbinleri (Bina Monte ve Bütünleşik)

Binaları bir çeşit kule olarak kullanmalarının yanısıra, tam bütünleşik olanların aksine, bina formunu, mevcut rüzgâr akışını değiştirmek ya da arttırmak amacıyla kullanılmamaktadır. Bu uygulamalar mevcut veya tasarım aşamasındaki binalara tatbik edilebilmektedir. Tasarım aşamasındaki binalarda mimari form, türbinlere doğru olan rüzgâr akışını arttırıcı olarak modifiye edilebilmektedir. Bu tarz uygulamalarda, bina formu tasarımına köklü müdahaleler yerine, küçük ölçekli iyileştirmeler yapılabilmektedir (Günel vd., 2007). Hollanda'nın Hague şehrinde 15.01.2004 tarihinde bir şirket binasının çatısına 'NGU firmasına ait rüzgar duvarı' adı verilen yatay akslı türbin monte edilmiştir (Şekil 3.29).



Şekil 3.29. Çatıya monte rüzgâr türbini (URL-26)

Bina bütünleşik rüzgâr türbinlerinde ise mimari tasarımın rüzgâr enerjisi kullanımını sağlayacak tasarımların ortaya koyulması amaçlanmaktadır. Diğer bir deyişle, “rüzgâr enerjisi etkin tasarım (wind energy based design)” fikri temel alınmaktadır. Bu anlayışla rüzgâr türbini mimari form üzerinde büyük bir etkiye sahip

olmakta ve bina formunun rüzgârı toplayarak türbine yönlendiren bir mekanizmaya dönüştürülmesi hedeflenmektedir.

Entegre türbinlerin performansını değerlendirebilmek için;

- Rüzgâr tüneli testi (wind tunnel testing)
- Rüzgâr akışını görselleştirme teknikleri (flow visualisation techniques)
- Akışkanlar dinamiği (computational fluid dynamics-CFD) gibi konulardan yararlanılmaktadır.

Dünya genelinde bina tasarımlarında yeni ele alınan bir yaklaşım ve bu yaklaşımın gerçekleştirilmiş ilk örneği de Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi binasıdır (Şekil 3.30). 240 m yüksekliğinde ve 50 katlı olan Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi, Dünya'nın ilk rüzgâr gücüyle elektrik üreten rüzgâr türbini bütünleşik yüksek binası unvanına sahiptir. Üçgensel formlu 3 adet 29 m çaplı kanat yatay eksenli, bütünleşik rüzgâr türbinlerinin yılda 1100-1300 MW saat'lik üretimiyle, binanın yıllık elektrik enerjisi ihtiyacının yaklaşık olarak %11-%15' inin kadarını karşılaması beklenmektedir. Yapım aşamasındaki diğer örnekler ise Cor ve Strata Binalardır (Şekil 3.31, 3.32).



Şekil 3.30. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi Binası (URL-27)



3.31. Strata Konut Binası (URL-28)



3.32. COR Ekolojik Konut ve Ticaret Binası (URL-29)

BÖLÜM 4

ALAN ÇALIŞMASI

Alan çalışması ve değerlendirme kısmında sürdürülebilirlik kavramının projelerde, kent planlamalarında sürekliliğinin sağlanması çabaları mimarlık disiplininin sorumluluk alanına girmektedir. Mimar, her zaman araştıran, kendi yaşantısından ve edinilenlerden sentezleyerek ortaya bir ürün koyan bireydir. Proje kapsamı ve ihtiyaç programları belirlenirken mimarın aynı kağıt üzerinde farklı perspektifleri birleştirebilir nitelikte olması ve bununla beraber yeni bakış açıları yakalaması hatta bunları bilimsel verilere dayanarak yapabilmesi, yine sürdürülebilir mekan tasarımının önemli bir parçası olarak kendini göstermektedir.

Buna göre Norman Foster ve Dr. Ken Yeang binalarının sürdürülebilir nitelikli olmalarının yanında profesyonel bakış açılarını birleştirerek fikir ile şekillenen kavramları ortaya koyabilmeleri nedeniyle sürdürülebilir bir bilincin ve eğitiminde sağlanmasına öncülük etmeleri, bu iki mimarın ve eserlerinin bu bölümde incelenme nedeni olarak görülmüştür.

Bu bölümde adı geçen binaların yapım yılları dikkate alınarak 1987 Brundtland Raporundan sonra ekolojik mimari tasarım fikrini vurgulayan 1990 sonrası inşa edilmiş veya konsept proje olarak ortaya koyulmuş yapılar seçilmiştir. İncelenen binaların çoğunun yüksek katlı olması bilinçli olarak seçilmemiştir. Binaların seçiminde ekolojik tasarım kriterlerine öncelik verilmiştir. Ancak Yeang'ın kavramsal yaklaşımlarının en iyi vurgulandığı binaların yüksek katlı olması dikkat çekmiştir. Foster'ın ise karma bina tipleri, resmi internet sitesinden tarihi yapıya duyarlılığını, kent planlamacılığını, kompakt yapı formu çözümlerini ve en önemlisi eko-teknolojileri iyi tasarım çözümleri ile ortaya koyduğu binalardan araştırılarak seçilmiştir.

Bu bölümde; mimarların ortaya koydukları örneklerin, savundukları kavramsal yaklaşımlara ne kadar uyumlu olduklarını tespit etmenin yanında, uyguladıkları bu sistemlerin ve teknolojilerin “mimari bütünleşme” ile ne kadar başarılı olduğu ve hangi sistemlerin daha fazla kullanıldığı konusunda veriler oluşturulması hedeflenmektedir.

4.1. Mimar Norman Foster'ın Mimari Tasarım Örnekleri

1935 yılında Manchester'da doğan Foster, mimarlık eğitimini Manchester Üniversitesi Mimarlık Bölümü ve Yale Üniversite'sinde tamamladı. 1967 yılında Foster Associates'i kurana dek "Team 4" adı altında Richard-Sue Rogers ve eşi Wendy Foster ile birlikte mimari çalışmalarda bulundu. Foster Associates'in high-tech öncelikli tasarımları, teknoloji ağırlıklı biçim ve fonksiyonel çözümleri ön plana çıkarmasıyla mimari yaklaşımını belli etti. İster küçük isterse büyük ölçekli çalışmalar olsun tüm çalışmalarında malzeme kullanımı ve detay çözümlerinde rasyonel olanı seçmek, endüstriyel modüler bileşenleri kullanmak mimarın en belirgin özelliklerindedir. Foster high-tech akımın önemli uygulayıcılarından olmasına rağmen 1990 sonrasında artan enerji krizine, küresel çevre değişimlerine kayıtsız kalamadığından ve tasarımlarında pasif tasarım ilkelerine öncelik vererek yine high-tech ekolü alışkanlığını bina bütünleşik aktif teknolojileri kullanarak sağladı. Bunu başarısındaki en büyük neden öncelikle sağlam bir çalışma ekibi ve tasarımlarını bir adım öteye götüren ARUP firması ile çalışması oldu. Şuan Norman Foster her binası için ekolojik ama teknolojik yani eko-teknolojik yapı sistemlerini high-tech alışkanlığının devamı olarak ilerletmektedir. Foster Associates, Londra, Berlin ve Dubai gibi büyük ve ekonomik gelişimi yüksek ülkelerde projelerini sürdürmektedir.

4.1.1. Commerzbank



Şekil 4.1. Commerzbank (URL-30), Fotoğraf: Ian Lambot)

Yapı Tipi: Ofis Binası

Yapım Yılı: 1994-1997

Yer: Frankfurt/Almanya

İklim: Frankfurt, 50. Kuzey Enlemindedir. Karasal iklim hakimdir. Yaz sıcaklıkları 10-32 °C; kış ise -10 °C ile 10 °C arasında değişmektedir.

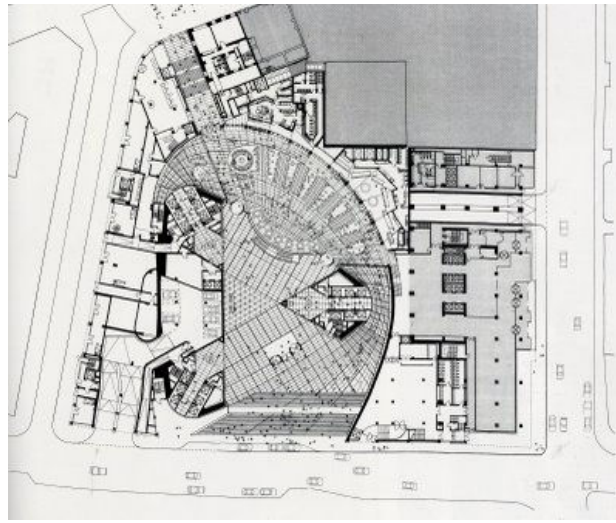
Alan: 120.000 m², tip kat alanı 776 m².

Kat sayısı ve yapı yüksekliği: 62 kat, 299 metre yükseklik.

Tasarım

Commerzbank'ın yapım fikri, kentte 1990'ların başında Sosyal Demokrat ve Yeşiller'in yönetiminde olduğu dönemde ortaya çıkmış; Commerzbank şirketinin yeni merkez binasını çevreci imajının sergilediği ofis yapısı olarak istenmesi sonucu yeşil fikri bina ile özdeşleştirilerek, yarışmada aranan en önemli özellik haline gelmiştir. 1991 yılında uluslararası yarışmayı kazanan Foster&Partners, enerji korunumu sağlayan, işletimi ekonomik, değişken çalışma alanlarına sahip ve şirketin pozitif

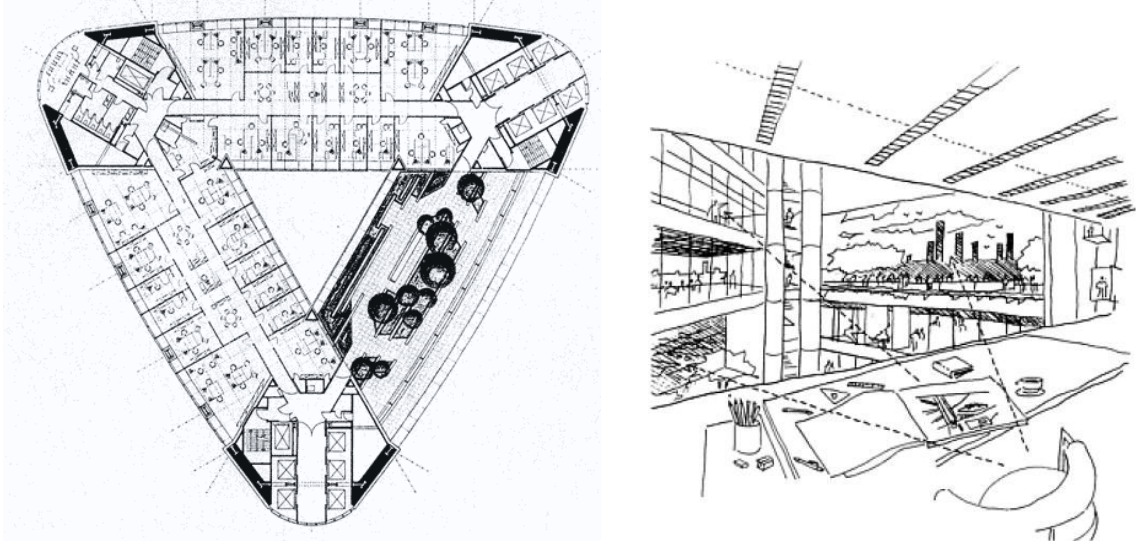
imajını güçlendirecek bir yapı oluşturmayı amaçlamışlardır. Ekolojik kriterlere göre tasarlanan ilk gökdelenlerden biri olan yapının tasarımı mimarlık, mühendislik ve kentsel planlama disiplinlerinin çevresel kaygılar ve sağlık koşulları göz önüne alınarak bir arada uygulanma çabasının ürünüdür (Şekil 4.2) (Rice, et al., 1998).



Şekil 4.2. Vaziyet planı (URL-31)

Gökdelenin girişi kuzeye açılmaktadır. Bina zemin katta yeni bir kamu alanı oluşturarak bina içindeki büyük restorana gelen meydan çalışanlarını, ziyaretçileri karşılamaktadır. Kulenin planı, köşeleri yuvarlatılmış ve dışbükey hale getirilmiş bir eşkenar üçgen şeklindedir. Merdivenler, asansörler ve diğer servis hacimleri bu köşelerde konumlandırılmıştır. Binanın katları, merkezi atriumun çevresini saracak ve bu boşluktan maksimum düzeyde yararlanacak şekilde tasarlanmıştır (Şekil 4.3a). Her katta, kat alanının üçte ikisi bürolara ayrılırken, üçte biri dört kat yüksekliğinde bahçe olarak düzenlenmiştir, asansörler kullanım sırasında kullanıcıların bahçelerle görsel ilişki kurmasını sağlayacak şekilde tasarlanmışlardır. Dört kat yüksekliğindeki geniş kış bahçeleri atrium etrafında sarmal biçimde dönerek bütün kuleyi dolaşmakta ve bürolara görsel zenginlik katarken, eğlenilen amacıyla kullanılmaktadır. Bankanın 86,000 m² ofis alanı ve bu alanda konumlanan 34 farklı banka departmanı dış görsel konfor için

Frankfurt şehir manzarasını görürken, iç görsel konfor için de gök bahçelerini görebilmektedirler (Şekil 4.3b) (URL-32).



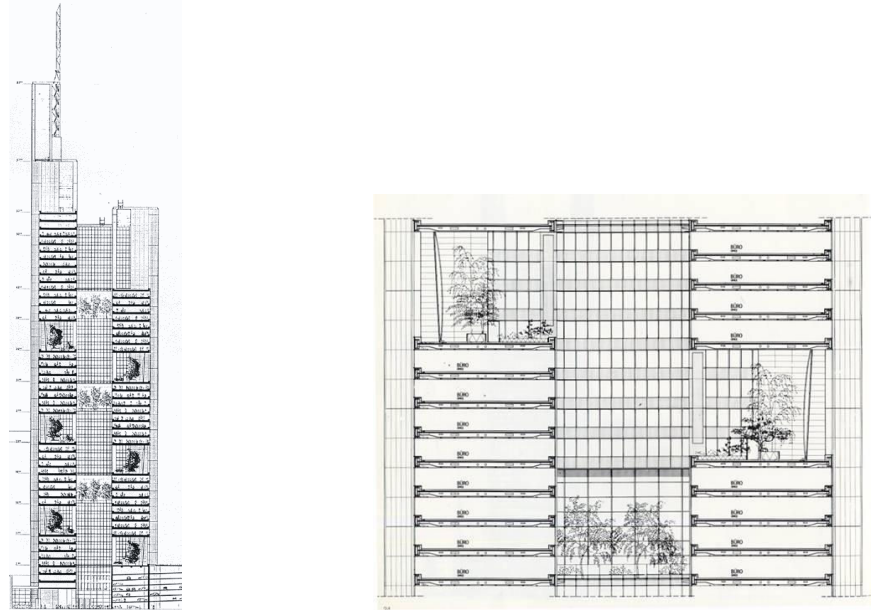
Şekil 4.3. Commerzbank: a) tip plan, b) eskiz-görsel konfor (Quantrill, 1999)

Gök Bahçeler

Foster'ın gök bahçe uygulaması olan Commerzbank, sosyal ve görsel mekân tariflemenin yanısıra ekolojik ve enerji etkin birtakım işlevleri de yerine getirmiştir. Gök bahçelerin en iyi uygulaması olan ARAG kulesinde ise tasarıma bilinçli olarak girdi sağladığı görülmektedir (Abel, 2004).

Binanın 'yeşil akciğerleri' olarak anılan dokuz adet gök bahçesi, çalışanlar tarafından iletişim ve eğlenilen alanları olarak kullanılmaktadır. Bahçeler, buldukları yönlere göre değişik tasarım ve bitkilendirmelere sahiptirler. Her bir yüzde üç adet doğu, batı ve güney bahçeleri mevcuttur (Şekil 4.4a ve b). Bahçedeki bitkiler bu yönlenmeye bağlı seçilmiştir. Doğuya bakan bahçede Asya bitkileri; bambu, manolya, ortanca ve yöresel çam ağaçları vardır. Güneye bakan bahçelerde; turunçgiller ve zeytin ağaçları, kekik ve lavanta gibi Akdeniz bitkileri ile batıdaki bahçelerde ise Kuzey Amerika'ya özgü çim çeşitleri, çınar, rododendronlar ve sedir

ağaçları bulunmaktadır (Lechner, 2009). Böylece ofis çalışanlarının toprak ve ağaçla buluşmaları sağlanmıştır.



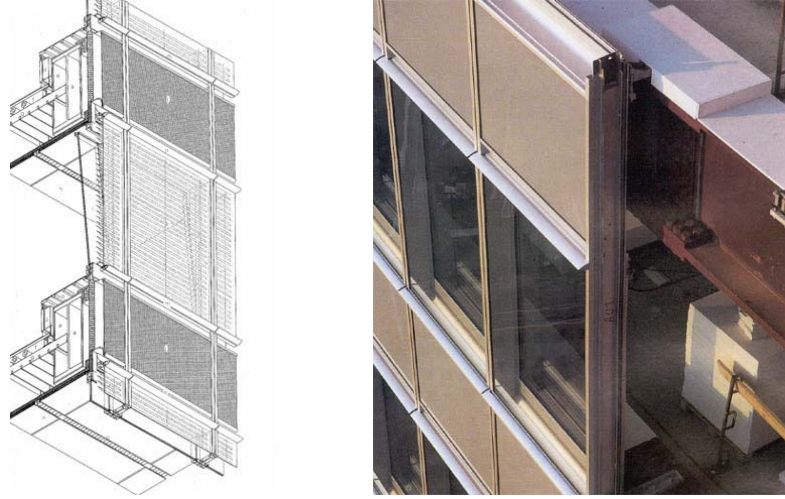
Şekil 4.4. Commerzbank: a) 9 adet gök bahçe kesit, b) 4 katta bir tekrar eden gök bahçe (Quantrill, 1999)

Havalandırma

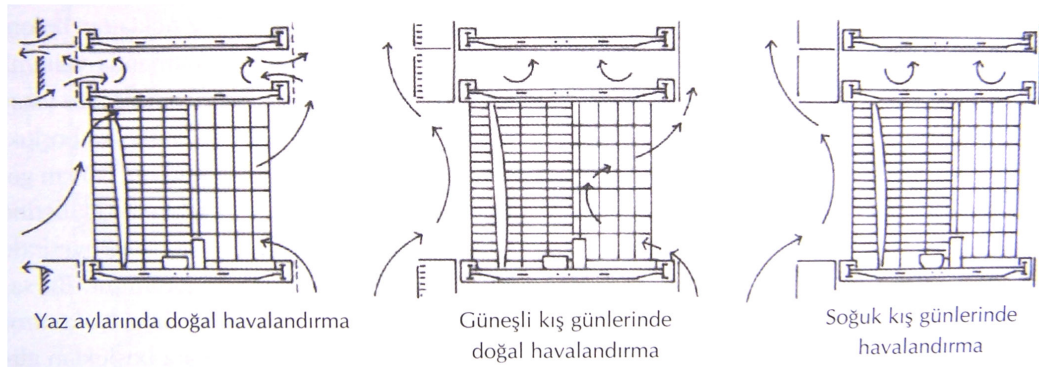
Tasarımın ana prensiplerinden biri de uzun yıllar Frankfurt iklimsel koşullarında uygunluğu tespit edilen enerji tasarrufu sağlayacak doğal havalandırma stratejilerinin kullanılmasıdır. Binanın dışa bakan ofis grupları açılabilir pencereli çift kabuktan havalandırılması sağlanırken, içe bakan ofis grupları ise atrium ve dört kat yüksekliğindeki gök bahçeler ile havalandırılmaktadır.

Tasarımda uygulanan yapı kabuğu doğal havalandırma ve solar gölgeleme imkânlarını bir arada sunmaktadır (Buchanam, 1998). Yüksek katlı binalarda rüzgâr basıncının fazla olmasından dolayı çift kabuk sistem tercih edilmekte ve iç hava ortamının doğal yolla havalanabilmesi için pencereler bu sayede açılabilir özellik kazanmaktadır.

Commerzbank binasının dış kabuk yüzeyi sabitlenmiş olup, tek kat, lamine, ses dalgası emici camdan oluşmaktadır. Ortada 18 cm hava boşluğu, içte ise düşük emissiviteli çift camlı, açılabilir pencereyi kabuk yüzeyi bulunmaktadır. Ofis katları için tasarlanan çift katmanlı cephenin dış katmanında, özel alüminyum vasistaslar yardımıyla kotlar arasında taze ve temiz hava geçişi sağlanabilmektedir. Ayrıca ara boşlukta istenmeyen gün ışığı ve parlamaya karşı storlar düzenlenmiştir (Şekil 4.5a ve b). İklim koşulları aşırı değerlere ulaştığında bina otomasyonu devreye girerek tüm açıklıkları kapatmaktadır (Şekil 4.6).



Şekil 4.5a. ve b. Çift kabuk cephe sistemi (URL-33)



Şekil 4.6. Bina otomasyon sisteminin mevsimlere göre çalışma prensibi (Sev, 2009)

Havanın bina içindeki akışının sağlanmasında en büyük paya sahip olan atrium havalandırma bacası olarak çalışmakta, binanın dış ve iç ortam sıcaklık dengelerini sağlayarak yüzeylerden ve mekânlardan sıcak ve nemli havayı uzaklaştırmaktadır. Atrium baca etkisinin fazla güçlenmesini ve üst katlarda aşırı hava birikimini engellemek üzere 12 katta bir düzenlenen yatay cam bölmeler ile sıcak havanın dışarı atılmasını sağlamaktadır. Yatay cam bölmelerin uygulanmasının nedeni rüzgâr tüneli testleri ve akışkan dinamik testlerinde havanın baca yoluna bağlı olarak çok hızlı ve güçlü şekilde hareket edeceğini göstermesidir (Katırcı, 2003). Tasarımın başında Alman standart değeri olan ve %25 olarak hedeflenen doğal havalandırma oranı, yapının tamamlanması ile %60 değerine ulaşmıştır (URL-32).

Aydınlatma

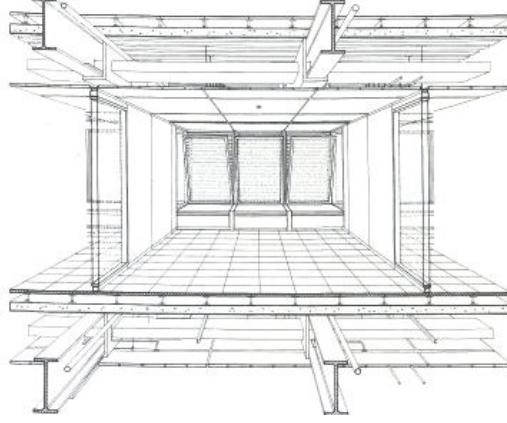
Commerzbank'ın özel yapı formu kullanılan genişliğini en yüksek düzeye çıkarmaktadır. Üçgensel planın köşelerine yerleştirilen ana taşıyıcı strüktür, asansör, merdiven şaftları ile kenarlarda gök bahçeler ve orta mekânda atrium ile genişliği, 16 m derinlikteki serbest çalışma mekânlarına kadar ulaşabilmektedir.

Aşırı genişliği ve ısınmanın engellenebilmesi için çift katmanlı kabuk arasına yerleştirilen otomatik panjurlar ile de iç ortam aydınlatma ve sıcaklık değerleri de kontrol edilebilmektedir.

Isıtma-Soğutma

Isıtma, pencere altlarında yer alan klasik sıcak su konvektör sistemi ile sağlanırken; soğutma ise delikli metal tavan panellerinin üzerinden geçen soğutulmuş suyun metal borular boyunca gezdirilmesiyle sağlanmaktadır (Lechner, 2009) (Şekil 4.7). Boru su sistemi ısı kazancını ve ısı kaybını kontrol etmek için kullanılırken, mekanik sistemler havalandırma için kullanılmaktadır. Borulardan geçirilen su, sıhhi

tesisat sisteminde kullanılmıştır. Böylelikle suyun iki farklı işlev için kullanımı sağlanarak su tüketimi azaltılmıştır.



Şekil 4.7. Commerzbank ısıtma ve soğutma sistemi (Lechner, 2009)

Yapı Sistemleri

Binanın taşıyıcı sistemi köşelerde yer alan altı adet kompozit kolon ve bunların taşıdığı 8 katlı Vierendeel kirişlerden oluşmaktadır (Quantrill, 1999). Böylece elde edilen kolonsuz, serbest çalışma mekânları esnek kullanıma olanak tanımaktadır. Modüler yapım tekniklerinin uygulandığı yapıda, taşıyıcı elemanlar ve parapetler alüminyum kompozit panellerle giydirilmiştir (Sev, 2009).

Arsanın yeniden kullanımına yönelik alınan kararlar, su tasarrufu ve yeniden kullanıma yönelik alınan kararlar, çalışanlara sosyal ve görsel mekân kalitesi yüksek ofis ve eğlenilen mekânları ile yapının şehir merkezinde toplu taşıma yakın yapım kararları, yapıya sürdürülebilirlik özelliği kazandırmaktadır.

Çizelge 4.1. Commerzbank binası, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu

YAPIM YILI (1990 SONRASI)		1994 - 1997		
BİNA TİPİ		OFİS		
İKLİM TİPİ		KARASAL		
BİNA FORMU	KARE/DİKDÖRTGEN			
	DAİRE/ELİPS			
	ÜÇGEN/ÇOKGEN		√	
TARİHİ YAPIYA DUYARLILIK				
EKOLOJİK TASARIM PARAMETRELERİ	YÖNLENME	DOĞU-BATI	√/√	
		KUZEY-GÜNEY	/√	
	İKLİM	İKLİM VERİLERİNİN KULLANIMI		√
		PEYZAJ	ARAZİDEKİ BİTKİ DOKUSUNDAN YARARLANABİLME	
			YENEBİLİR PEYZAJ KULLANIMI	
	ÖNCELİKLİ TASARIM KRİTERLERİ	YEŞİLİN YAPI İÇİNDE KULLANIMI	√	
		HAVALANDIRMA	√	
		SOĞUTMA-SERİNLETME		
		ISITMA		
	ATIKLAR VE GERİ DÖNÜŞÜM	AYDINLATMA	√	
		YEREL MALZEME KULLANIMI		
		GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİRLİK		
SU	GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ MALZEME KULLANIMI			
	YAĞMUR SUYUNUN KULLANILMASI			
	YAPI KABUĞU SERİNLETME AMACIYLA KULLANIMI	√		
PASİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	HAVALANDIRMA	RÜZGAR BACASI	
			KANAT DUVAR	
			ATRİUM	√
			RÜZGAR KEPÇESİ	
	GÜNEŞ ENERJİSİ	AYDINLATMA	İŞIKRAFI	
			İŞIKTÜPÜ	
			ATRİUM	√
		ISITMA	İŞIK KUYUSU	
			GÜNEŞ ODASI	
			ÇATI HAVUZU	
SOĞUTMA	TROMBE DUVARI			
		SOĞUTMA KULESİ		
BİO-BÜTÜNLEŞME				
AKTİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	ELEKTRİK ÜRETİMİ	RÜZGAR TÜRBİNİ	
		GÜNEŞ ENERJİSİ	ISITMA	PV / KOLEKTÖR
				KOLEKTÖR
		ELEKTRİK ÜRETİMİ	PV	

4.1.2. Reichstag-Alman Parlamento Binası



Şekil 4.8. Reichstag binası: a) cephe fotoğrafı (URL-34), b) hava fotoğrafı (URL-35)

Yapı Tipi: Kamu Binası

Yapım Yılı: 1995-1999

Yer: Berlin/Almanya

İklim: Almanya'nın iç kesiminde yer alan Berlin'de tipik karasal iklim etkileri görülmektedir. Yazlar aşırı sıcak, kışlar ise aşırı soğuktur.

Alan: Parlamento Binası kullanılabilir alanı 17.000 m², hacmi 400.000 m³.

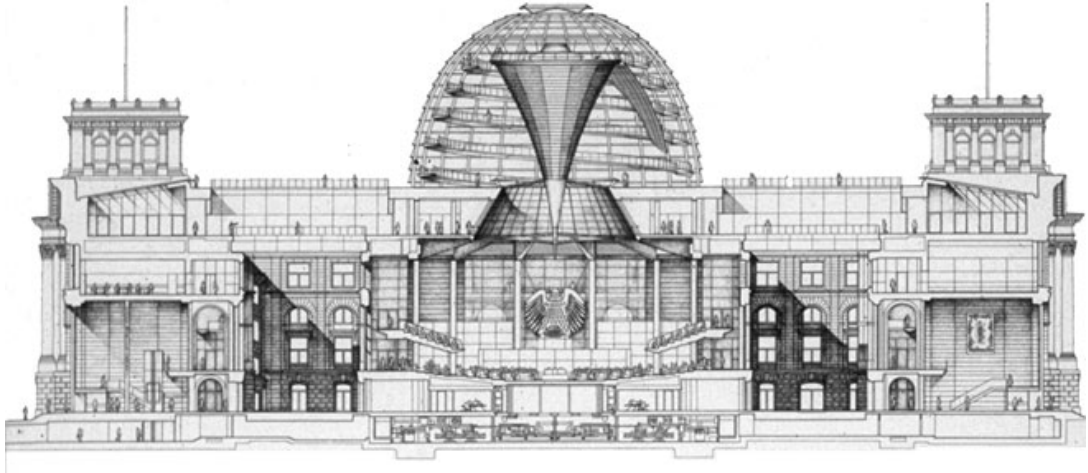
Yapı ölçüleri: Çatı yüksekliği 32.2 m, kule yüksekliği 42.5 m, doğu-batı uzunluğu 135.7 m, kuzey-güney genişliği 96 m, toplam çevresi 463.4 m'dir (URL-36).

Tasarım

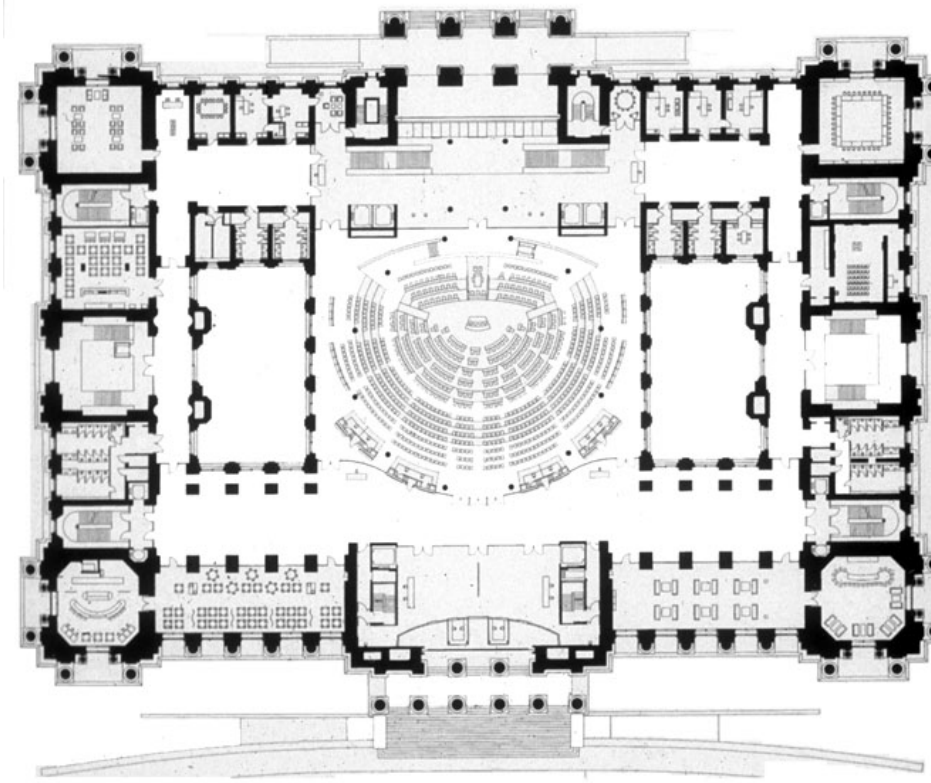
1894 yılında II. William yönetiminde tamamlanan Reichstag binası, Paul Wallot tarafından tasarlanmıştır. Wallot'un yarattığı meclis binasının mimari dili herhangi bir kavram ile sınıflandırılmamıştır. Bunun yanında erken dönem barok mimarisi ve İtalyan rönesansının tarihsel hareketleri gözlenmiştir. Wallot ise yapısını 'imparatorluk tarzı' şeklinde tariflemiştir. 1894 yılı yapının görkemli kısmı, giriş holünden 75 metre yükseğine yapılmış cam ve demir kubbe sembolik güç ifadesi olmuştur. 1933'te kundaklanan ve kısmen tahrip olan, 2. Dünya Savaşı sonuna doğru 1945'te Berlin için yürütülen savaşlar sırasında hemen hemen tümüyle yıkılan yapı, savaş bittikten sonra uzun yıllar restore edilmemiş, yıllarca boş durduktan sonra 50'li yılların sonunda tarihi özellikleri dikkate alınmayan bir biçimde tamamen modernize edilmiştir (Phaidon, 2004). Paul Baumgarten tarafından büyütülen yapıdan o dönemde 60,000 ton moloz

çıkartılmıştır. Baumgarten'ın Reichstag'ın yenilenmesi için aldığı en göze çarpan mimari çözümü, genel meclis salonunun etrafının cam duvar ile çevrilerek, giriş holünden içeriye adımını atan kişiler için 'politika da şeffaflık duygusu' izlenimini uyandırmış olmasıdır.

1990'da Doğu ve Batı Almanya'nın birleşmesi ve Berlin'in yeniden birleşik Almanya'nın başkenti olmasına karar verildikten sonra, Reichstag binasının restore edilmesine ve Alman parlamentosunun bu ilk tarihi merkezine taşınmasına karar verilmiştir. Alman Parlamentosu'nun Bonn'dan Berlin'e taşınması ve Reichstag içinde yeniden yaşam bulmasına karar verildiğinde 14 mimari büronun katılımıyla gerçekleşen mimari proje yarışması sonucu birinci olan Foster&Partners ile Alman ortak firmalar Kaiser Bautechnik ve Kühn Bauer&Partners, birlikte hükümetin ve Avrupa Komisyonunun bütçe desteğini de alarak enerji etkin bina yapımına yönelik çalışmalar yapmışlardır. Bundan sonraki aşamada Reichstag'ın sürdürülebilir kamu mimarisine model oluşturmak adına ortak düşünceler geliştirmişlerdir (Şekil 4.9a ve b).



Şekil 4.9a Reichstag sürdürülebilir teknolojilerle tasarlanan kesit (Detail, 1999)



Şekil 4.9b Reichstag plan (Detail, 1999)

Reichstag'ın dönüştürülme sürecinde dört önemli unsura dikkat edilmiştir:

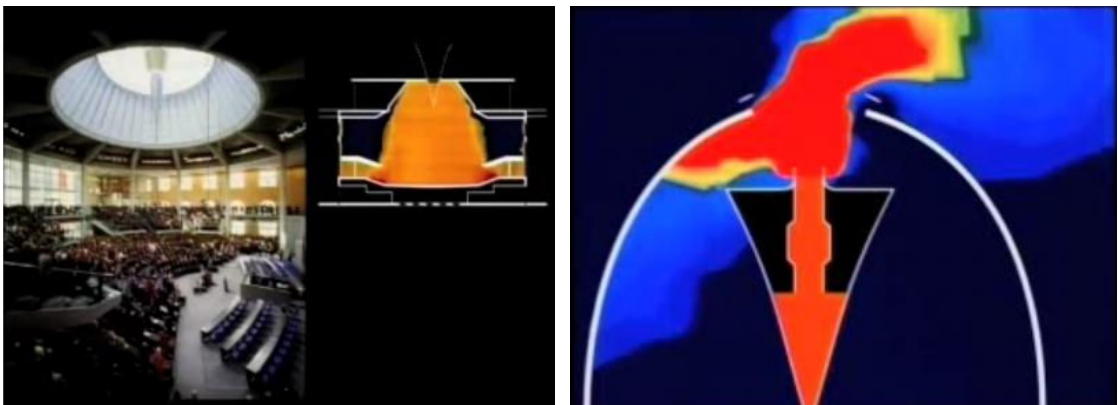
- 1) Reichstag'ın dünyanın en önemli demokratik forumu olarak görülmesi,
- 2) Halkın hükümet yönetiminin her kademesini şeffaf siyaset anlayışıyla devlete yaklaşabilir imkânının olması,
- 3) Kentlerin tarihinin ülkelerin yaşamına olduğu gibi, yapılarında şekillenmesini sağlayan bir güç olarak anlaşılması,
- 4) Geleceğin mimarlığında önemli bir yer tutacağına inanılan sürdürülebilir mimarlığın, düşük enerjili, çevre dostu bir tasarımın ortaya konması (URL-37).

Foster, Reichstag'ın yenileme projesinde enerji üretimi, gün ışığının etkin kullanımı ve doğal havalandırmanın uygulandığı bir tasarım önermiştir. Tasarımın en dikkat çekici yönü, eski yapının ortasında yer alan ve genel kurul salonunun üstünü örten, doğal aydınlatma ve havalandırma sağlamak için ekolojik dengeler gözeterek

tasarlanan şeffaf kubbedir (Özarlan, 2000). Kubbe 23 metre yüksekliğinde 40 metre çapındadır. Kubbeyi genel kurul salonunda dairesel plan üzerinde konumlanan çam ağacından hazırlanan kazıklar ile güçlendirilmiş 12 adet kolon taşımaktadır. Kubbe etrafında dönen çelik rampalar 230 metre uzunluğunda ve yaklaşık 800 ton ağırlığındadır. Kubbeyi yatayda halka şeklinde 17 çelik kiriş taşımaktadır. Bu yatay kirişlerin üzerine 3000 m² cam paneller yerleştirilmiştir. Yatay çelik dizilerinin alttan 4 tanesi boyunca açılabilir camların uygulandığı ve kubbe zemin alt kotundan taze ve serin havanın alınarak en üstteki 9 metre çapındaki kuvvet çemberi açıklığından sıcak ve kirli havanın atılması sağlanmaktadır. Kubbenin en üst noktasında oluşturulan seyir terası 200 m² alana sahiptir ve bu platforma çıkıldıkça 8 °C'lik ısı farkı hissedilmektedir.

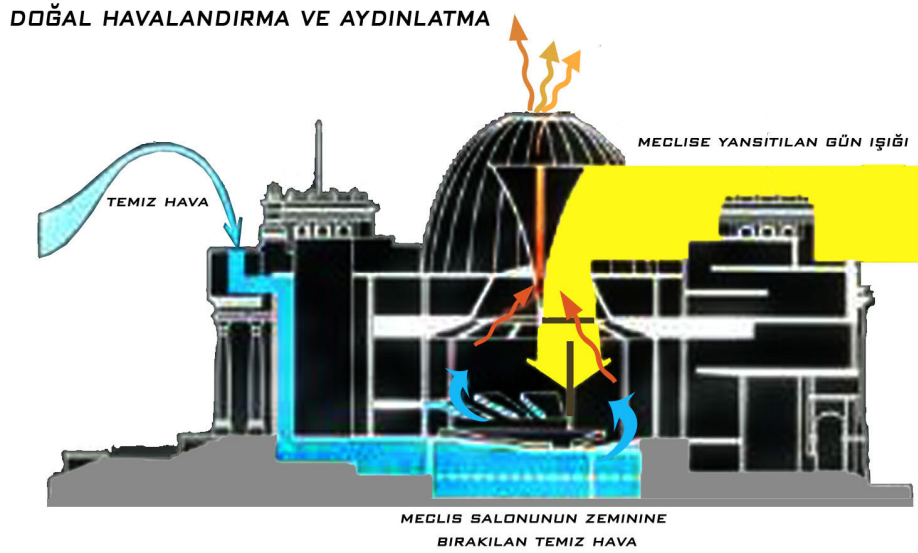
Havalandırma

Kubbe, meclisin doğal havalandırılmasında önemli role sahiptir. Temiz hava yapının batı cephesindeki kuleler vasıtasıyla emilmekte ve havalandırma kanallarıyla toplantı salonuna verilmektedir. Zemine bırakılan temiz hava, ısınarak yükselmekte ve kubbenin tepesindeki açıklıktan çıkmaktadır (Şekil 4.10a ve b).



Şekil 4.10. Havalandırma simülasyonu anlatım: a) genel kurul salonu, b) kubbe (Abel, 2004)

Tarihi parlamentonun ofislerinde kullanılan pencereler manüel ya da otomatik olarak kontrol edilebilmekte ve hemen hemen her odada doğal havalandırma yapılabilmesine imkân sağlamaktadır. İki katmanlı bu pencereler içte termal olarak ayrılmış bir cam yüzeyden, dışta ise havalandırma ek noktaları bulunan lamine pencere camından oluşmaktadır. Bu iki yüzey arasında gölgelendirmeyi sağlayan sistem bulunmaktadır. Odaların havası, dış ortam koşullarındaki değişime bağlı olarak saatte 5 defa temiz ve kirli havayı değiştirebilmektedir. İç ve dış pencere sisteminin olması güvenlik koşullarını da sağlamaktadır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Reichstag doğal havalandırma ve aydınlatma

Aydınlatma

Kubbenin ortasında yer alan ters huni şeklindeki sistemin üzerinde 30 farklı yöne bakan ve her birinde 12 ayna bulunan parçalar bulunmaktadır. ‘Işık heykeli’ olarak da adlandırılan bu sistemde toplam 360 içbükey ayna yer almaktadır. Bu inovatif tasarımın asıl amacı günışığını genel kurul salonuna yansıtarak, doğal aydınlatma sağlayıp enerji tüketimini azaltmasıdır. Ayrıca günışığının yönlendirilmesine yardımcı bir diğer sistem

ise kubbenin içinde yer alan bina otomasyonunun yönlendirdiği raylı bir sisteme bağlı dev güneş kontrol elemanıdır. Gölgeleme sistemi, güneşin geliş yönüne göre kubbe içinde dönerek güneşten gelen ışığı süzüp aşırı ısınmayı ve aşırı parlamayı engellemektedir. Güneş kontrol elemanı 12 metre uzunluğunda, kubbe iç eğimine paralel bir kavis verilerek ve 100'den fazla ince alüminyum yassı çubuğun çelik iskelete monte edilmesiyle yapılmıştır (Şekil 4.12a ve b) (URL-38).



Şekil 4.12. Kubbe: a) güneş kontrol elemanı ve rampa, b) gezi platformu (URL-39)

Gece işlem tersine dönmekte ve meclisin oturum salonundaki yapay ışık yukarı doğru yansıtılmaktadır. Aynaya çarpıp kırılan ışınların gece boyunca sağladığı etkili görüntü sayesinde Berlinliler 'demokrasinin merkezi' imgesini çağrıştıran bu ışık saçan kubbeyi gördüklerinde parlamentolarının nerede olduğunu daha iyi algılamaktadırlar.

Elektrik-Güneş Pilleri

Yapay aydınlatma, güç merkezlerinin çalışır durumda olması ve kubbeye yer alan raylı sistemin çalışması gibi elektriğe bağlı işlemlerin enerjisi çatı da bulunan güneş pilleri ile sağlanmaktadır. Reichstag binasının güneye bakan kısmındaki 310 m² güneş pili alanı enerji sistemini beslemektedir. Binanın %82'si bina bütünleşik güneş pilleri

tarafından elde edilmektedir. 100 adet güneş paneli yaklaşık olarak 40 kW elektrik üretebilmektedir (Şekil 4.13). Reichstag binası ile güç merkezini birlikte kullanan diğer binalar Jacob Kaiser binası ve Paul Löbe binası çatı alanlarında toplam 3600 m² çatı alanında farklı tiplerde güneş pilleri bulunmaktadır. Sonradan eklenen ve ortak güç merkezinden beslenen Federal Mahkeme binasının da elektrik ihtiyacı diğer binaların pv elemanlarından elde edilmektedir.



Şekil 4.13. Reichstag binasına bütünleşik güneş pilleri (URL-40)

Biodizel yakıtın kullanımı

Reichstag binasında yakıldığında fosil yakıtlara oranla %94 daha az CO₂ emisyonu açığa çıkaran yenilenebilir bir yakıt kullanılmıştır (Dorigati, 1999). 1960'lı yıllarda yenileme öncesinde fosil yakıtların kullanıldığı binada her yıl 7000 ton CO₂ üretilmekteydi. Reichstag'ın yenileme sonrasında kurulan bu sistemi sayesinde emisyon miktarı yıllık 440 tona düşürülmüştür.

Isıtma ve soğutma sistemleri, iki blok-tipi güç merkezi etrafında konumlanmaktadır. Bu güç merkezlerinin biri Reichstag binasında, diğeri ise Paul Löbe binasında bulunmaktadır. Bu merkezlerde biodizel yakıt kullanılarak güç ve ısı sağlanmaktadır. Bitkisel tabanlı yakıtlar kojeneratörde elektrik, ısıtma veya soğutma amacıyla yakıldığında, geleneksel enerji elde etme yöntemlerine göre oldukça temiz ve

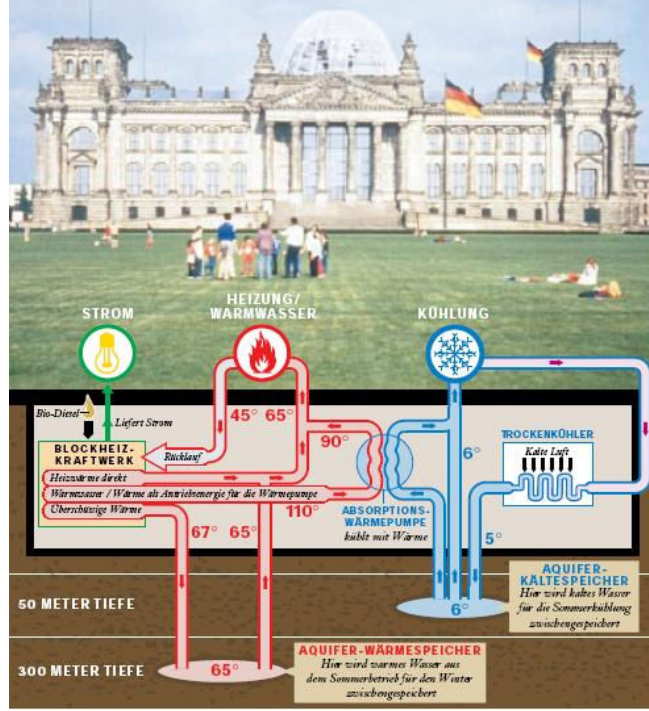
verimlidir. Temiz olması, yenilenebilir ve temiz enerji olan güneş enerjisinin bitkilerde toplanmış bir formu olarak açıklanabilir.

Isıtma-Soğutma ve Aküferlerin kullanımı

Türk Dil Kurumu su ürünleri terimleri sözlüğüne göre (2010) aküfer:

“Yeraltında suyu depolayan ve/veya aktaran kum, taş veya çakıllardan oluşan geçirgen özellikteki bir jeolojik yapıdır.”

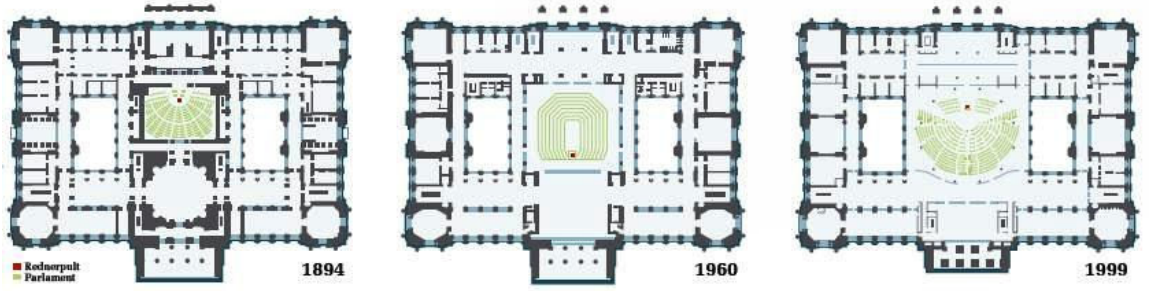
Berlin kentinin büyük bir bölümünde yer altı gölleri bulunmaktadır. Reichstag parlamento binası da yerin 300 metre altında yer alan bir gölün üzerindedir. Parlamento için elektrik ve ısı enerjisinin elde edildiği merkezlerde üretilen ihtiyaç fazlası ısı, ısıtma ihtiyacı duyulmayan hava koşullarında, binanın ön tarafında yer alan iki sondaj kuyusu ile yerin 300 m altındaki göl yatağına ulaştırılmaktadır. Sonunda kış koşullarında sondaj kuyusundan çekilerek binanın tavan ve kalorifer sisteminde gezdirilen su, 20 °C sıcaklıkta olurken soğumuş suyun çekildiği seviye, yerin 280 metre altı olabilmektedir. Su en fazla 65 °C sıcaklık seviyesine kadar ulaşmakta ve yerin altına en fazla saatte 100 m³ su pompalanabilmektedir. En ekonomik ısıtma limiti ise yaklaşık 30 °C'dir. Bu işlem ile yazın ısınmış suyun aküferlere gönderilip kışın kullanımı için bekletilmesi sağlanırken, kışın da soğutulmuş su için aynı işlem yapılabilir. Soğutma işleminin yapıldığı aküfer derinliği yerin 50 metre altında yer almaktadır. Yazın binanın tavan ve kalorifer sisteminde gezdirilen su genel olarak 11 °C sıcaklıkta olurken, en düşük su sıcaklığı 6 °C değerine ulaşmıştır. Eğer ki yaz koşullarında soğutma talepleri karşılanamazsa elektrikle çalışan 3 adet soğutma sistemi kullanılarak ısınmış ve kirli havayı dışarıya atmaya yardımcı olmaktadır (Şekil 4.14) (URL-41).



Şekil 4.14. Reichstag binası jeotermal enerji kullanımı (URL-42)

Reichstag ile ilgili diğer bilgiler (URL-38)

- 1) Ebert meydanının görsel ve kullanım konforunun bozulmaması amacıyla, Reichstag binasının kütüphanesinin kuzeyinden başlayarak Jacob Kaiser Binası ve Paul Löbe Binalarına kadar bağlanan 47 metre uzunluğunda yer altı geçidi bulunmaktadır.
- 2) 1894 yılında 584 üye ile 640 m² olan genel kurul salonu, Paul Baumgarten'ın 1960'lerdeki yenilemesiyle 520 üye ile 1375 m² olarak kullanılmıştır. Bonn şehrinde dairesel plan konumlanan meclis, Berlin'e taşınmak istendiğinde de yine aynı oturma planı düzeninde çalışmak istemiştir. Foster'ın tasarım yaklaşımı ile modern genel kurul salonu ise 613 üye için 1200 m² olarak dairesel, arkaya doğru yükseltilmiş bir platform üzerine uygulanmıştır (Şekil 4.15).
- 3) Yapıyı bir defada en fazla 1000 kişi ziyaret edebilmektedir.



Şekil 4.15. Genel kurul salonu, yıllar içindeki dönüşüm planları (URL-43)

4) Berlin'deki genel kurul salonunda dikkat çeken bir diğer özellik iç mekânlarda Nazi Almanyası'nın ve demokratik düşüncenin yer aldığı duvar grafitilerinin silinmemesidir. Almanyanın amblemi olan kartal ise modernize edilerek Bonn'daki kartal heykelinin 3 katı büyüklüğünde, 58 m² alan kaplayan, alüminyum malzeme üzerine 4 kat kükürtlü boya uygulaması yapılmış ve 2,5 ton ağırlığında bir heykeldir.

Çizelge 4.2. Reichstag binası, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu

YAPIM YILI (1990 SONRASI)		1995 - 1999		
BİNA TİPİ		KAMU		
İKLİM TİPİ		KARASAL		
BİNA FORMU	KARE/DİKDÖRTGEN	√		
	DAİRE/ELİPS			
	ÜÇGEN/ÇOKGEN			
TARİHİ YAPIYA DUYARLILIK		√		
EKOLOJİK TASARIM PARAMETRELERİ	YÖNLENME	DOĞU-BATI	√ / √	
		KUZAY-GÜNEY	√ / √	
	İKLİM	İKLİM VERİLERİNİN KULLANIMI		√
		PEYZAJ	ARAZİDEKİ BİTKİ DOKUSUNDAN YARARLANABİLME	
			YENEBİLİR PEYZAJ KULLANIMI	
	YEŞİLİN YAPI İÇİNDE KULLANIMI			
	ÖNCELİKLİ TASARIM KRİTERLERİ	HAVALANDIRMA	√	
		SOĞUTMA-SERİNLETME	√	
		ISITMA	√	
		AYDINLATMA	√	
	ATIKLAR VE GERİ DÖNÜŞÜM	YEREL MALZEME KULLANIMI	√	
		GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİRLİK	√	
		GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ MALZEME KULLANIMI		
	SU	YAĞMUR SUYUNUN KULLANILMASI		
YAPI KABUĞU SERİNLETME AMACIYLA KULLANIMI				
PASİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	HAVALANDIRMA	RÜZGAR BACAS	
			KANAT DUVAR	
			ATRİUM	
			RÜZGAR KEPÇESİ	
	GÜNEŞ ENERJİSİ	AYDINLATMA	İŞIKRAFI	
			İŞIKTÜPÜ	√
			ATRİUM	
		ISITMA	İŞIK KUYUSU	√
			GÜNEŞ ODASI	
			ÇATI HAVUZU	
SOĞUTMA	TROMBE DUVARI			
SOĞUTMA	SOĞUTMA KULESİ			
BİO-BÜTÜNLEŞİM				
AKTİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	ELEKTRİK ÜRETİMİ	RÜZGAR TÜRBİNİ	
			GÜNEŞ ENERJİSİ	ISITMA
	ELEKTRİK ÜRETİMİ	PV		

4.1.3. City Hall-Londra Belediyesi Meclis Binası



Şekil 4.16. City Hall gece fotoğrafı (URL-44)

Yapı Tipi: Kamu Binası

Yapım Yılı: 1998-2002

Yer: Londra/İngiltere

İklim: Dünya yüzeyindeki küresel konumu 51°32' kuzey enlemi, 0°5' batı boylamıdır. Ilıman iklim hâkimdir.

Alan: Yaklaşık 18.000 m².

Kat sayısı ve yapı yüksekliği: 10 katlı, 45 metre yüksekliğindedir.

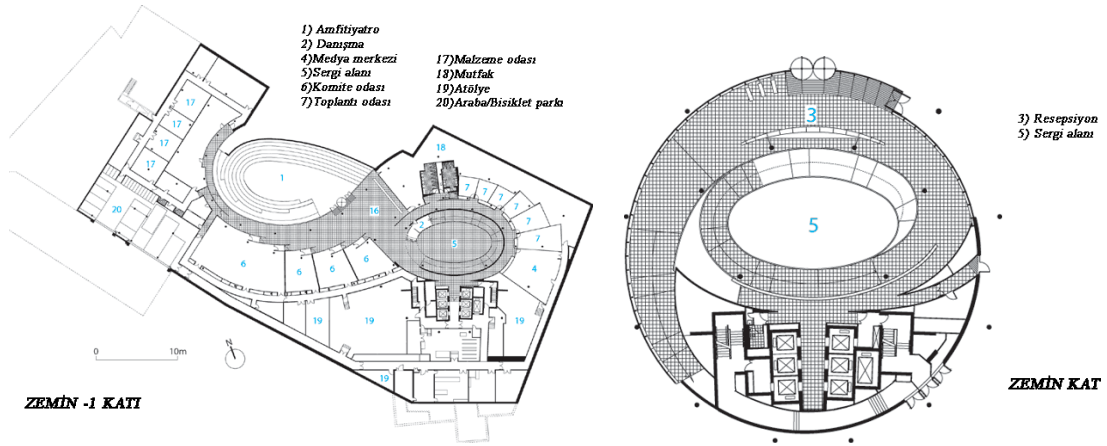
Tasarım

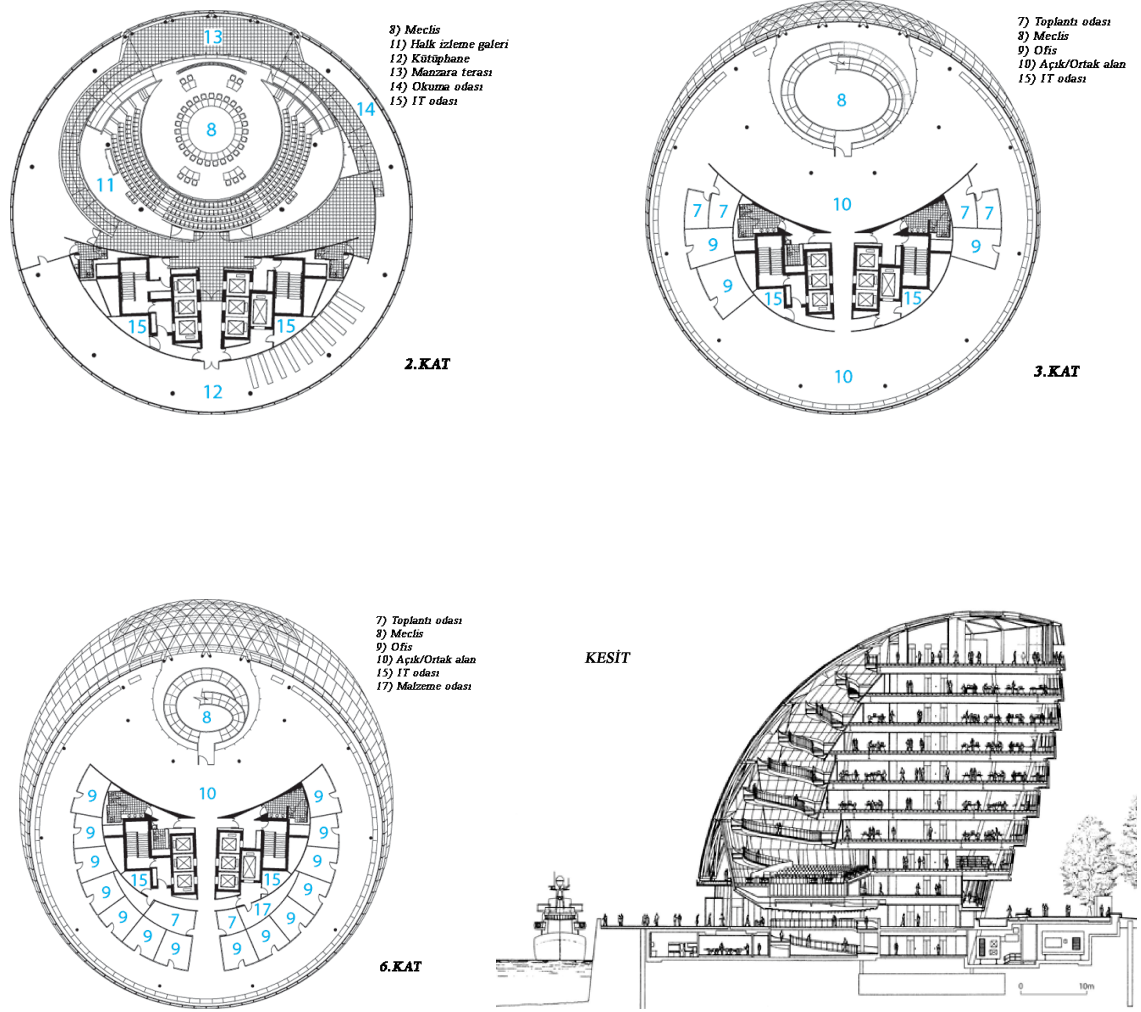
Londra'nın en popüler binalarından biri olmayı başarmış Londra Belediyesi Meclis Binası (City Hall-The Greater London Authority Building), 'MoreLondon' kapsamında hazırlanan projelerden birisidir. Thames Nehri kıyısında, Londra Köprüsünün yakınında yer alan ve nehir kıyısında düzenlenen yürüyüş yollarıyla bölgedeki yaya yollarına bağlanan çevre düzenlemesine sahiptir. Reichstag'da olduğu gibi politik bakışın çevre dostu ve enerji etkin yapıları desteklediğini ifade eden ve sürdürülebilir mimarlık adına model olması beklenen bir tasarımdır (Phaidon, 2004).

City Hall, güney-kuzey düzleminde yerleştirilmiştir. Ancak Londra'da yazın güneyden gelen güneş ışığı ve ısının fazla olmasına karşılık kuzey yöne bakan

yüzeyle neredeyse hiç güneş ışığı gelmemektedir. Bina geometrisi, güneyden gelen güneş ışığını engellemek ve katların birbirlerine gölge sağlamak amacıyla güneye doğru katlar arasında basamak basamak kaydırılarak pasif bir çözüm tasarıma yansıtılmıştır. Bunun dışında aynı hacimli bir küp formuna göre %25 daha az yüzey alanına sahiptir. Bu da bina formunun yuvarlaştırılmış yapısı ile yüzeye düşen güneş ışığı miktarını azaltarak istenmeyen ısı kazançlarını engellemektedir. Kuzey cepheye daha az güneş ışığı gelmesi ve Thames Nehri manzarasının da kuzeyde bulunması nedeniyle yuvarlatılmış yüzey formu kuzey cephede de devam edilmiş ancak maksimum derece de güneşten fayda sağlanması için tamamen üçgen kesimli cam cephe düzenlenmiştir. Ayrıca kuzey yönde binadaki geri çekilme Thames Nehri ve bina arasındaki kamu yolunu da gölgelendirmemiş, ferah bir geçiş yolu imkânı vermiştir (Şekil 4.17a, b, c, d, e ve f).

Yapının en üst katında bulunan 'London's Living Room' olarak adlandırılan mekân sergiler ve 200 kişiye kadar olan aktiviteler için kullanılmaktadır. Rampalar meclis salonu üzerinde dönerek yükselmekte ve ziyaretçiler zemin kattan rampalar ile çatı katında bulunan şehir terasına ulaşabilmektedirler.



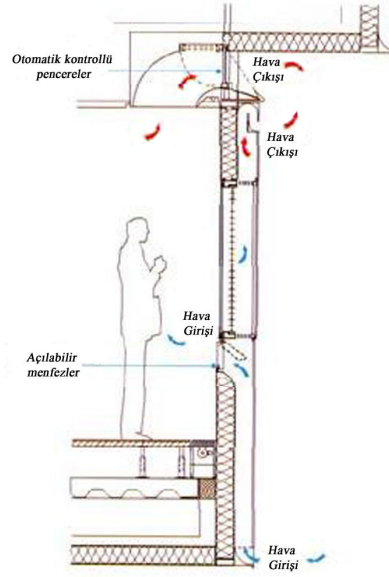


Şekil 4.17. City Hall çizimleri; a) zemin altı kat planı, b) zemin planı, c) 2.kat planı, d) 3.kat planı, e) 6.kat planı, f) kesit (URL-45)

Havalandırma

City Hall doğal havalandırma özelliğine sahiptir. Doğu, batı ve güney cephe camları açılabilir özellikte olup, yapı kabuğunun tamamında bina otomasyonu tarafından kontrol edilebilir menfezler bulunmaktadır (Şekil 4.18). Menfezler açıldığında, ısıtma ve soğutma sistemleri devre dışı kalmakta ve binanın pasif olarak havalandırılması sağlanmaktadır. Panel altından giren temiz ve serin hava, açık olan tek menfezden içeri girerek, ısınan ve yükselen kirliliği ve sıcak havayı basınç farklılığı yaratarak açık olan ve panel üstünde bulunan iki menfezden dışarıya atmaktadır.

Böylece iç ortam havası yenilenmektedir. Kuzey cephesinde yer alan komite odaları ve meclis üyelerinin odaları cepheleri manüel olarak kontrol edilememekte, bina otomasyonu tarafından yönlendirilen doğal havalandırma sistemi kullanılmaktadır. Gerektiğinde mekanik soğutma sistemi de kullanılabilir (Hart, 2003).

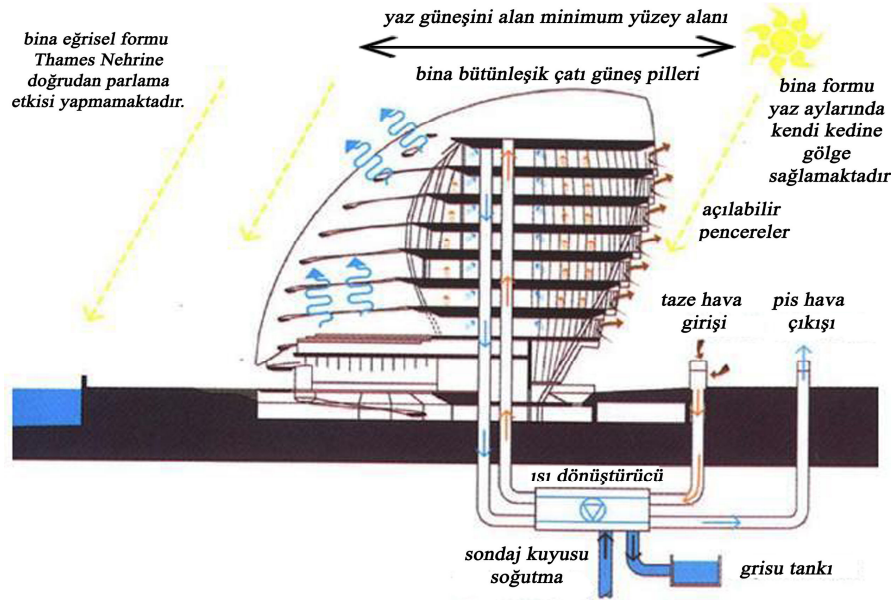


Şekil 4.18. Ofis doğal havalandırması şematik anlatım (Hart, 2003)

Isıtma-Soğutma ve Aküferlerin kullanımı

Yapının enerji etkinliğini sağlayan bir diğer sistem, yeraltı suyunun bina kirişlerinin arasından geçirilerek yaz boyunca serinletilmesi, kış boyunca ise ısıtılmasına yönelik çalışan aküferlerin ısı depolama kapasitesinin kullanıldığı sistemdir. Sistem ile yaz aylarında, iki sondaj kuyusunun birinden 130 metre derinlikteki 12-14 °C aralığındaki suyun ofisler arasındaki kirişlerde gezdirilerek beton ısı kütlesinde depolanan aşırı ısıyı, taşınım ve iletim yoluyla suya aktarılması ve uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Serinletme amacıyla kullanılan suyun bir kısmı sıhhi tesisat borularına aktararak tuvaletler için kullanılırken, diğer kısmı tekrar devir daim yaparak dışarıdan borular yardımıyla alınan taze ve serin hava ile ısı dönüştürücüde soğutulmuş olarak tekrar ofis

blokları arasına gönderilmektedir. Sistem ile kış aylarında, yine sondaj kuyusunun birinden çekilen sıcak su, kuzey yönde yerleştirilen dikey yapısal boruların içinden geçirilerek atriumun, ofis bloklarının, zemin katın ve giriş holünün radyan ısıtma yöntemi ile ısıtılması sağlanmaktadır. Bina otomasyonu ile desteklenen ısıtma-soğutma sistemlerinin dışında, otomatik olarak havalandırma sisteminin çalıştırılması, aküferlere suların pompalanması ve çekilmesi, borular içinde basınç artırılarak suyun akışının hızlandırılması gibi işlemlerde de mekanik yöntemler kullanılmaktadır (Şekil 4.19).

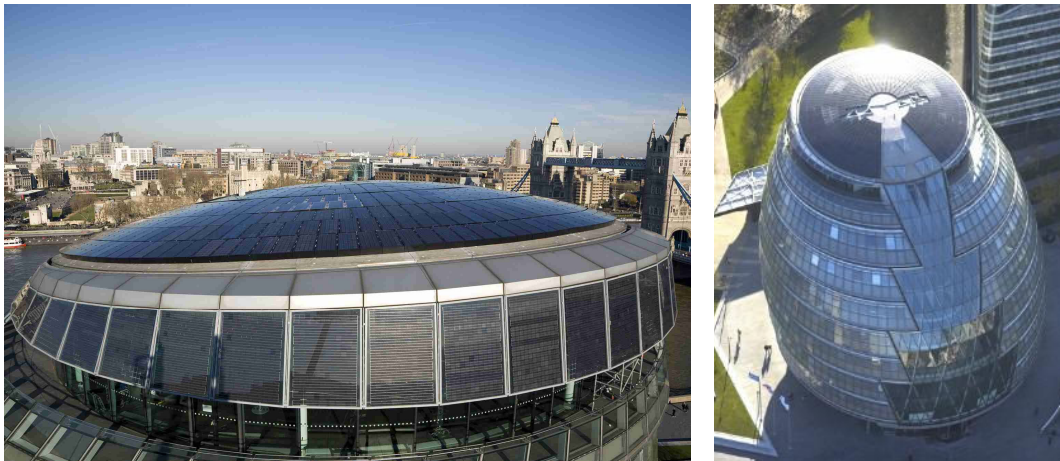


Şekil 4.19. City Hall ısıtma ve soğutma sistemi şematik anlatım (Jodidio, 2001)

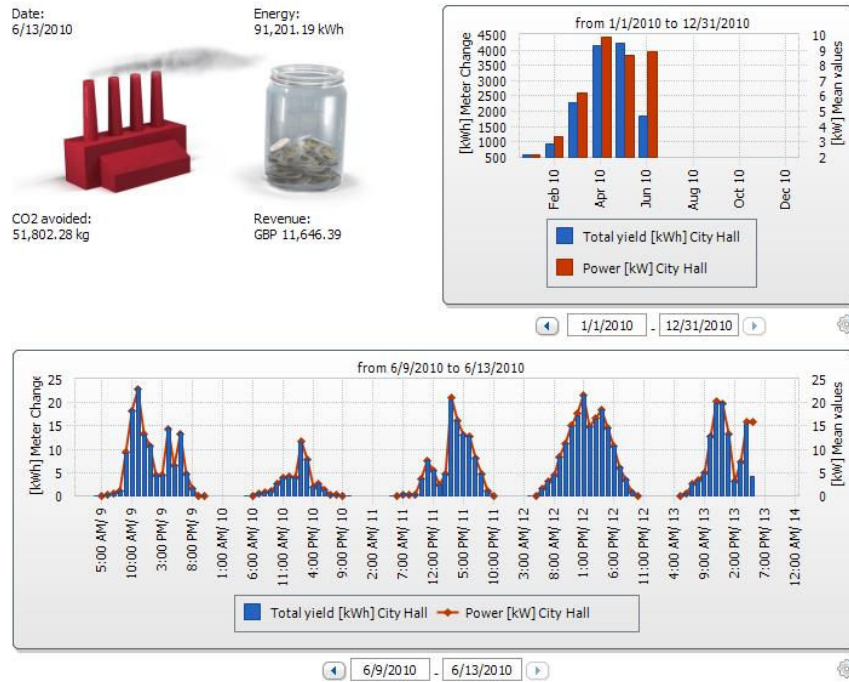
Elektrik-Güneş Pilleri

City Hall binasının mekanik sistemlerinin çalıştırılması için gerekli olan elektrik enerjisi 2007 yılının Ağustos ayında Londra İklim Değişikliği Kurumu tarafından finansman desteği verilerek yaptırılmıştır. Bina bütünleşik olarak tasarlanan sistem, çatının tamamına ve güney cephedeki binanın kirpikleri (eyelash shading) şeklinde adlandırılan saçak kısmına değişik boyutlarda uygulanmıştır.

City Hall binasının bütünleşik çatı uygulamasında 617 adet mono-kristal pv panel kullanılırken, en üst katta saçak olarak kullanılan ve güneş kontrolü sağlayan kısımda ise 46 adet şeffaf, iki lamine cam katman arasına yerleştirilmiş pv paneller kullanılmıştır. Kubbemsi çatıda kullanılan 617 adet panelin 9 tanesi farklı şekil ve boyutta hazırlanırken, 51 tanesi de çatıdan gelen güneş ışığını kesmemek için yarı saydam imal edilmiştir. Çatıya uygulanmış toplam pv kapasitesi 52,4 kW_p iken, saçığa uygulanmış toplam güç 14,6 kW_p'dür. Toplamda 417 m² pv alandan 67 kW_p enerji üretilirken, bu enerji binanın elektrik ihtiyacının %1,5'ini karşılamaktadır (Şekil 4.20a ve b). Buna göre City Hall yılda 50.000 kWh enerji üretirken, yıllık CO₂ emisyon miktarını da 33 ton sağlayarak sürdürülebilir ve çevre dostu bina örneği olarak literatüre geçmiştir (Şekil 4.21).



Şekil 4.20. City Hall bütünleşik güneş pilleri: a) güney cephe saçığı pv uygulama, b) çatı-üstü pv uygulama (URL-46)

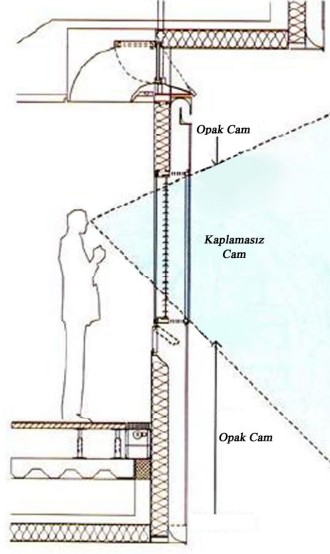


Şekil 4.21. City Hall binasının günlük enerji tüketiminin ve CO₂ emisyon değerinin takip edildiği web sitesi görüntüsü (www.sunnyportal.com)

Yapı Sistemleri

City Hall binasında 2100 ton taşıyıcı sistem çeliği, 1950 ton donatı kullanılmıştır. Betonarme alanı 13.100 m², üç katlı düşük emissiviteli kaplama ve gölgelendirme özelliği kazandırılmış giydirme cephe alanı 7.300 m²'dir. Giydirme cephe camlarının eğimi 31°'dir (URL-47).

Yüksek performanslı cam giydirme cephe, enerji etkinliğini sağlamada önemli unsurlardan birisidir. Güneşin izlediği yörüngeye bağlı olarak batı, doğu ve güney yönleri gören 9.kat camlarına belli belirsiz yeşil renk kaplama yapılmıştır. Bina camlarının %75'inden fazlasına gümüş alüminyum kaplama yapılarak istenmeyen aşırı ısınma engellenmek istenmiştir. Tüm zemin kat camları ise sürdürülebilir kararların dışına çıkılarak tamamen programatik ve mimari görsel konforun sağlanması için kaplamasız bırakılmıştır (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. City Hall zemin kat camları (Hart, 2003)

Binada geri dönüştürülmüş malzeme, kapı ve pencerelerde kullanılan sızdırmazlık kauçuk malzemelerinde ve tavan döşemelerinde kullanılmaktadır.

Çizelge 4.3. City Hall binası, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu

YAPIM YILI (1990 SONRASI)		1998 - 2002		
BİNA TİPİ		KAMU		
İKLİM TİPİ		İLİMAN		
BİNA FORMU	KARE/DİKDÖRTGEN			
	DAİRE/ELİPS		√	
	ÜÇGEN/ÇOKGEN			
TARİHİ YAPIYA DUYARLILIK				
EKOLOJİK TASARIM PARAMETRELERİ	YÖNLENME	DOĞU-BATI		
		KUZEY-GÜNEY	√ / √	
	İKLİM	İKLİM VERİLERİNİN KULLANIMI		√
		PEYZAJ	ARAZİDEKİ BİTKİ DOKUSUNDAN YARARLANABİLME	
			YENEBİLİR PEYZAJ KULLANIMI	
	YEŞİLİN YAPI İÇİNDE KULLANIMI			
	ÖNCELİKLİ TASARIM KRİTERLERİ	HAVALANDIRMA		√
		SOĞUTMA-SERİNLETME		√
		ISITMA		√
		AYDINLATMA		
	ATIKLAR VE GERİ DÖNÜŞÜM	YEREL MALZEME KULLANIMI		
		GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİRLİK		
GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ MALZEME KULLANIMI			√	
SU	YAĞMUR SUYUNUN KULLANILMASI			
	YAPI KABUĞU SERİNLETME AMACIYLA KULLANIMI		√	
PASİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	HAVALANDIRMA	RÜZGAR BACASI	
			KANAT DUVAR	
			ATRİUM	√
			RÜZGAR KEPÇESİ	
	GÜNEŞ ENERJİSİ	AYDINLATMA	İŞIKRAFI	
			İŞIKTÜPÜ	
			ATRİUM	√
		ISITMA	İŞIK KUYUSU	
			GÜNEŞ ODASI	√
			ÇATI HAVUZU	
SOĞUTMA	TROMBE DUVARI			
	SOĞUTMA KULESİ			
BİO-BÜTÜNLEŞME				
AKTİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	ELEKTRİK ÜRETİMİ	RÜZGAR TÜRBİNİ	
			PV / KOLEKTÖR	
	GÜNEŞ ENERJİSİ	ELEKTRİK ÜRETİMİ	KOLEKTÖR	
PV			√	

4.1.4. Swiss Re Genel Merkezi (Resmi adı: 30 St Mary Axe Binası)



Şekil 4.23. Swiss Re Genel Merkezi: a) gündüz fotoğrafı, b) gece fotoğrafı (URL-48)

Yapı Tipi: Ofis Binası

Yapım Yılı: 2001-2004

Yer: Londra/İngiltere

İklim: Dünya yüzeyindeki küresel konumu 51°54' kuzey enlemi, 0°3' batı boylamıdır. Ilıman iklim hâkimdir.

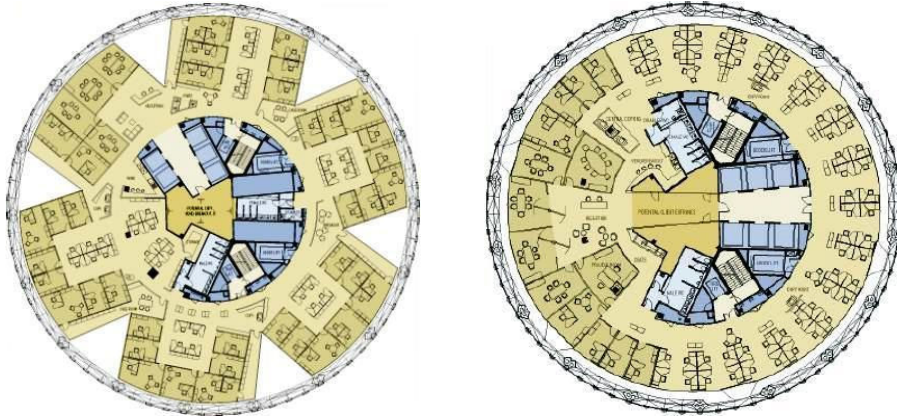
Alan: Toplam yapı alanı 46.452 m² iken kiralanabilir alanlar 23.414 m²'dir.

Kat sayısı ve yapı yüksekliği: 40 katlı, 180 metre yüksekliğindedir.

Tasarım

Swiss Re Genel Merkezi, Dünya'nın önemli sigorta şirketlerinden biri olan Swiss Re Insurance tarafından tüm çalışanları modern ve ekolojik bir bina içinde bir araya getirmek amacıyla IRA'nın bombalaması sonucu büyük zarar gören tarihi bir yapı olan Baltic Exchange'in arazisinde inşa edilen ofis binasıdır. Mimari, teknolojik ve sosyal açılardan radikal bir yaklaşımla tasarlanan yapıda, kullanıcılar ve ziyaretçiler için sağlıklı ve konforlu mekânlar yaratmanın yanısıra, kaynak ve enerji etkinliğinin de hedeflendiği bir tasarımdır. Bina formu, çevre dokusuna ve mevcut yapılaşmaya duyarlı bir yaklaşımla, mikro-iklimsel özelliklere en az etki edecek bir şekilde sahiptir.

Yapının dairesel planı zeminde 50 m, en geniş olan 17. katta 56.15 m. ve en üst katta 25 m çapındadır. Kat planları 5° döndürülerek üst üste oturmaktadır. Böylece her katta düzenlenen 6 adet boşluk, bina boyunca spiral formlu atriumlar oluşturmaktadır (Şekil 4.24a ve b). Yapının zemin kat yüksekliği 2.75 m'den 4.15 m'ye kadar adım adım arttırılmıştır.



Şekil 4.24. Kat planları: a) 18.kat planı, b) 32.kat planı (URL-49)

Foster, bu projenin, 70'li yıllarda Buckminster Fuller ile Climaoffice'te keşfedilen fikirlerin somutlaşmış hali olduğunu vurgularken; 30 yıl önce Climaoffice'i inşa etmenin zorluğundan, şimdilerde ise dijital platformlarda bu sorunların aşıldığından bahsetmektedir (URL-50).

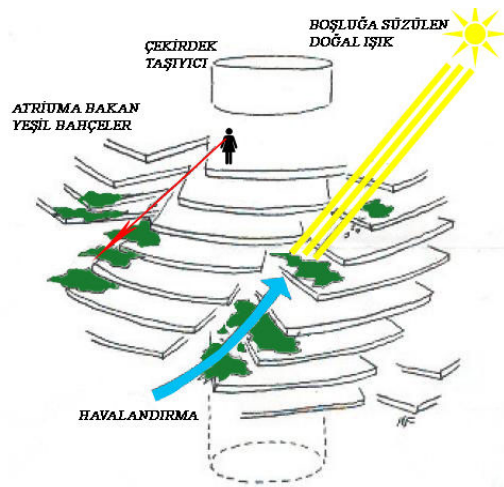
Havalandırma

Rüzgâr basıncını azaltarak strüktürel sisteme daha az yük gelmesini sağlayan aerodinamik form, aynı zamanda cephedeki ısı kayıplarını da en aza indirmektedir. Yapı formunun sağladığı bir diğer avantaj ise rüzgâra karşı bir kuvvet olarak durmayan bina kabuğunun kentsel ekosistemi devam ettirici, yapının çevresine çıkan yaya kaldırımları

üstünde, yüksek yapılarda sıklıkla yaşanan şiddetli rüzgâr akımının oluşmaması sonucu sağlanmaktadır.

Yapının tamamında yıllık zaman diliminin %40'ında doğal havalandırmanın yapılabileceği ortaya konmuştur. Doğal hava dış kabuktaki yatay uçgen kanatlardan ara boşluğa alınmakta, gerektiğinde asma tavanlardan iç mekâna verilmektedir. Binada uygulanan enerji korunumu stratejileriyle aynı büyüklüğe sahip başka bir yapıya oranla %50 enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Yapının hava akış testleri ARUP Mühendislik tarafından yapılmıştır.

Atrium mekânlar yapıda bilinenin aksine merkezde değil çeperlere dayalı olarak ve her katta 6 adet bulunmaktadır. Atriumlar yaz aylarında bina içindeki sıcak havayı baca etkisi ile yukarı yönlendirerek dışarı atmakta, kış aylarında ise sera etkisi oluşturarak ısıtma yükünü azaltmaktadır. Hava değişimini sağlamanın yanında ofis blokları, atriumun arasından açılı olarak süzülen günışığı ile doğal aydınlatma sağlamaktadır. Atriumlar tıpkı ışık bacası gibi çalışmaktadırlar (Şekil 4.25). Atriumlara bakan diagrid kısımların dış kabukları, istenmeyen güneş ısı ve parlamamanın engellenebilmesi için güneş radyasyonunu azaltıcı özellikteki cam tipi ile kaplanmıştır.

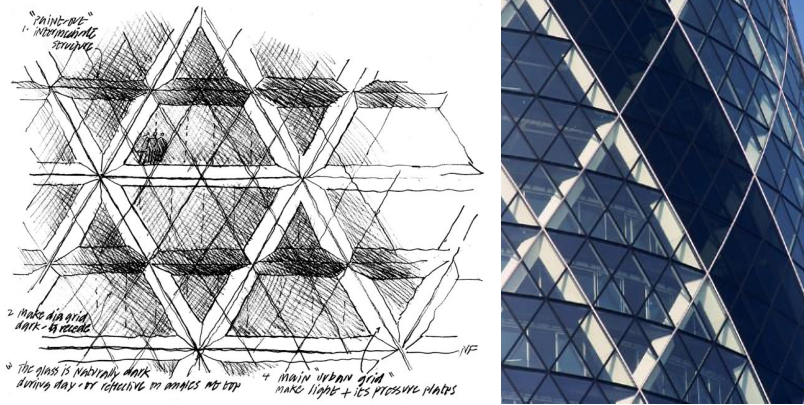


Şekil 4.25. Swiss Re Binası enerji stratejileri şematik anlatım

Yapı Sistemleri

Rüzgâr yüklerini azaltmak için tasarlanan eğrisel form dışta çelik kafesli bir tüp ve merkezde kafesli bir çekirdek tarafından taşınmaktadır. Çift kabuk cephe sistemi taşıyıcı sistemi dıştan örterek hava koşullarına karşı korumaktadır. 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 (Sev, 2009). Yapının tüm cam alanı 24.000 m²'nin üstündedir.

Yapı taşıyıcı sistemi ise bilgisayar modellemeleri yardımıyla hesaplanabilmiş ve fabrika imalatı olan 'diagrid' (diyagonal grid) şekilli çelik taşıyıcılardır (Şekil 4.26a ve b). Kullanılan 8358 ton çeliğin %29'u 'diagrid' taşıyıcılarda, %24'ü merkez kolonlarda ve %47'si de kirişlerde kullanılmıştır. Temel de ise 333 adet, toplam 9 km'lik kazık kümesi zemini sağlamlaştırmak ve yapının taşınması için uygulanmıştır (URL-51).



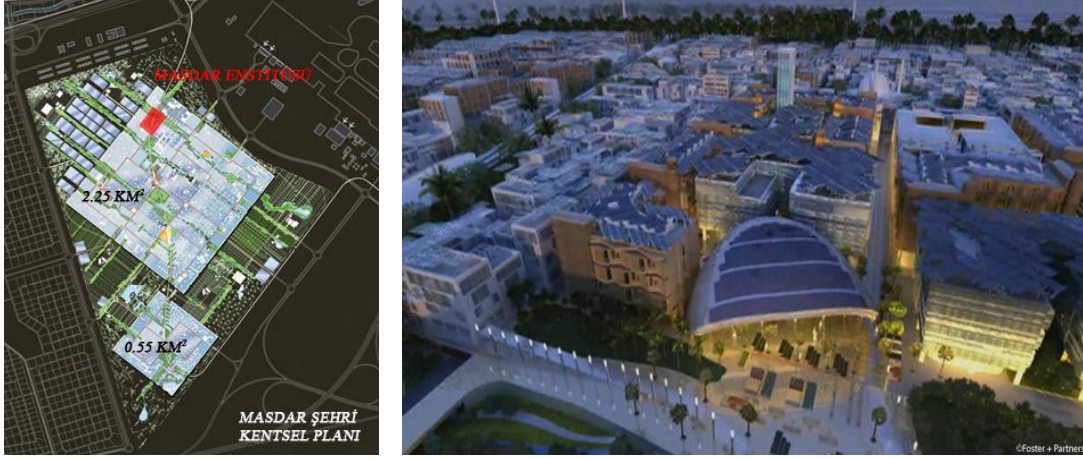
Şekil 4.26. Diagrid form: a) Norman Foster tasarım eskizi, b) taşıyıcı ve cephe fotoğrafı (URL-52)

Ayrıca binaya hızları 1 km/s ve 6 km/s hızlarında 16 adet asansör bulunmaktadır. Bunların 2'si yük asansörü, 2'si yangın anında itfaiyecilerin kullandığı asansör, 1'i de araba parkına inen asansördür. Diğerleri ise normal katlara çalışan ve ofis elemanlarını taşıyan asansörlerdir. Herhangi bir acil durumda Swiss Re asansörlerinin bir kısmı 6 km/s hızla 378 kişi doluluk değeriyle hizmet verebilmektedir (URL-49).

Çizelge 4.4. SwissRe binası, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu

YAPIM YILI (1990 SONRASI)		2001 - 2004		
BİNA TİPİ		OFİS		
İKLİM TİPİ		İLİMAN		
BİNA FORMU	KARE/DİKDÖRTGEN			
	DAİRE/ELİPS		√	
	ÜÇGEN/ÇOKGEN			
TARİHİ YAPIYA DUYARLILIK			√	
EKOLOJİK TASARIM PARAMETRELERİ	YÖNLENME	DOĞU-BATI	yönsüz	
		KUZUY-GÜNEY	yönsüz	
	İKLİM	İKLİM VERİLERİNİN KULLANIMI	√	
		PEYZAJ	ARAZİDEKİ BİTKİ DOKUSUNDAN YARARLANABİLME	
	PEYZAJ	YENEBİLİR PEYZAJ KULLANIMI		
		YEŞİLİN YAPI İÇİNDE KULLANIMI	√	
		ÖNCELİKLİ TASARIM KRİTERLERİ	HAVALANDIRMA	√
	ÖNCELİKLİ TASARIM KRİTERLERİ	SOĞUTMA-SERİNLETME	√	
		ISITMA		
		AYDINLATMA		
	ATIKLAR VE GERİ DÖNÜŞÜM	YEREL MALZEME KULLANIMI		
		GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİRLİK		
		GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ MALZEME KULLANIMI		
	SU	YAĞMUR SUYUNUN KULLANILMASI		
YAPI KABUĞU SERİNLETME AMACIYLA KULLANIMI				
PASİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	HAVALANDIRMA	RÜZGAR BACASI	
			KANAT DUVAR	
			ATRİUM	√
			RÜZGAR KEPÇESİ	
	GÜNEŞ ENERJİSİ	AYDINLATMA	İŞIKRAFI	
			İŞIKTÜPÜ	
			ATRİUM	√
		ISITMA	İŞIK KUYUSU	
			GÜNEŞ ODASI	√
			ÇATI HAVUZU	
SOĞUTMA	TROMBE DUVARI			
	SOĞUTMA KULESİ			
BİO-BÜTÜNLEŞME				
AKTİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	ELEKTRİK ÜRETİMİ	RÜZGAR TÜRBİNİ	
		GÜNEŞ ENERJİSİ	ISITMA	PV / KOLEKTÖR
	ELEKTRİK ÜRETİMİ		KOLEKTÖR	
			PV	

4.1.5. Masdar Şehri Fen ve Teknoloji Enstitüsü



Şekil 4.27. Masdar Enstitüsü: a) Kentsel plan içindeki yeri, b) 3d model görüntüsü

Yapı Tipi: Eğitim Binası

Yapım Yılı: 2007-Devam ediyor.

Yer: Abu Dhabi/Birleşik Arap Emirlikleri

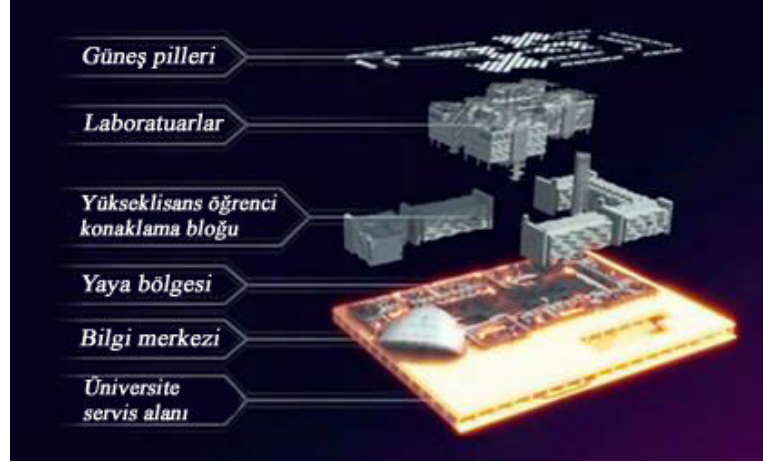
İklim: Çöl iklimi hâkimdir. Yıl boyu güneşli ve sıcaktır. Nisan-Eylül arası çok aşırı sıcak ve nemli iken Kasım-Mart arası ılıktır. Zaman zaman kum fırtınaları ve yoğun sis de görülmektedir.

Alan: 240.000 m².

Kat sayısı ve yapı yüksekliği: Bilgi bulunamadı.

Tasarım

Masdar şehri Abu Dhabi'nin 17 kilometre güneydoğusuna uygulanması planlanan ve yaklaşık 6 milyon m² alana sahip kentsel tasarım planıdır. Plan, iki adet farklı büyüklükte kare formda düzenlenmiştir. Biri 1,5 km kenar uzunluğunda, 2.25 km² alan kaplarken, diğeri ise 0,75 km kenar uzunluğunda, 0.55 km² alanı kaplamaktadır. Masdar Enstitü binası ise kentsel planlamanın içinde yer alan birçok önemli binalardan biridir. Planda büyük kare planın merkezine yakın olarak, sürdürülebilir tasarım ilkeleri ile konumlandırılmıştır. Enstitü çatısı altında eğlendirilen alanları, kütüphane, 11.000 m² laboratuvar, 43.000 m² araştırma tesisi, 800 öğrenci için pansiyon blokları ve 200 enstitü personeli için ofis ve dinlenme alanları yer almaktadır (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Masdar Enstitüsü birimleri (URL-53)

Bina yönleri, gölgelemek ve soğutma yüklerini azaltmak amacıyla birbirlerine yakın olarak konumlandırılmışlardır (Şekil 4.29a, b ve c). Yeşil doğrusal park alanları, gece boyunca binaları serinletmek, serin havayı tutmak ve yönlendirmek için birbirine bitişik olarak yerleştirilmişlerdir. Bölgedeki yeşil alanlarda yetiştirilecek ağaç türleri ise birbirlerinin köklerine gölge yaparak nemlilik oranlarını sabit tutabilmektedirler. Örneğin Arap yarımadasında çalılıkların arasında nane, Hindistan sakızı ağaçlarının gölgesinde meyve ağaçlarının yetiştirilebildiği görülmektedir (Schuler, 2009).



Şekil 4.29. Masdar Enstitüsü öğrenci blokları: a) maket fotoğrafı (URL-54), b) 3d model görseli (URL-55), c) yapım aşaması (URL-56).

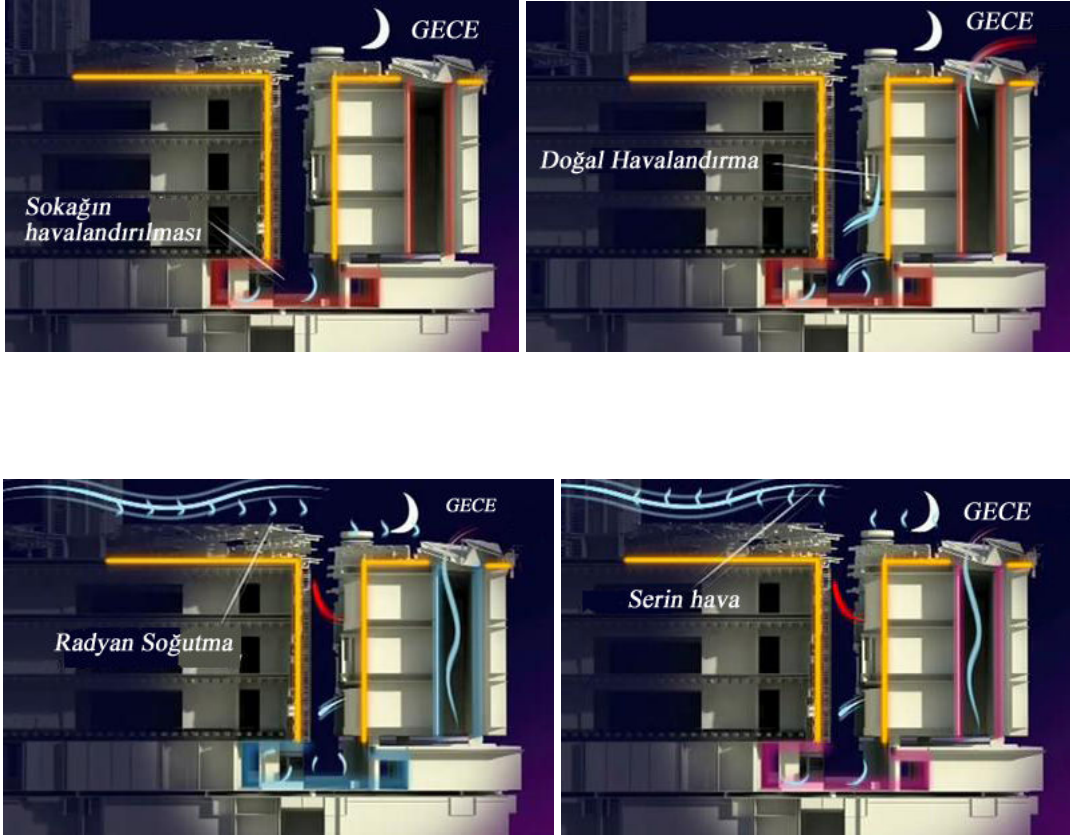
Havalandırma

Masdar şehir planının tamamı geleneksel Arap şehir düzeni ve mimarisinden etkilenecek tasarlanmıştır. Arap şehir mimarisi, dar caddelerin olduğu ve bu caddelerin üzerine doğru yapılan cumba çıkmaların kip bir yapı oluşturarak birbirlerine doğal gölge sağladığı, avlulu, araç yoğunluğunun yerine yürümeye elverişli yolların olduğu, m² başına yüksek yoğunluklu yerleşimlerin görüldüğü ve tüm bu kararların temelinde tamamen iklim koşullarına uygun yapıların yer aldığı pasif tasarım örnekleridir. Enstitü binasının tamamında yine geleneksel tasarım ilkeleri uygulanarak pasif havalandırma yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Öğrenci konaklama blokları, laboratuvarları ve avlu etkin serinletme yöntemleri ile havalandırılmaktadır.

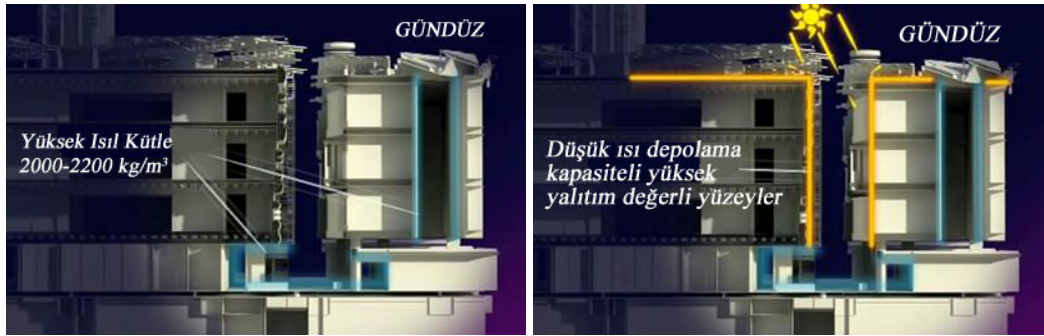
Binaların bütününde ve enstitü avlusunda serinletme sağlamak için tasarlanan kuleler vardır. Bu kuleler, rüzgâr bacası olarak adlandırılmaktadır (Şekil 4.30). Bacalar, gündüz kulenin en üst noktasındaki açıklıklarından kapatılarak çöl sıcaklığının içeri girmesini engellenmektedir. Gelen rüzgâr yapının kip kabuğunu yalayarak uzaklaşmaktadır. Gece ise baca menfezleri açılarak yine çölden gelen serin hava, içeri doğru yönlendirilmekte ve avluya ulaştırılmaktadır. Böylece ortak alanın ve dar sokakların serinletilmesi ve bir sonraki günün sıcaklıklarına karşı dengelenmesi sağlanmaktadır. Sokağa bakan yüzeylerin ısıtılma yoğunluğu 2000/2200 kg/m³'dür (Şekil 4.31a ve b).



Şekil 4.30. Pasif havalandırma yöntemi rüzgâr bacası ile soğutma



Şekil 4.31a. Enstitü binası gece doğal havalandırma akış şemaları (URL-53)



Şekil 4.31b. Enstitü binası gündüz doğal havalandırma akış şemaları (URL-53)

Elektrik-Güneş pilleri

Masdar enstitüsü enerji stratejileri, taşınabilir su tüketiminde %70, soğutma talebinde %75, evsel sıcak su enerji tüketiminde %95 ve elektrik taleplerinde %70 azalma sağlanması düşünülerek planlanmıştır.

Çatı yüzeyi olarak uygulanan güneş pilleri mimari forma hareketlilik kazandırırken, gölgeleme imkânı da tanımaktadır. Çatı PVleri %5'lik bir eğim ile güneş ışınlarını yakalamak amacıyla konumlandırılmıştır. Güneşin yoğun olduğu çöl ikliminde ayrıca toz yüklü rüzgârlarda bulunmaktadır. Bu toz bulutları güneş pilleri ile kaplı enstitünün çatı alanında katmanlaşarak güneşten gelen direkt ışınları engellemekte ve güneş pillerinin verimliliğini azaltmaktadır. Bu PVlerin temizleme işlemi ise kısmen suyun yeniden kullanımı ile sağlanabilmektedir.

Masdar City fosil yakıt kullanmadan çalışan yeryüzündeki tek şehirdir. Buna bağlı olarak yerleşim alanının tamamında yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımı görülmektedir. Tüm şehrin %42'si PVlerle, %15'i havası boşaltılmış ısıtma tüp kolektörlerle, %7'si atık enerjisiyle, %35'i karma/yoğun güneş enerjisiyle ve %1'i de jeotermal gibi diğer enerji türleriyle ihtiyacını karşılayacak şekilde tasarlanmıştır. Şehir, 2500 helyostat ayna ile yaklaşık 1500 metre çapında bir alandan 30.000 evin enerji ihtiyacını karşılayabilecektir. Parabolik özellikli olan aynalardan ise 80.000 evin ihtiyacı karşılanabilecektir. Bağımsız rüzgâr türbinlerinden ise 13.400 m² alana 3 MW tesis edilecek yıllık maksimum kapasitesi 600 MW güçte olması, Chennai bölgesine ise 65.000 m² alana ise yıllık maksimum 1.400 MW güçlük verim alınması planlanmaktadır (Hopwood, 2010).

Masdar yerleşkesi enerji stratejileri tasarımı ile yıllık toplam enerji taleplerinde %80'e varan azalma sağlayarak Abu Dhabi bina standartlarında yer alan ve ASHRAE 90.1-2007'de belirtilen %50'lik azalma değerinin çok üstünde veriler ortaya konması amaçlanmaktadır.

Yapı Sistemleri

Enstitü laboratuvar cepheleri 6 katmandan oluşmaktadır. En dıştaki katmanda güneşten gelen doğrusal ışınları engellemek amacıyla uygulanan güneş kırıcıları bulunmaktadır. 2.katman düşük ısı depolama kapasiteli, kendi kendini temizleyebilen, teflon yüzeyli, hafif Etfе malzeme kaplamasıdır. 3.katman Etfе malzemenin monte edildiği, hava boşluğunun ısıl tampon bölge oluşturduğu hafif taşıyıcı iskelettir. 4.katman günışığının yansıtılmasını sağlayan ince metal levha katmandır. Yansıyan ışığın geçişi dar sokaklara doğru olmaktadır. 5.katman da U ısı geçirgenlik katsayısı değeri 0,1965 W/m²K olan ısı yalıtımı bulunmaktadır. En içteki katman da ise yalıtımın monte edildiği yüksek sızdırmazlık özelliğine sahip hafif iskelet bulunmaktadır.

Öğrenci bloklarında ise dışta yine düşük ısı depolama kapasiteli, fabrika yapımı hafif yerel malzemelerden yapılan seramik içerikli, kendi kendini biçimleniş şekliyle de gölgeleyebilen bir katman vardır. 2.katman da havalandırma sağlayan geniş bir boşluk ve son katmanda da yine U ısı geçirgenlik katsayısı değeri 0,1963 W/m²K olan ısı yalıtımı ve yüksek yansıtıcılık oranına sahip bakır yüzey bulunmaktadır. Bakır yüzey güneş ışınlarını tam yansıtarak yüzey üzerinde depolanmasını engellemektedir.

Cephe sistemlerinde kullanılan alüminyum malzemenin neredeyse tamamı geri dönüştürülmüş alüminyumdan elde edilmiştir. Alüminyum, kolay işlenebilmesi, geri dönüştürülebilmesi, güneş ışığını yansıtabilmesi, CO₂ emisyon değerinin düşük olması nedeniyle tercih edilmektedir. Alüminyumun hammaddeden piyasa ürününe dönüştürülme sürecindeki ilk oluşum enerjisi ile 2. veya 3. kez geri dönüştürülme sırasındaki oluşum enerjisi arasında farklar vardır. Geriye dönüştürmek için 660 °C sıcaklıktaki erime noktasında, sadece ilk oluşum enerjisinin %5'i kadarı harcanarak gerçekleştirilebilmektedir.

Masdar city bulunduğu iklim nedeniyle su miktarının az, yeraltı su kaynaklarının oldukça derinlerde, sıcak ve tuz yoğunluğunun fazla olduğu bir bölgede bulunmaktadır. Taze suyun kaynaklardan elde edilemediği, ancak yine tuzlu suyun belli bir enerji harcanarak üretilebildiği görülmektedir. Fosil yakıtlar ile çalıştırılabilecek tesisler dışında diğer bir kaynak jeotermal enerjidir. Yerin 2.500 m altından elde edilen 100 °C

ile 120 °C arasındaki sıcaklık değerindeki su ile hem elektrik üretilirken hem de tuzlu suyun taze suya buharlaşarak dönüştürülebilmesi için kaynama noktasındaki değeri sağlayarak kullanım suyunu oluşturmaktadır. Abu Dhabi de kişi başına 550 litre su tüketimi değeri görülürken, Masdar şehrinde bu değer 105 litre kullanıma kadar düşürülmesi ile atık suyun %62'sinin dönüştürülmesi hedeflenmektedir. Şehrin günlük su döngüsüne baktığımızda büyük kare planlı alanda bir günlük 7,900 m³ su tüketimi öngörülürken, küçük kare planlı alanda bir günlük 800 m³ su tüketimi öngörülmektedir. Bunun yanısıra 3,600 m³ tuzdan arındırılmış su, 2,060 m³ gri su ve 3,200 m³ de geriye dönüştürülmeyi bekleyen su bulunmaktadır. Suyun günlük kullanım değerinin planlanmasının nedeni iyi bir su yönetimidir. Atık suların tamamı tekrar işlenerek tuvaletlerde kullanılmak üzere biriktirilirken, 3. kez işleme tabi tutulan su ise yeşil alan sulamasında kullanılmaktadır (URL-57).

Çizelge 4.5. Masdar Enstitü binası, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu

YAPIM YILI (1990 SONRASI)	2007 - devam
BİNA TİPİ	EĞİTİM
İKLİM TİPİ	ÇÖL

BİNA FORMU	KARE/DİKDÖRTGEN	√
	DAİRE/ELİPS	
	ÜÇGEN/ÇOKGEN	
TARİHİ YAPIYA DUYARLILIK		

EKOLOJİK TASARIM PARAMETRELERİ	YÖNLENME	DOĞU-BATI	yönsüz	
		KUZEY-GÜNEY	yönsüz	
	İKLİM	İKLİM VERİLERİNİN KULLANIMI		√
		PEYZAJ	ARAZİDEKİ BİTKİ DOKUSUNDAN YARARLANABİLME	√
			YENEBİLİR PEYZAJ KULLANIMI	
	YEŞİLİN YAPI İÇİNDE KULLANIMI			
	ÖNCELİKLİ TASARIM KRİTERLERİ	HAVALANDIRMA		√
		SOĞUTMA-SERİNLETME		
		ISITMA		
		AYDINLATMA		
	ATIKLAR VE GERİ DÖNÜŞÜM	YEREL MALZEME KULLANIMI		√
		GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİRLİK		√
		GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ MALZEME KULLANIMI		√
	SU	YAĞMUR SUYUNUN KULLANILMASI		√
YAPI KABUĞU SERİNLETME AMACIYLA KULLANIMI				

PASİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	HAVALANDIRMA	RÜZGAR BACASI	√
			KANAT DUVAR	
			ATRİUM	
			RÜZGAR KEPÇESİ	
	GÜNEŞ ENERJİSİ	AYDINLATMA	İŞIKRAFI	
			İŞIKTÜPÜ	
			ATRİUM	
		ISITMA	İŞIK KUYUSU	
			GÜNEŞ ODASI	
			ÇATI HAVUZU	
SOĞUTMA	TROMBE DUVARI			
	SOĞUTMA KULESİ			
BİO-BÜTÜNLEŞME				√

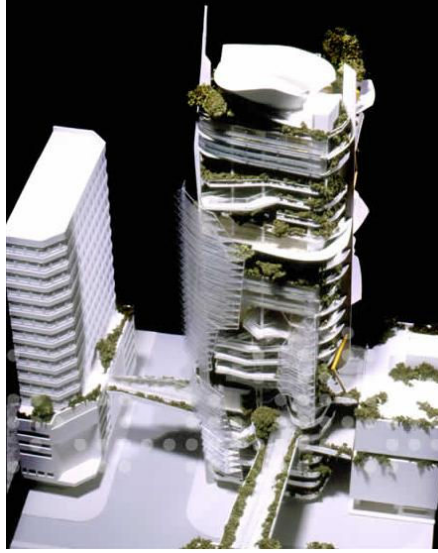
AKTİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	ELEKTRİK ÜRETİMİ	RÜZGAR TÜRBİNİ	
			PV / KOLEKTÖR	
	GÜNEŞ ENERJİSİ	ISITMA	ELEKTRİK ÜRETİMİ	KOLEKTÖR
PV				√

4.2. Mimar Ken Yeang'ın Mimari Tasarım Örnekleri

Dr. Ken Yeang 1948'de Malezya, Penang'da doğdu. Doğu kültürüyle büyütülen bir çocukluk geçirmekle birlikte mimarlık eğitiminin tamamını İngiltere'de tamamladı. 1970 yılında Cambridge Üniversitesinde doktorasını tamamlayan Yeang tez konusunu da şimdi çalıştığı alanla ilgili seçti. Geçen süre boyunca 40 yıl bioklimatik ve ekolojik bir binanın nasıl olması gerektiğine dair teorik çalışmalar yaptı. Mimari uygulamalarına 1974'te başladı. Yeang tasarımlarında savunduğu teorik ve teknik çalışmaları dünya genelinde tasarladığı bina projeleri ve kent planlarında uyguladı. Ayrıca Yeang düşündüğü ve ortaya koyduğu teorik fikirleri kitap haline getirme konusunda oldukça üretken olmanın yanında birçok üniversiteye de misafir konuşmacı ve eğitimci olarak davet edildi. 1975'den bu yana ortağı T.R. Hamzah ve Yeang Kuala Lumpur'da pasif düşük enerjili bioklimatik gökdelenler tasarladı. Ken Yeang ortaya koyduğu teorik fikir ve pratik uygulama ile 'bioklimatik gökdelenlerin babası' kabul edildi. 2005 yılında T.R. Hamzah ve Yeang, İngiliz Llewelyn Davies ile firmaları birleştirdi. Şuan Londra, Kuala Lumpur, Shenzen (Sincan) ve Pekin ofisleri vardır.

Yeang, 1975'ten buyana 200'ün üstünde proje tasarladı, 30 ülkede konferanslar verdi, bioklimatik gökdelen çalışmalarını anlatan 18 sergi açtı.

4.2.1. Editt Tower



Şekil 4.32. Editt Kulesi maket fotoğrafı (URL-58)

Yapı Tipi: Ofis Binası

Yapım Yılı: 1998-Beklemede.

Yer: Waterloo yolu ve Viktoria caddesinin bağlandığı parsel, Singapur

1.2° Kuzey Enlemi.

İklim: Tropik iklim hâkimdir. Sıcaklık ve nem miktarı yüksek, yağış fazladır. Ekvatorun hemen kuzeyinde yer aldığı ve arazisinin alçak olması sebebiyle hava sıcaklığı, özellikle yaz aylarında çok fazla artmaktadır. Genellikle Ekim-Mayıs ayları arasında yağışlar şiddetlenmektedir.

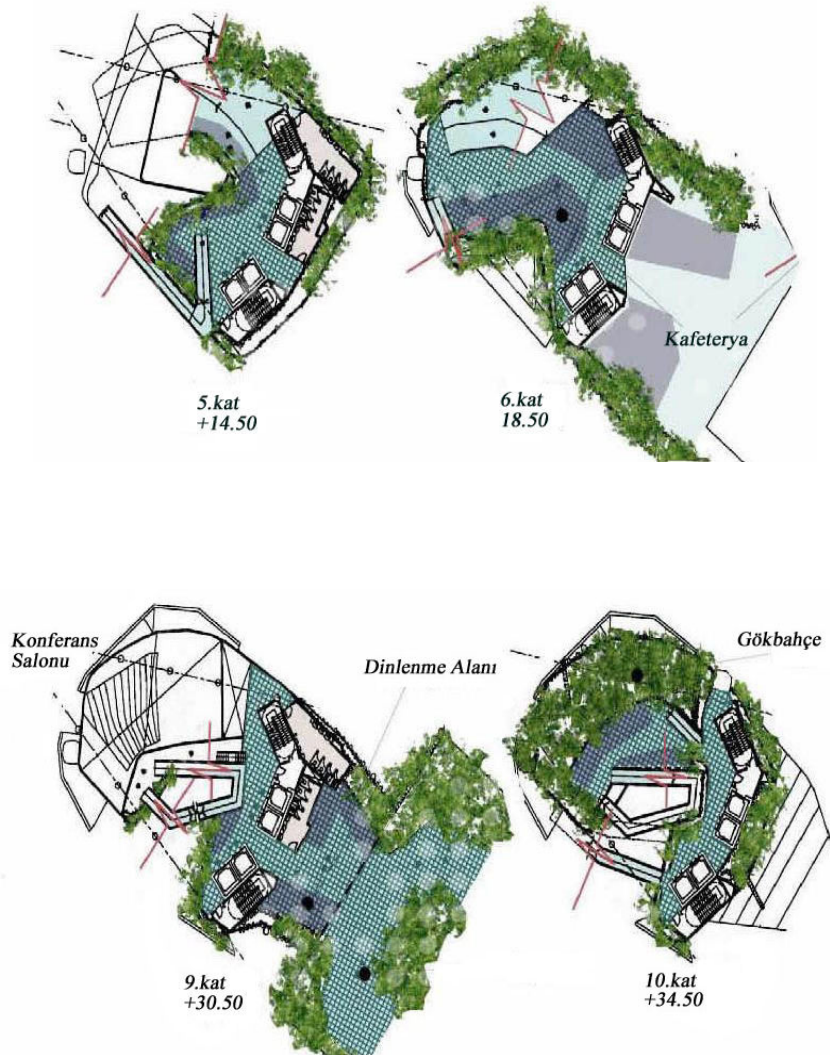
Alan: Brüt arsa alanı: 6.033 m², Net arsa alanı: 3.567 m², Bitkilendirme alanı: 3.841 m² (bitki alanı, toplam arsa alanının %63'ü kadardır), Yapı alanı: 838 m².

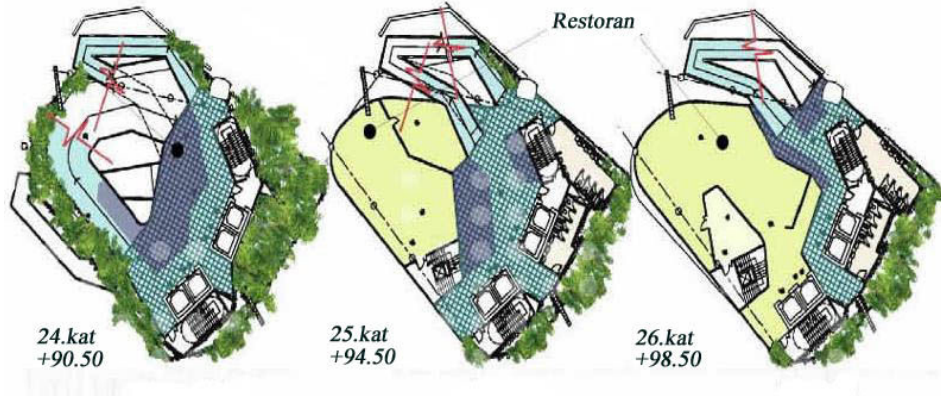
Kat sayısı ve yapı yüksekliği: 26 katlı, Bilgi bulunamadı.

Tasarım

Editt kulesinin ismi ingilizce kelimeler olan 'Ecological Design In The Tropical' den gelmektedir. Yapı, Singapur Kentsel Gelişim Kuruluşu ve Singapur Ulusal Üniversitesi destekleriyle gerçekleştirilmiştir. Editt kulesi, tıpkı Yeang'in diğer tasarımları olan BATC kulesi ve Nagoya 2005 kulesi gibi dikey kentleşmeyi vurgulayan

ve bu fikri mimari uygulama ile ortaya koyan bir tasarımdır. Kule kavramsal düzen ile uygulamanın birebir örtüştüğü en iyi örneklerdendir. Yeang'in kavramsal söylemlerinin bina formundaki uygulama sonucunda en iyi performans göstergesi, Menara Mesiniaga'da görülebilmektedir. Tasarlanan kulede program dâhilinde ticaret/ofis alanları, sergi alanları, konferans salonu ve bunlarla ilişkili mekânların bulunmasının yanısıra 'yeşil gökdelen' olmasını sağlayan peyzaj uygulamaları da yer almaktadır (Şekil 4.33).





Şekil 4.33. Editt Kulesi kat planları (URL-59)

Tasarımı yapılmış alanın ekolojisine karşılık olarak öncelikle alanın ekosisteminin kendine has özelliklerine bakılmakta ve faydalı bir başlangıç içinde ‘hijerarşik ekosistem’ sıralaması belirlenerek başlanmaktadır. Buna göre Yeang’ın ilk analizleri, arsanın çevresindeki yaklaşık 1600 metrelik dairesel alanın ekolojisine cevap verecek, hijerarşik bir ekosistem oluşturmaya yönelik çalışmalardır. Alan, toprağın üstünde geride kalan hayvanlar ve bitkiler kentsel içerikli bir yerleşim yerinde ‘sıfır kültür’ şartlarında kalmaktadırlar. Ekosistemin bağının koparıldığı yapı çevre ancak yine ekosistemin yerine konulması ile sağlanabilmektedir. Bina inşaatı sırasında, eksilen yeşil alanı yerine koyma anlayışı ile ekosistem özelliklerinin devam ettirilerek alanın organik kütle yapısının binanın tamamında yenilenmesinin yanında, yapı boyunca devam eden rampalarla beraber spiral izi takip eden yerel bitki çeşitlerinin ekildiği bitkilendirme yapılmaktadır. Dikey peyzaja ek olarak dikkate değer iki önemli tasarım yaklaşımı daha vardır. Bunlar ‘mekânlaşma-placemaking’ ve ‘gelecekte binanın farklı işlevler içinde kullanılmasını sağlayacak esnek tasarım-loose fit’ kavramlarıdır.

Placemaking kavramı, cadde yaşamının, dikey aksta yaratılan yaşama mekânları ile tıpkı caddedeki alışkanlıkların devamı gibi devam ettirilmesine ve kulenin en üst noktasında dahi caddede bulunabilecek hareketli ve dinamik mekânların kurgulanmasına dayanmaktadır. Rampalar, Yeang’ın ‘dikey kentleşme’ yani ‘placemaking’ kavramlarının gerçekleşmesi için vazgeçilmez önemli parçalarıdır. Plan düzleminde yoğun yaya rampalarının kullanılması biçimin oluşmasında etkili olurken,

dikey bağlantıları da sağlamaktadır. Bu da mimari yapının belirgin dilini oluşturmaktadır.

Rampa, kent kaldırım izini takip ederek yapı içinde yükselirken yani caddenin dikey uzantısal bölümü olarak kullanılırken katlar boyunca da satış yerleri, dükkânlar, kafeteryalar, eğlence alanları, danışma bankoları gibi mekânsal izleri de taşımaktadır. Rampa mekânlar arsasında görsel ve hareketsetel sürekliliği sağlamaktadır. Ancak dikey uzantısal, yatay uzantısal planlamada düzenlenen kamu alanlarını, yarı kamusal bir alana ister istemez dönüştürmektedir.

Bu tasarım mantığına göre oluşturulacak şehrin ve gökdelenlerin de üst kotlardan köprülerle bağlantıları sağlanarak komşu binalarla ilişkilendirilmesi ve büyük kentsel iletişimin düzenlenmesine yönelik hayalî fikirlerin gerçekleştirilmesinin amaçlandığı görülmektedir.

Bir diğerk kavram ise ‘loose-fit’ kavramıdır. Bu kavram ile binaların ortalama 100-150 yıllık yaşam ömürleri boyunca tariflenen mekânsal ihtiyaçlara cevap verebilmesi için esnek tasarım kararları ve yapılaşma ile tıpkı atık yönetimindeki gibi yeniden kullanılma, geri dönüştürülebilme özelliklerinin ortaya çıkması anlatılmaktadır. Örneğin 9.288 m²’lik mevcut sergi alanlarının daha sonradan konut veya ofis alanına dönüştürülmesi veya kullanılan yapı malzemelerinin yıllar içinde geri dönüştürülebilecek olması loose-fit yaklaşımı için bahsedilebilmektedir.

Dikey Peyzaj

Yeang’in tasarımlarında öncelikle organik yapılı, binanın çevresinde doğal yoldan pasif serinletme sağlayan cephelerin oluşturulabilmesi için peyzaja ve yeşil doğaya dayalı yapı formu tasarlanmakta ve yenebilir peyzajın gökdelen rampaları ile bütünleşik devam etmesi hem yazın gölge ve serinlik imkânı sağlarken, hem de kışın rüzgâr şiddetini azaltmaktadır (Şekil 4.34). Ancak yapı formunun oluşumunda mimari bir takım kararların dışında, suyun geri dönüşümü ve arıtılması, atık geri dönüşümü, güneş enerjisi kullanımı, bina malzemelerinin geri dönüşümü veya yeniden kullanımı, doğal

havalandırma, karma mod tasarımı servis alanları, malzemelerin oluşum enerjileri ve CO₂ emisyon analizleri de etkilemektedir.

Kulenin çevresinde öncelikli olan dikey peyzaj uygulaması, spiral olarak katlar arasında caddeden binanın tepelerine doğru birçok ekosistem türünde yer değişimine neden olmakta, çeşitlenmeyi de arttırmaktadır. Bitkilendirme oranları alanın peyzaj karakterini de oluşturmaktadır. Bitkilendirme yapılırken de bir takım faktörlere dikkat edilmektedir. Bunlar bitkilendirme derinliği, ışık kalitesi, katlar boyunca bakım, gübreleme, kullanılabilirlik ve erişim, yönlenme, binaya bağlı diğer sistemlerin bina yüzeyindeki yerleşimleridir. Buna göre örneğin kulenin alt bölgelerinde yapılan yeşil alanlar ile üst kısımlarında yapılan yeşil alanlar arasında mikro iklimsel farklılıklar bulunmaktadır.

Harap edilmiş eski ekosistemin yeniden hissedilmesi için yeni binanın yüzeyinde ve etrafında bitkilendirme oldukça uygun olmaktadır. Binanın tepesine doğru büyüyen ve yerleştirilen bitkilendirmenin büyütülmesi, yağmur suyundan toplanan suların bu alanlarda geri dönüştükten sonra kullanılması ile olmaktadır.

Elektrik-Güneş Pilleri

Bina cephesinde işleve dayalı oluşan form yapıyı oluşturan bir diğer önemli unsur dev güneş kırıcı parçalarıdır. Güneş kırıcılar, bina kabuğuna etkileyen negatif ve pozitif yönlü rüzgâr hareketinin kule yüzeyinde oluşturduğu yanal kuvvete karşı bina yüzeyine bitişik, sabit ve dikey olarak tasarlanmakta ve rüzgâra yön vererek yanal kuvveti hafifletmektedir. Ayrıca bunların üzerinde binanın enerjisini sağlamak için fotovoltaik pil uygulaması da yapılmaktadır (Şekil 4.35).

Yapıda; Ortalama güneş pili enerji verimi=0,15 kWh/m².

Bir gün boyunca güneşten faydalanma süresi=7 saat.

Günlük enerji verimi=0,15x7=1,05 kWh/m².

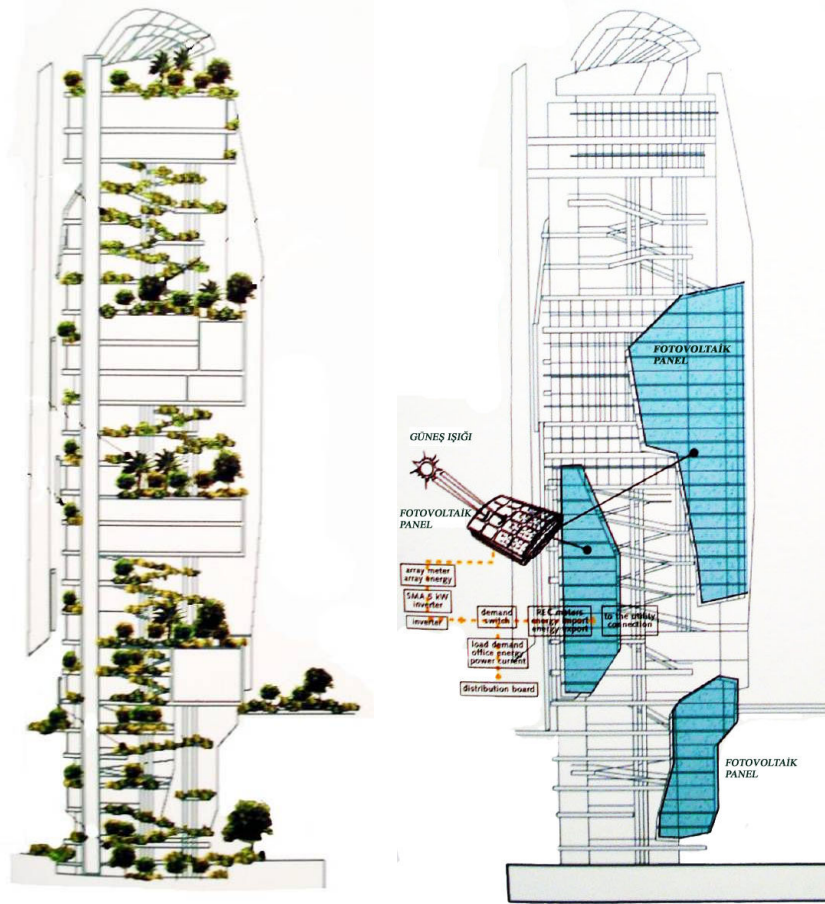
Güneş pili alanı=855 m².

Toplam bir günde enerji eldesi=898 kWh.

Toplam günlük enerji tüketimi=4397 kWh.

Güneş pilinin binanın enerji etkinliğine oranı=898/4397=%20.4'dür (Richards, 2001).

Malzemelerin oluşum enerjilerine ve kullanım ömürleri boyunca çıkarttıkları CO₂ emisyon değerine baktığımızda; her gigajoule (GJ) değerine karşılık 80 kg CO₂ emisyonu ortaya çıkmaktadır. Binaının tamamında ise 11.500 ton CO₂ emisyonu oluşmaktadır.



Şekil 4.34. Dikey peyzaj, Şekil 4.35. Bina bütünleşik güneş pilleri (Richards, 2001)

Su Yönetimi

Bina da yağmur suyu toplama sistemi ve gri suyu arıtma sistemi bulunmakta ve toplama sistemle şehir şebekesi kullanımını %31 oranında daha az kullanılmaktadır.

Yapıda; Toplam net alan=3567 m².

Bina nüfusu 356 kişi= kişi başına 10 m² kullanım alanı denk gelmektedir. Günde kişi başı su tüketimi 30 litredir. Toplam da binanın tamamında 30 litre x 356 kişi=10.680 litre bir günlük su tüketim değeri çıkmaktadır.

Toplam yağmur suyu toplama alanı=518 m².

Singapur'a düşen yıllık ortalama yağmur=2344 m³.

Toplam yağmur suyu toplama= yılda 1214 m³'dür (Richards, 2001).

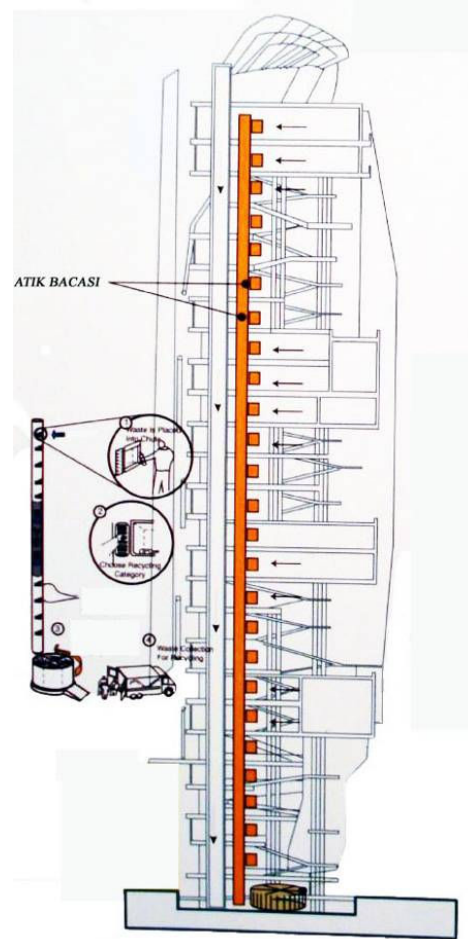
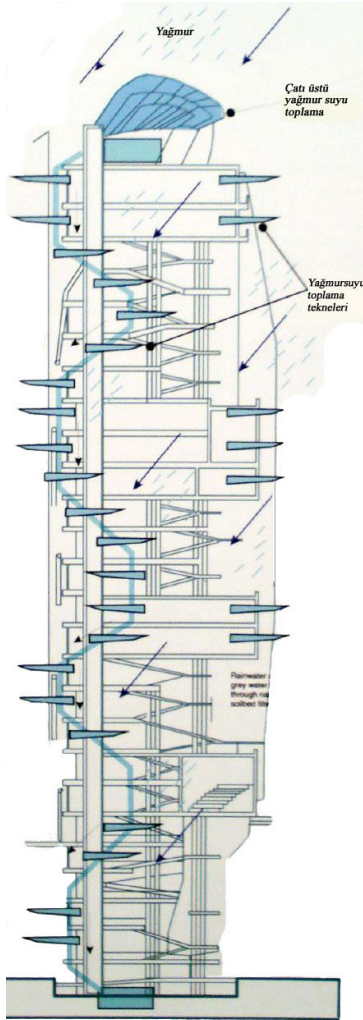
Yağmur suyu toplama sistemi binanın çatısında ve binanın cephelerinde yer alan tekneler sayesinde toprak altında bulunan depolama tankına düşey taşıyıcı borular yardımıyla gönderilmektedir (Şekil 4.36). Bu tanklarda ayrıca lavabo ve banyo suları yani gri su özellikli sular da toplanmaktadır. Toprak altında süzülükten ve tortularından ayrıştıktan sonra bahçe sulaması, tuvalet temizliği gibi ihtiyaçlar için tekrar pompalanmaktadır. Mevcut gri su süzme işleminden sonra, binaya özgü ve şehir şebekesinden ayrı bir işlem olması, %30 tasarruf sağlaması, düşük enerji harcaması, küresel olarak azalan su kaynaklarını tekrar değerlendirmesi gibi avantajları bulunmaktadır.

Atık Yönetimi

Binanın çok iyi planlanmış geri dönüşüm sistemleri bulunmaktadır. Yapı boyunca atık türüne göre toplama bacası ile örneğin bakır, bakır-alüminyum atık kutusuna; kâğıt, kâğıt-karton atık kutusuna gibi toplanabilmektedir (Şekil 4.37). Bu atıklar bodrum katta dev depolama tanklarında toplanarak geri dönüşüm için nakliye edilmektedir. Binanın tamamında yılda kâğıt ve karton kutulardan 41.500 kg, cam ve seramiklerden 7.000 kg, metalden ise 10.400 kg geri dönüşüm yapılması düşünülmektedir.

Binanın tasarımındaki diğer fikirler, geri dönüştürülmesi amacıyla binanın tamamındaki metal ve çelik malzemede kaynak yapılmamıştır. Kaynak yapılan çeliğin doğal yapısının bozulmasının engellenmesi için bağlama veya civatalama yoluyla

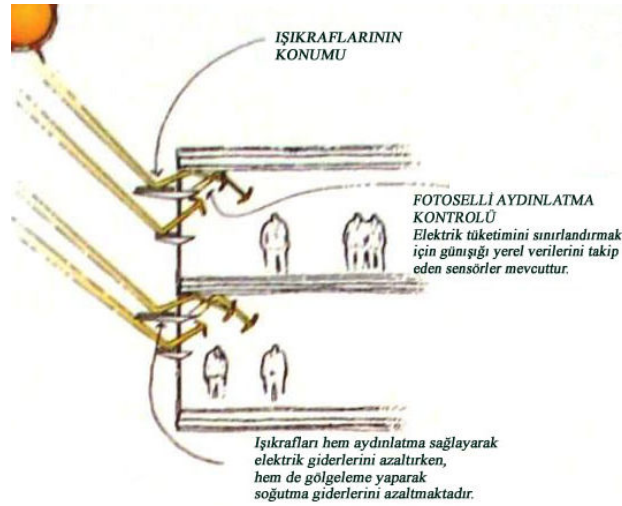
binanın taşıyıcı sisteminin inşa kararı alınmıştır. Bunun dışında ise yine kullanılmayan yiyecek ve katı atıkların gübreleştirilmek için paketlenerek işleme merkezine götürülmesidir. Katı atık dönüşümü yapıda, ortalama kişi başı günde 10 litre kanalizasyon atığı çıkmaktadır. Bina nüfusu 356 insan olduğuna göre $10 \text{ litre} \times 356 = 3560 \text{ litre} = 3,56 \text{ m}^3/\text{günde} = 1299 \text{ m}^3/\text{yılı}$ da katı atık oluşmaktadır. Tuvaletten gelen kanalizasyon atığı depolama tankında süzülerek, geri kalan posa ve çamur kısmı biyogaz yakıt veya gübre amacıyla kullanılmak üzere nakliye edilmektedir. Bu durum bina işletmesine de katkı sağlayabilmektedir.



Şekil 4.36. Yağmur suyu toplama sistemi, Şekil 4.37. Atık toplama sistemi (Richards, 2001)

Aydınlatma

Binada üretilen elektrik ile yapay aydınlatma ihtiyacı karşılanırken doğal yoldan elde edilen pasif aydınlatma ise ışık rafları ile sağlanabilmektedir. Güneş ışığının cephede dışarı doğru çıkıntı yapmış ışık rafının üst yansıtıcı yüzeyine çarparak yaptığı açı ile mekân içindeki beyaz renk tavan aydınlık sağlamaktadır. Böyle bir sistem güneşten gelen ışınların ofis çalışanları için hem sıcaklık hem de kamaşma etkisi yaratmasını engellemekte, mekâna doğrudan değil dağılarak yayılmaktadır (Şekil 4.38).

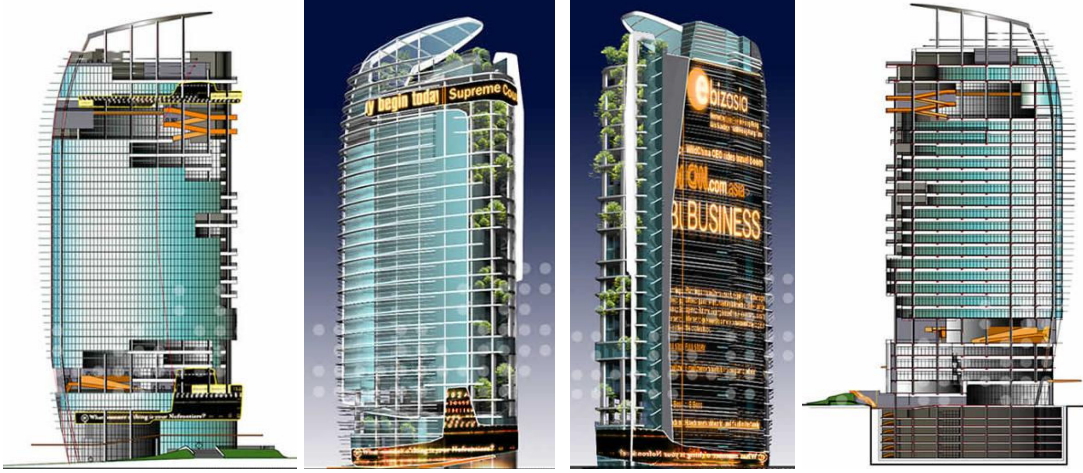


Şekil 4.38. Editt kulesi ışık rafları (Richards, 2001)

Çizelge 4.6. Editt binası, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu

YAPIM YILI (1990 SONRASI)		1998 - beklemede		
BİNA TİPİ		OFİS		
İKLİM TİPİ		TROPİK		
BİNA FORMU	KARE/DİKDÖRTGEN			
	DAİRE/ELİPS			
	ÜÇGEN/ÇOKGEN	√		
TARİHİ YAPIYA DUYARLILIK				
EKOLOJİK TASARIM PARAMETRELERİ	YÖNLENME	DOĞU-BATI	√/√	
		KUZEY-GÜNEY	√/√	
	İKLİM	İKLİM VERİLERİNİN KULLANIMI	√	
		PEYZAJ	ARAZİDEKİ BİTKİ DOKUSUNDAN YARARLANABİLME	√
			YENEBİLİR PEYZAJ KULLANIMI	√
	YEŞİLİN YAPI İÇİNDE KULLANIMI		√	
	ÖNCELİKLİ TASARIM KRİTERLERİ	HAVALANDIRMA	√	
		SOĞUTMA-SERİNLETME		
		ISITMA		
		AYDINLATMA		
	ATIKLAR VE GERİ DÖNÜŞÜM	YEREL MALZEME KULLANIMI		
		GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİRLİK	√	
	SU	GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ MALZEME KULLANIMI		
YAĞMUR SUYUNUN KULLANILMASI		√		
YAPI KABUĞU SERİNLETME AMACIYLA KULLANIMI				
PASİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	HAVALANDIRMA	RÜZGAR BACASI	
		KANAT DUVAR		
		ATRİUM		
		RÜZGAR KEPÇESİ		
	GÜNEŞ ENERJİSİ	AYDINLATMA	İŞIKRAFI	√
			İŞIKTÜPÜ	
			ATRİUM	
		ISITMA	İŞIK KUYUSU	
			GÜNEŞ ODASI	
			ÇATI HAVUZU	
SOĞUTMA	TROMBE DUVARI			
	SOĞUTMA KULESİ			
BİO-BÜTÜNLEŞME			√	
AKTİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	ELEKTRİK ÜRETİMİ	RÜZGAR TÜRBİNİ	
		GÜNEŞ ENERJİSİ	ISITMA	PV / KOLEKTÖR
			ELEKTRİK ÜRETİMİ	KOLEKTÖR
			PV	√

4.2.2. Waterfront House



Şekil 4.39. Waterfront House binası 3d model cephe görselleri (URL-58)

Yapı Tipi: Ofis Binası

Yapım Yılı: 2000-Konsept proje.

Yer: Jalan Pinang, Kuala Lumpur, Malezya.

3.2° Kuzey Enlemi.

İklim: Ekvatorial iklim hâkimdir. Hava sıcaklığı yıl boyunca en fazla ortalama 8°C'lik oynama yapar. Yazın en yüksek sıcaklık 32 °C civarında iken en düşük sıcaklık 22 °C civarındadır. Kışın ise en yüksek sıcaklık ortalama 31 °C iken, en düşük sıcaklık ortalama 21 °C olmaktadır.

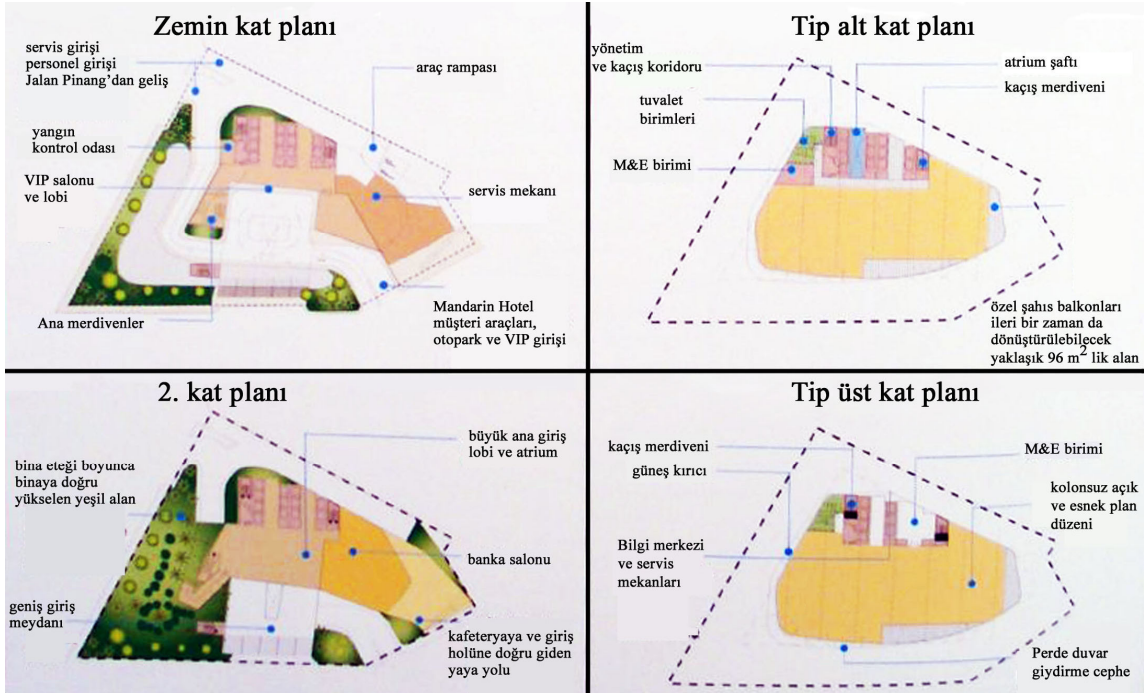
Alan: Brüt arsa alanı: 32.436 m², Net arsa alanı: 22.973 m², Bitkilendirme alanı: 3.300 m² (gök bahçeler, teraslar ve bahçe balkonlar), Otopark alanı: 16.330 m² ve Yapı alanı: 3.817 m².

Kat sayısı ve yapı yüksekliği: 28 katlı, yaklaşık 143 m yüksekliğinde.

Tasarım

Yapı, Waterfront House Sdn. Bhd. firması desteğiyle tasarlanmıştır. Proje, özellikle yüksek kaliteli ofis olarak Kuala Lumpur'un en tanınmış şehir merkezi gelişiminin kalbinde konumlanmıştır. İki önemli tasarım kriteri bulunmaktadır. Birincisi Kuala Lumpur'un prestijli şehir merkezinin kentsel gelişim konumunu

belirlemesi, ikincisi ise KLCC parkı ve Mandarin Oryantal Hotel'ini de içine alan bina formunun ve yeşillenmenin olmasıdır. Park temasının bina içlerine kadar alınarak oturanların ve ziyaretçilerin kullanımına öncelik tanınmaktadır. Yeşil alan kullanımının gökdelenin içlerine kadar devam etmesi kullanıcı sınırlarını, iklimsel sınırları ortadan kaldırmaktadır. Yeşil alanın çatı üst bahçesinden başlayarak genel merkez birimlerine kadar inen bina ile bütünleşik bahçeler de yine süreklilik sağlayarak sınırları ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca yapının alt katlarında genel merkez müşterilerinin ve çalışanlarının konutları da bulunmaktadır. Konutlar dışında dört kat boyunca ticari bankolar, kafeteryalar, gösterişli giriş lobisi, atrium, 5.kattan başlayan gök bahçeler, işlem odaları, restoran ve barlar bulunmaktadır (Şekil 4.40). Mekânlar rampalar yardımı ile birbirini takip edebilmektedir. Mekân tasarımlarına baktığımızda yapının programatik yani fonksiyonel olduğu görülmektedir. Binanın fonksiyonel iç mekanlarının ekolojik mimari çözümlerinin dışa yansımaları olan bina formuyla, üç taraflı bir kompozisyon ortaya koyan sembolik bir yapı olmasına da dikkat edildiği görülmektedir.



Şekil 4.40. Waterfront House kat planları (Richards, 2001)

Yapı kabuğu, yeşil mimarlık anlayışını da tamamen vurgulamaktadır. İki yönde güneşten korunmaya yönelik kip bir kabuk oluşturarak, diğer yönde geniş teras, gök bahçe ve balkon ile rampalar bulunmaktadır. Bina tasarımında Feng Shui felsefesinin yaklaşımları da gözlenmektedir.

Dikey Peyzaj

Waterfront kulesi tasarımında dikey kentleşme fikrinin vurgulandığı, yeşil terasların ve gök bahçelerin tıpkı yatay kentleşme düzeninde olduğu gibi kamusal, yarı kamusal ve özel şahıs alanları olarak kullanılabilirdiği görülmektedir. Özellikle alanların yaratılmasında gök bahçeler ve teraslar gibi dikey kompozisyonun peyzajlandırılması için etkileyici yardımcı mekânlar kullanılırken, özel şahıs alanları olan balkonlar ile yeşil alanın artırılması sağlanmaktadır. Bu tip dikey kompozisyonların çapraz havalandırma yapabilmesi için konumları dikkatli seçilmektedir.

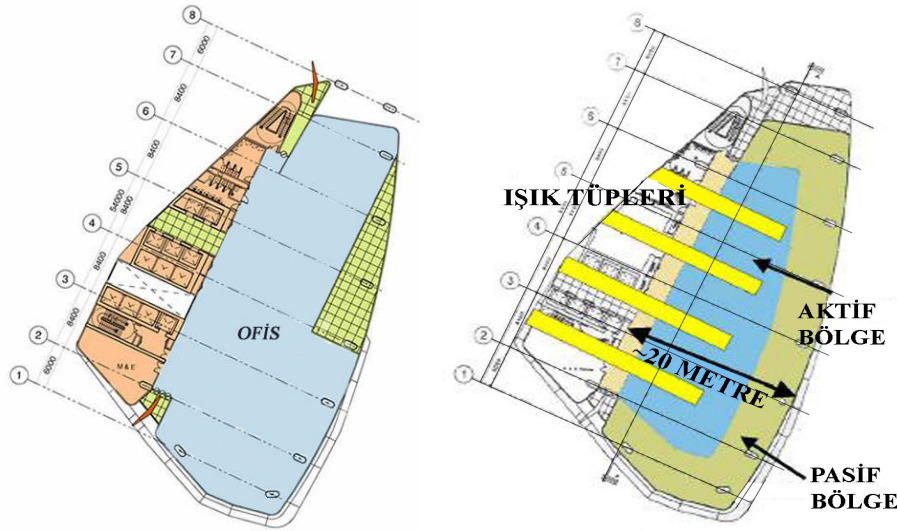
Kule boyunca önerilen gök bahçelerin iki alt kat ile üç üst kat arasında yoğun yeşillikler ile devamlılığı ve her kattaki teraslamaların da belli bir düzen içindeki yapı boyunca tekrarı ile, bu mekânların binanın akciğerleri gibi çalışması sağlanmaktadır.

Havalandırma

Proje de iki adet dikey akslı kanat duvar bulunmaktadır. Bunların her biri merdiven çekirdeğine bitişik olarak yatay gölgeleme sağlarken, plan düzeninde teras girintisinin servis çekirdeğine ve asansör lobilerine bağlanmasını engellemektedir. Kanat duvarlar bina boyunca maksimum doğal hava akışını sağlamanın yanısıra doğrudan gelen şiddetli rüzgâr etkisini de azaltmaktadır.

Aydınlatma

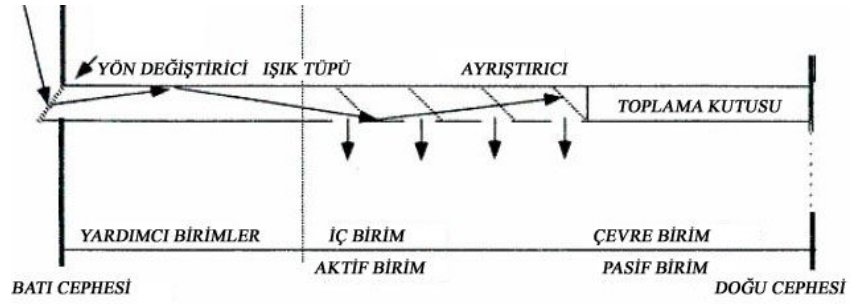
Waterfront House binası 2000 m² kat döşemesine ve 4.6 m kat yüksekliğine sahiptir. 20 m derinlikli kat alanı genişliği, iyi bir doğal aydınlatma yapmaya elverişli olmamaktadır. Buna bağlı olarak her kata batı cephesinden 4 adet yatay ışık tüpü yerleştirilerek, dış ortamdan doğrudan alınan güneş ışığının tüplerin içindeki lazer kesimli panellere çarpması sonucu derin ofis bloklarına doğal aydınlatma sağlanabilmektedir. Işık tüpleri binaya bütünleşik pasif aydınlatma uygulamalarından biridir (Şekil 4.41a ve b). Diğer cephelerde de yakın mesafenin doğal aydınlatmasını sağlayacak ışık rafları bulunmaktadır.



Şekil 4.41. Waterfront planları: a) tip kat planı, b) yatay ışık tüpü uygulanmış kat planı (Hansen, et al., 2001)

Penceresiz yüzeye sahip batı cephesinden 24 metre içe uzayan 4 adet ışık tüpü şu şekilde çalışmaktadır; Yüksek değerlikli ışık demetini boru eksenini boyunca yönlendirmek için giriş menfezlerindeki 55°'lik eğimli lazer kesimli ışık doğrultusunu saptırıcı paneller kullanılmaktadır. Borunun iç bölgesine gerekli olan ışık oranını ayıklamak için hafif bir emme sistemi bulunmaktadır. Alanın bir noktasından diğer bir noktasına kadar, eşit olarak ışık demetini dağıtmak için de ışık yayma sistemi

kullanılmaktadır (Şekil 4.42). Yapılan denemeler sonucunda öğlen 12'den 4'e kadar olan 4 saatlik güneşlenme süresi diliminde 200 ile 300 lux arasında aydınlatma düzeyi elde edilmektedir (Hansen, et al., 2001).



Şekil 4.42. Yatay ışık tüpü işleyiş şeması

Çizelge 4.7. Waterfront House binası, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu

YAPIM YILI (1990 SONRASI)	2000 - konsept
BİNA TİPİ	OFİS
İKLİM TİPİ	EKVATORAL

BİNA FORMU	KARE/DİKDÖRTGEN	
	DAİRE/ELİPS	
	ÜÇGEN/ÇOKGEN	√
TARİHİ YAPIYA DUYARLILIK		

EKOLOJİK TASARIM PARAMETRELERİ	YÖNLENME	DOĞU-BATI	√/	
		KUZEY-GÜNEY	√/	
	İKLİM	İKLİM VERİLERİNİN KULLANIMI	√	
		PEYZAJ	ARAZİDEKİ BİTKİ DOKUSUNDAN YARARLANABİLME	√
			YEŞİLİN YAPI İÇİNDE KULLANIMI	√
	ÖNCELİKLİ TASARIM KRİTERLERİ	HAVALANDIRMA		
		SOĞUTMA-SERİNLETME		
		ISITMA		
		AYDINLATMA	√	
	ATIKLAR VE GERİ DÖNÜŞÜM	YEREL MALZEME KULLANIMI		
		GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİRLİK	√	
		GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ MALZEME KULLANIMI		
	SU	YAĞMUR SUYUNUN KULLANILMASI		
YAPI KABUĞU SERİNLETME AMACIYLA KULLANIMI				

PASİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	HAVALANDIRMA	RÜZGAR BACASI	
			KANAT DUVAR	√
			ATRİUM	
			RÜZGAR KEPÇESİ	
	GÜNEŞ ENERJİSİ	AYDINLATMA	IŞIKRAFI	√
			IŞIKTÜPÜ	√
			ATRİUM	
		ISITMA	IŞIK KUYUSU	
			GÜNEŞ ODASI	
			ÇATI HAVUZU	
SOĞUTMA	TROMBE DUVARI			
	SOĞUTMA KULESİ			
BİO-BÜTÜNLEŞME				

AKTİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	ELEKTRİK ÜRETİMİ	RÜZGAR TÜRBİNİ	
	GÜNEŞ ENERJİSİ	ISITMA	PV / KOLEKTÖR	
			KOLEKTÖR	
		ELEKTRİK ÜRETİMİ	PV	

4.2.3. UMNO Tower



Şekil 4.43. Umno Tower: a) batı cephesi (URL-58), b) güneybatı cephesi, c) batı cephesi detay fotoğraf (URL-59)

Yapı Tipi: Ofis Binası

Yapım Yılı: 1995-1998

Yer: Jalan Macalister, Penang, Malezya.

5.2° Kuzey Enlemi.

İklim: Ekvatorial iklim hâkimdir.

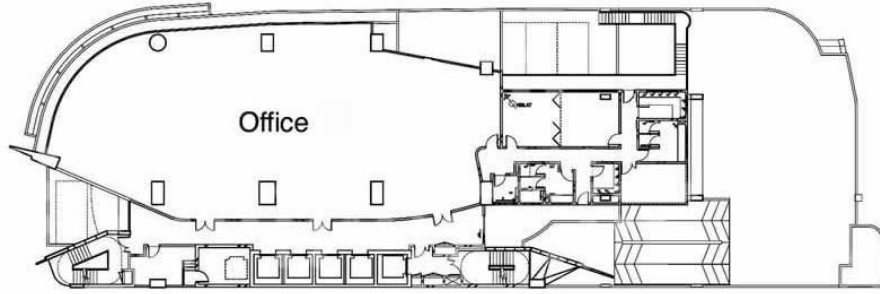
Alan: Brüt arsa alanı (otopark dâhil): 10.900 m², Net arsa alanı: 8.192 m² ve Yapı alanı: 1.978 m².

Kat sayısı ve yapı yüksekliği: 21 katlı, yaklaşık 110 m yüksekliğinde.

Tasarım

South East Asia Development Corporation Berhad tarafından yaptırılan bina, Yeang'in Central Plaza ve Menara TA1 tasarımlarındaki gibi ince ve uzun plan tipine sahiptir. Binada zemin ve 1. katta bankacılık işlemlerinin yürütüldüğü ofisler, daha sonraki 5 kat boyunca bankanın konferans salonları ve toplantı salonları ile daha sonraki 14 kat boyunca da ofis alanları yer almaktadır. Ayrıca konferans salonuna erişebilmek için harici bir merdiven de bulunmaktadır. Dar kısıtlı bir alana sahip plan formunda,

asansörler, servis mekânlarının yer aldığı masif kalkan duvarın daha da ilerisinde doğu/güneydoğu yönünde merdiven yerleşimi bulunmaktadır (Şekil 4.44).



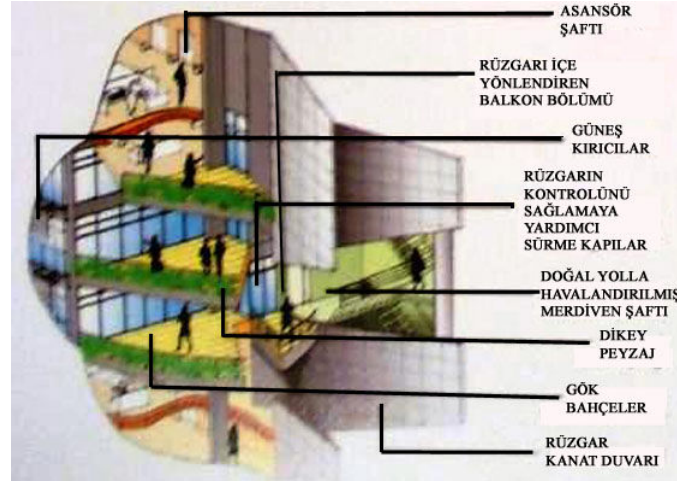
Şekil 4.44. Menara Umno tip kat planı (URL-58)

Tasarımın aydınlatma ve havalandırma sağlayacak pasif kazanımlı önemli uygulaması vardır. Bu uygulama kalkan duvar formu bina mimari elemanıdır. Bu form, hem hâkim rüzgâr ve aşırı güneş ışınlarına engel olurken hem de mimari biçimin dinamik kompozisyon ile estetik oluşturmasını sağlamaktadır.

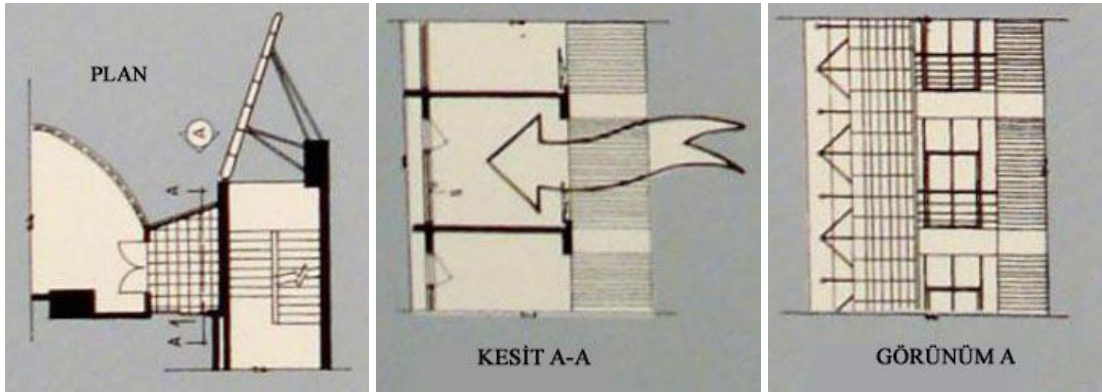
Havalandırma

Bina formu doğal havalandırmanın yapılabilmesi hedeflerine yönelik şekillenmektedir. O dönemde yapılan binalar arasında iç mekânda konfor koşullarını yaratmak ve taze havayı iç kısımlara almak için doğal havalandırma yapılan ilk yüksek katlı ofis binasıdır (Şekil 4.45). Yeang'in fin duvar formunu yorumlayarak Menara Umno için uygulaması sonucu oluşan kanat duvar form, doğrudan gelen rüzgârı balkon bölümlerine doğal yolla alıp, bu bölgede açık sürme kapılardan geçirerek bina için paketlenmiş hava hücreleri gibi davranmasını sağlamaktadır. Duvarın konumunun normalden 30° ve 60° arasındaki eğimli değişimi, oldukça iyi havalandırma sağlarken binanın pasif iklimlendirme sisteminin bir aygıtı gibi çalışmakta ve iç ortam hava değişimi, sıcaklık ve nemlilik gibi değerlerin değişimine rüzgârı yönlendirerek yardımcı

olmaktadır. Kanat duvar dikeyde devam eden ancak plan düzleminde kısa bir alana yerleştirilmiştir (Şekil 4.46a, b ve c).



Şekil 4.45. Umno binası güneydoğu yönü 3d model görseli (Richards, 2001)



Şekil 4.46. Kanat duvar: a) plan, b) kesit, c) cephe (Richards, 2001)

Binanın pasif havalandırma çözümlerinin yanısıra mekanik klima destekli sistemleri de bulunmaktadır. Her kullanıcı ve odalar için ayrı ayrı bölümlere uygulanabilecek klima yerine merkezi bir klima sistemi uygulanmıştır.

Bina formunun hem rüzgâra hem de güneş ışınlarına yön verilmesi ile tüm binanın lobi, merdiven, tuvalet alanlarında enerji kullanımı azaltılmıştır.

Yapı da; Binanın soğutma yükü: yaklaşık 1800 kWh,

Yıllık klima sistemi enerji tüketimi: 126 kWh/m²,

Yıllık toplam enerji tüketimi: 244 kWh/m²,

Doğal havalandırma yapıldığında yıllık enerji tüketimi: 118 kWh/m²

(Richards, 2001)

Binanın pasif düşük enerjili havalandırması, iç ortam konfor koşullarını açılan pencereler yardımıyla sağlarken, diğer yandan ortamda bulunan ve kullanıcıların üzerinde biriken kirli ve nemli havayı uzaklaştırmaktadır. Bazen de dış hava koşullarının, iç hava koşullarından daha yüksek olduğu durumlarda, yine doğal havalandırma yolu ile dışarıdaki ılık ve serin havanın ortam konfor koşullarını sağlaması amacıyla pencereler açılabilir. Havanın içeriye alındığı sıradaki hava hızının kullanıcılar üzerindeki etkisi oldukça önemlidir. Aşırı hızlı esecek bir rüzgâr çapraz havalandırma yolu ile binayı serinletmekte ancak ara bölgede kalan ofis çalışanlarını da hasta edebilmektedir. Böyle bir duruma imkân vermemek adına mekanik klima sistemleri devreye girmektedir. Doğal havalandırma ile saatte 30 defa ofis bloklarının havası yenilenmektedir. Bu uygulama ile klima kullanımının %30'u azaltılmıştır.

Yerel rüzgâr koşullarında bina formu ve plan derinliğinin tasarlanabilmesi için simülasyonlu akışkanlar dinamiği testleri yapılmıştır. Simülasyonlar, etkinlik derecesini, açıklık büyüklüğünü, kontrol bileşenlerini, kanat duvar büyüklüğünü ve biçimini, kanat duvarın konumunu ve bina formu ile ilgili, yerleşimle ilgili olan diğer unsurların belirlenmesinde yardımcı olmaktadır.

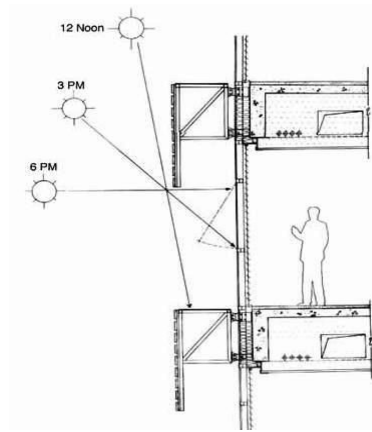
Havalandırma simülasyon sonuçlarına göre, binanın şekli gösteriyor ki hakim rüzgâr yönüne doğru yanıt verebilmektedir. Kanat duvar ve balkonların birleşimi havalandırma açıklıklarında yüksek/alçak basınç alanları ile ilişkilendirilmektedir. Hâkim rüzgâr dışında farklı yönden esen bir rüzgârın, basınç farkı daha az olma ihtimaline rağmen yine rüzgârın havalandırma için kullanımına imkân verebilmek amacıyla X yönde açılan pencere ile etken hava kontrolü tekrar sağlanmaktadır. İç ve

dış hava sıcaklığı arasındaki fark en fazla 1.5 °C olmaktadır. Sıcaklık farkı ne kadar fazlalaşırsa hava basıncı o kadar fazla olur. Eğer ki iç ve dış ortam sıcaklıkları aynı ve birbirine yakın ise mekanik soğutma veya ısıtma sistemleri kullanılmaktadır (Richards, 2001).

Aydınlatma

Binanın tamamının pasif kararını etkileyen kalkan duvar form aşırı güneş kazancını da engellemeye yardımcı olmaktadır. Batı ve kuzeybatı yönünde güneş ışınlarını engellemek için dikey olarak monte edilmiş güneş kırıcılar da bulunmaktadır. Güneş ışınımı sırasında iklim verileri gösteriyor ki öğleden sonra saat 4 ile 5 arasındaki zaman diliminde doğrudan gelen güneş ışınları ve ısı, 18° -20° arasındaki dikey güneş kırıcılarından süzülerek içeri girmektedir.

Yaz ayları değerlerine bakıldığında iç mekâna yansıyan ışığın, ışık rafı ile homojen olarak dağıtılması ve birim alana düşen ışık şiddetinin dikey/yatay/eğik gölgeleme sistem bileşenleri ile mekânda kullanılabilmesi hedeflenmiştir. Aşırı ısı kazancı etkinliğini kontrol etmek için ışık rafının üst yüzeyi yansıtıcılığı yüksek bir malzeme kaplanması ile, hem ısıyı hem de ışığı odanın tamamına yansıtılmasını sağlayarak doğal aydınlatma avantajı kullanılmaktadır (Şekil 4.47).



Şekil 4.47. Menara Umno ışık rafı (URL-58)

Yapı Sistemleri

Menara Umno binası altyapı inşaatı için 64 m derinliğe kadar 4 farklı sondaj deliği açılarak temel atılmıştır. Temel alanı 1.258,16 m² ve brüt inşaat alanı 9.889,21 m²'dir. Zemin su seviyesi 2.7 metre ve 3.5 metre arasındadır. Perde duvar taşıyıcı elemanların ağırlığı 3200 tondan 1800 tona kadar farklılaşırken tekil kolonların ağırlıkları 740 ton olmaktadır. Yapının temel derinliğinin 9 metreye kadar uygun olmadığı belirlenmiştir. Fore kazık düşünüldüğünde ise zemin altı katmanlarda alüvyonla dolu kum, düşük N değerleri ile yüksek su seviyesinden dolayı uygun olmamıştır. Bunun yerine demirli beton kazıklar yerleştirilerek çelik kazıklardan daha fazla tatbik edilebilir özellik kazandırılmıştır. 40 cm x 40 cm boyutlarında, B45 beton özellikli, 55 m uzunluğunda 185 ton ağırlığında ve 8 adet kazık olmak şartıyla binanın tamamı taşınmıştır.

STAAD-III bilgisayar programı ile yapılan çalışmalar ile yerçekimi yükleri ve saatte 35,8 m/s hızın etkileyeceği rüzgâr yükleri hesaba katılarak bina temel hesabı yapılmıştır. Yapılan deneylerde binanın maksimum bükülme eğrisi 98 mm iken 170 mm bükülme limitine kadar ayrılma meydana gelmeden dayanım gösterdiği belirlenmiştir. Binanın tamamında B30 betondan 5.696 m³ kullanılırken, akma dayanımı 460 olan çelikten 1.195 ton kullanılmıştır.

Temel yan duvarlarını oluşturacak 3.9 metrelik perde duvarlar 8 gün içinde bitirilirken, binanın tüm kaba yapısı 22 ay sonunda tamamlanmıştır.

Çizelge 4.8. Menara Umno binası, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu

YAPIM YILI (1990 SONRASI)		1995 - 1998		
BİNA TİPİ		OFİS		
İKLİM TİPİ		EKVATORAL		
BİNA FORMU	KARE/DİKDÖRTGEN	√		
	DAİRE/ELİPS			
	ÜÇGEN/ÇOKGEN			
TARİHİ YAPIYA DUYARLILIK				
EKOLOJİK TASARIM PARAMETRELERİ	YÖNLENME	DOĞU-BATI	√/√	
		KUZEY-GÜNEY	√/√	
	İKLİM	İKLİM VERİLERİNİN KULLANIMI	√	
		PEYZAJ	ARAZİDEKİ BİTKİ DOKUSUNDAN YARARLANABİLME	
			YENEBİLİR PEYZAJ KULLANIMI	
	YEŞİLİN YAPI İÇİNDE KULLANIMI		√	
	ÖNCELİKLİ TASARIM KRİTERLERİ	HAVALANDIRMA	√	
		SOĞUTMA-SERİNLETME		
		ISITMA		
		AYDINLATMA		
	ATIKLAR VE GERİ DÖNÜŞÜM	YEREL MALZEME KULLANIMI		
		GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİRLİK		
		GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ MALZEME KULLANIMI		
	SU	YAĞMUR SUYUNUN KULLANILMASI		
YAPI KABUĞU SERİNLETME AMACIYLA KULLANIMI				
PASİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	HAVALANDIRMA	RÜZGAR BACASI	
			KANAT DUVAR	√
			ATRİUM	
			RÜZGAR KEPÇESİ	
	GÜNEŞ ENERJİSİ	AYDINLATMA	İŞIKRAFI	√
			İŞIKTÜPÜ	
			ATRİUM	
		ISITMA	İŞIK KUYUSU	
			GÜNEŞ ODASI	
			ÇATI HAVUZU	
SOĞUTMA	TROMBE DUVARI			
	SOĞUTMA KULESİ			
BİO-BÜTÜNLEŞME				
AKTİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	ELEKTRİK ÜRETİMİ	RÜZGAR TÜRBİNİ	
	GÜNEŞ ENERJİSİ	ISITMA	PV / KOLEKTÖR	
			KOLEKTÖR	
	ELEKTRİK ÜRETİMİ	PV		

4.2.4. Jabal Omar Towers



Şekil 4.48. Jabal Omar Towers: a) yerleşim kararı planı, b) güneybatı cephesi maket fotoğrafı, c) kuzeydoğu cephesi maket fotoğrafı (Richards, 2001)

Yapı Tipi: Konut, Otel ve İşyeri Binaları

Yapım Yılı: 2000-Konsept proje.

Yer: Mekke, Suudi Arabistan.

21.27° Kuzey Enlemi.

İklim: Çöl iklimi hâkimdir. Yıllık yağış miktarının ortalama olarak 150 mm'nin altında kalması çöl ikliminin sürmesinde etkili olmaktadır. Sıcaklık değerleri arasında 1 günde ortalama 17 °C fark olabilmektedir. Yazın en yüksek sıcaklık 49.8 °C civarında iken en düşük sıcaklık 22 °C civarındadır. Kışın ise en yüksek sıcaklık ortama 38.6 °C iken, en düşük sıcaklık ortalama 10 °C olmaktadır.

Alan: Brüt arsa alanı: 878.880 m², Net arsa alanı: 565.650 m², Bitkilendirme alanı: 94.000 m² (ibadet terasları ve düzenlenmiş bahçeler dâhil), Otopark alanı: 309.000 m² ve Yapı alanı: 232.000 m².

Kat sayısı ve yapı yüksekliği: 7 apartman kulesi her biri 35 katlı, 2 otel kulesi her biri 50 katlı, İş alanları ve otopark 4'er katlı, 4 otel bloğu 15 katlı (alt kotta).

Tasarım

Makkah Construction and Development Company tarafından desteklenen Mekke projesi, hem kentsel tasarım hem de mimari tasarım fikirlerinin yer aldığı bir projedir. Jabal Omar Kuleleri ise Mescidi Haram'ın çevresinde yükselen 5 ayrı tepenin en batısında yer alan tepe üzerinde planlanması istenen binalardır. Kentsel tasarım

kararına ve verilen programın yoğunluğuna bakılarak binaların çok katlı yapılması ve yeşil alanlar için mekânlar ayrılması amaçlanmıştır. Tasarımı ele alınan tepe kuzey güney aksında yükselen bir tepe olduğundan trafik ve kentsel karayolu bu tepenin çevresinde düzlemsel olarak yer almaktadır. Buna göre Jabal Omar yerleşkesinde kentsel planlama iki ana bölümde ele alınmaktadır. Biri Mescidi Haram'a doğru cephe veren bölüm, diğeri ise Mescidi Haram'a doğru uzanan eğimli bölümdür. Yeang bu bölümdeki binaların açılarını kutsal olan Mekke'yi görebilmek ve yeşil alanları da hacılar için huzur verici mekânlara dönüştürmek istemektedir. Kule yapıları tek kişilik ve çift kişilik odalar ile şekillenirken, apartmanlar ve otel odaları da Mescidi Haram'a maksimum cephe ve manzara hâkimiyetine sahip olacak şekilde konumlandırılmaktadır (Şekil 4.49a). Bu yapılırken binaların birbirlerinin manzarasına engel olmaması için A, V, H, M gibi karma şekiller ve tipolojiler tercih edilmiştir (Şekil 4.49b). Bu binaların içinde ayrıca hacıların kullanabileceği ibadet ve dua mekânları da yapılmıştır. Otel kulelerinde her 5 katta bir bu tampon bölgeler oluşturulmuştur.

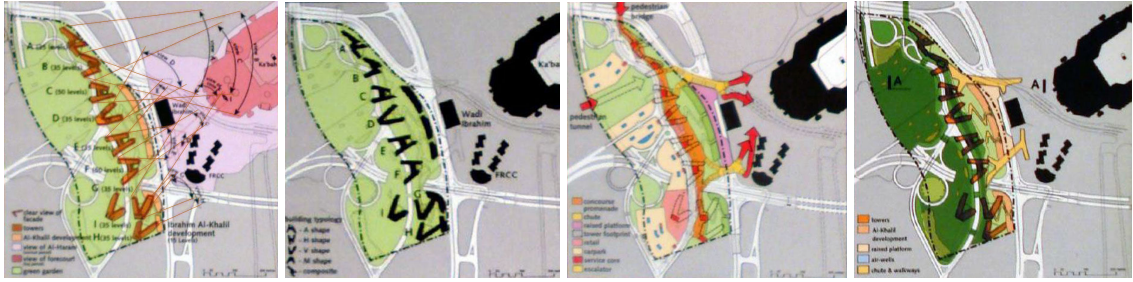
Mescidi Haram'a ulaşılabilirlik konusu tasarımın önem verilen bir diğer unsurudur. Yaya hareketine dayanan ulaşım şekli günde 5 defa ezanla ibadete çağrılan hacıları ortak alana toplayarak buradan daha alt kottaki mekâna iniş rampalarından, yürüyen merdiven ve yürüyen kaldırımlardan geçecek şekilde yönlendirebilmektedir. İbadet edenlerin günlük ibadet alışkanlıklarını engellemeyecek ve Kabe'ye ulaşmak amacıyla güvenliklerinin trafikte tehlikeye girmemesi için İbrahim Al-Khalil araç yolunun üstünden köprü ile karşı tarafa geçme imkanı sağlanmaktadır. Buna bağlı olarak ulaşım süresi de ibadet yerine ulaşmak için önemli olmaktadır. Hacı nüfusunun tamamının Kabe'ye yürüyerek ulaşmaları konusunda yakın ve uzak mesafelere göre en iyi ve en kötü zaman dilimi senaryoları hazırlanmış buna göre en iyi zaman dilimi 10.50 dk, en kötü zaman dilimi ise 21.40 dk olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.49c).

Peyzaj

Mescidi Haram ve Mekke iklimi sıcak ve kuru iklimlidir. Mevcut ağaç ve bitki yetiştirilme alanları çok azdır. Buna bağlı olarak hac zamanı artan nüfus hem ticari hem

de barınma ihtiyaçlarının artmasına neden olurken diğer yandan yeşil alanın ve gölgelik mekânların azlığından dolayı dış mekânlar kullanılamamaktadır. Tasarım iklimsel verilere dayanarak artan nüfus yoğunluğunun yeşil alan ihtiyacını karşılamak amacıyla ortak açık alanların, gezinti yerlerinin ve parkların yeşil tasarımına önem vermektedir.

Yeşil park çevresi hacılar için tasarlanmıştır. Dinlenme alanlarındaki gölgelendirme, otopark bloğu ve toplanma alanı çatılarının gölgesi ile sağlanmaktadır. Bu yeşil alanlar tıpkı düzenlenmiş bitişik ekosistem köprüleri gibi birbirlerine yakın planlanmıştır. Tasarımın organik ve inorganik dengesinin olduğu ekolojik bir çevre oluşturulması hedeflenmiştir (Şekil 4.49d).



Şekil 4.49. Jabal Omar Kuleleri yerleşim planları: a) manzara, b) bina tipolojileri, c) Mescidi Haram'a ulaşım yolları, d) peyzaj (Yeang, 2009a)

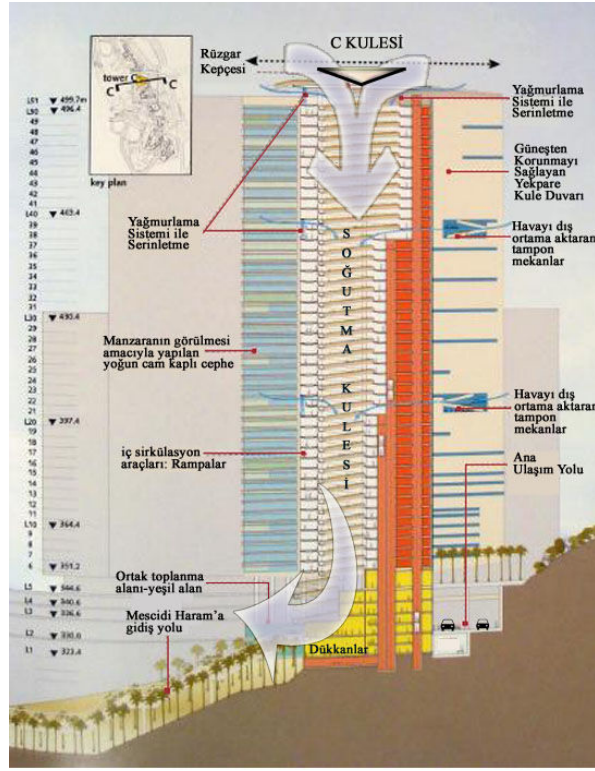
Su Yönetimi

Toplam arsa alanı 23 hektar, yeşil alan 15 hektardır. Ancak bitkilendirme ve peyzaj, bu tip bir iklimde ve büyük alanlarda iyi bir su yönetimi ile sağlanabilmektedir. Yapıların yerleşim bölgesindeki su, tamamen abdest alma, banyo ve lavabolardan toplanan gri suların bir yıl boyunca süzülmesi, depolanması ve temiz su değerlerine ulaşması sonucu geri dönüştürülmesi ile sağlanmaktadır.

Havalandırma

Jabal Omar kulelerinin en önemli özelliği çatı formunun çöl rüzgârına yön verecek şekilde rüzgâr kepçesi olarak tasarlanmasıdır. Rüzgâr kepçesi ile yönlendirilen gece esintisi, binanın merkezinden devam eden atrium boyunca devam ettirilerek yapının tamamının havalandırılması sağlanmaktadır. Gündüz ısı depolamış yapı bileşenleri, gece boyunca serin çöl rüzgârı ile serinletilmektedir.

Atrium ayrıca soğutma kulesi olarak çalışmaktadır. Gündüz sıcaklığında ısınarak yükselen ılık ve sıcak havanın, kulenin en tepesinde bulunan soğuk su ile spreyleme yöntemi kullanılarak nemlendirilmesi sağlanmaktadır. Nemlenen serin hava, basınç farkıyla ağırlaşmakta ve rüzgâr kepçesinden atriuma doğru yönlendirilen rüzgâr ile koridorlara, en alt kota ve apartman birimlerine kadar taşınmaktadır. Yeterince soğuyarak ağırlaşan hava alt kotlardaki bahçeleri ve ibadet alanlarını da serinletebilmektedir. Atrium da soğutma kulesi boyunca katları birbirine bağlayan yaya rampaları bulunmaktadır (Şekil 4.50). İnsan sağlığını etkilememek ve temiz bir hava oluşturmak için kirli ve sıcak havayla taşınan tozların, üst kotlarda bitkilendirme ve küçük su havuzları ile uçması ve hava yoluyla solunması engellenmektedir.



Şekil 4.50. Jabal Omar kuleleri havalandırma ve serinletme sistemleri (Richards, 2001)

Yapı Sistemleri

Cepheler manzaraya hâkim olmak amacıyla doğuya yönelirken, cephelerin sabah güneşine maruz kalmasından dolayı pencerelere hareketlilik verilerek öğlen gün ışığından sadece aydınlatma sağlanmak istenmiştir. Böylelikle hem manzara hem de gölgeleme ihtiyacı sağlanarak soğutma için tüketilen enerji de kısmen azaltılmıştır. Cephe ve pencere malzemesi metal ve yerel keresteden üretilmiştir. Batı cepheleri ise tamamen yekpare parça olup yatay da dar kesikli pencereler ile öğleden sonraki sıcaklığı ve güneş ışınlarını engellemektedir.

Çizelge 4.9. Jabal Omar binaları, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu

YAPIM YILI (1990 SONRASI)		2000 - konsept		
BİNA TİPİ		KARMA		
İKLİM TİPİ		ÇÖL		
BİNA FORMU	KARE/DİKDÖRTGEN			
	DAİRE/ELİPS			
	ÜÇGEN/ÇOKGEN	√		
TARİHİ YAPIYA DUYARLILIK		√		
EKOLOJİK TASARIM PARAMETRELERİ	YÖNLENME	DOĞU-BATI	√ /	
		KUZEY-GÜNEY	√ /	
	İKLİM	İKLİM VERİLERİNİN KULLANIMI	√	
		PEYZAJ	ARAZİDEKİ BİTKİ DOKUSUNDAN YARARLANABİLME	√
			YENEBİLİR PEYZAJ KULLANIMI	
	ÖNCELİKLİ TASARIM KRİTERLERİ	YEŞİLİN YAPI İÇİNDE KULLANIMI	√	
		HAVALANDIRMA	√	
		SOĞUTMA-SERİNLETME	√	
		ISITMA		
	ATIKLAR VE GERİ DÖNÜŞÜM	AYDINLATMA		
		YEREL MALZEME KULLANIMI		
		GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİRLİK		
SU	GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ MALZEME KULLANIMI			
	YAĞMUR SUYUNUN KULLANILMASI	√		
	YAPI KABUĞU SERİNLETME AMACIYLA KULLANIMI			
PASİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	HAVALANDIRMA	RÜZGAR BACASI	
		KANAT DUVAR		
		ATRİUM	√	
		RÜZGAR KEPÇESİ	√	
	GÜNEŞ ENERJİSİ	AYDINLATMA	İŞIKRAFI	
			İŞIKTÜPÜ	
			ATRİUM	
		ISITMA	İŞIK KUYUSU	
			GÜNEŞ ODASI	
			ÇATI HAVUZU	
SOĞUTMA	TROMBE DUVARI			
	SOĞUTMA KULESİ	√		
BİO-BÜTÜNLEŞME			√	
AKTİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	ELEKTRİK ÜRETİMİ	RÜZGAR TÜRBİNİ	
		GÜNEŞ ENERJİSİ	ISITMA	PV / KOLEKTÖR
			ELEKTRİK ÜRETİMİ	KOLEKTÖR
			PV	

4.2.5. Bishopsgate Towers



Şekil 4.51. Bishopsgate kuleleri: a) 3d model görseli, b) vaziyet planı (URL-58)

Yapı Tipi: Konut, Ticari, Ofis ve Hotel Binaları

Yapım Yılı: 1999-Beklemede.

Yer: Bishopsgate Goodsyrd, London.

51.3° Kuzey Enlemi.

İklim: Ilıman deniz iklimi hâkimdir. Yıllık yağış miktarı toplam 593 mm olması nedeniyle gün içinde güneş görülen saatlerin azalmasında etkili olmaktadır. Sıcaklık değerleri arasında 1 günde ortalama 7-8 °C fark olabilmektedir. Yazın en yüksek sıcaklık 22 °C civarında iken en düşük sıcaklık 13 °C civarındadır. Kışın ise en yüksek sıcaklık ortama 8.5 °C iken, en düşük sıcaklık ortalama 2.6 °C olmaktadır.

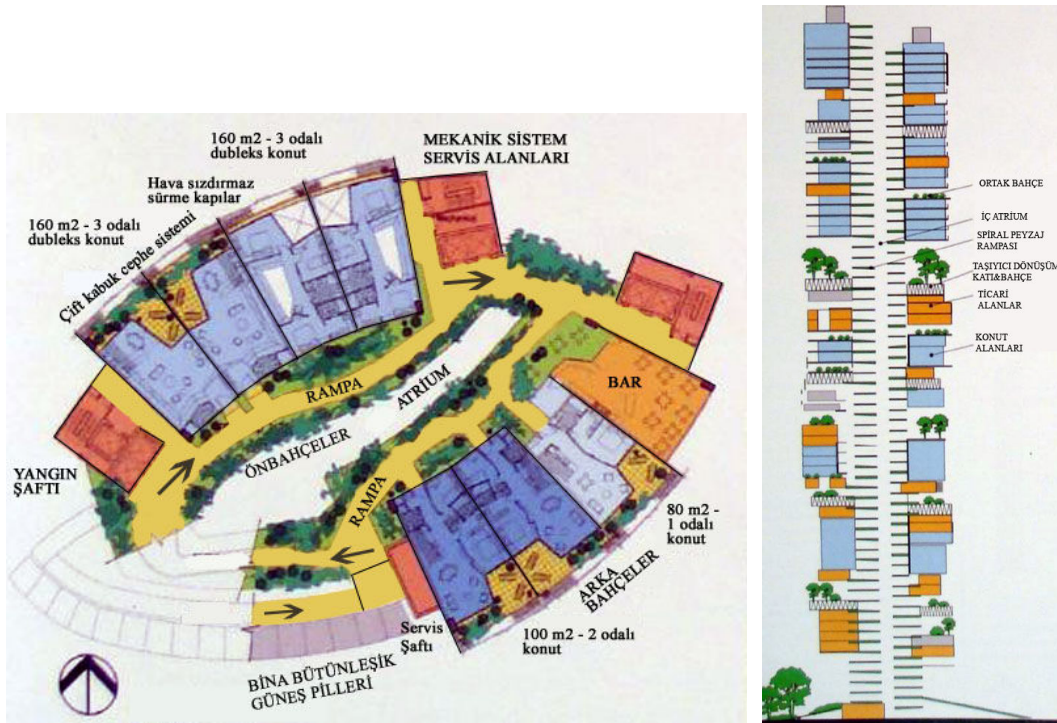
Alan: Üç kulenin yerleştiği brüt arsa alanı: 157.000 m², Net arsa alanı: 117.000 m², Bitkilendirme ve dolaşım alanı: 110.000 m² ve Yapı alanı: 34.000 m².

Kat sayısı ve yapı yüksekliği: 1. ve 2. kule 65 katlı yaklaşık 220 m yüksekliğinde, 3. kule 50 katlı yaklaşık 170 m yüksekliğinde.

Tasarım

Bishopsgate kuleleri ve Elephant binası tasarımında benzer konseptler, ilkeler ve metodolojiler üzerine çalışılmıştır. Bu da Yeang'ın 'yeşil gökdelen' ve 'dikey kent planlama' kavramlarıyla ortaya koyduğu tasarım karakterini oluşturmaktadır. Yeang'ın

bakış açısıyla tasarımlarda sosyal sürdürülebilirlik, çevresel sürdürülebilirlik ve pasif düşük enerjili çözümler bütünleşik olarak ele alınmaktadır. Yaratılmak istenen kavram ‘gökyüzü şehirleri’ oluşturmaktır. Bu kavram kentlerde bulunan parklar, alışveriş alanları, sosyal tesisler, sosyal konutlar, eczaneler, postaneler, v.b. gibi birimlerin gökdelenlerin tamamına programlanabileceği ve açık kamu alanlarının örneğin parkların, yarı özel alanların örneğin bina girişlerinin ve lobilerinin veya tam özel alanların örneğin balkonların mekânsal programlaması anlamına gelmektedir (Şekil 4.52).



Şekil 4.52. Bishopsgate kuleleri a) tip kat planı (URL-58), b) şematik kesit (Rizhards, 2001)

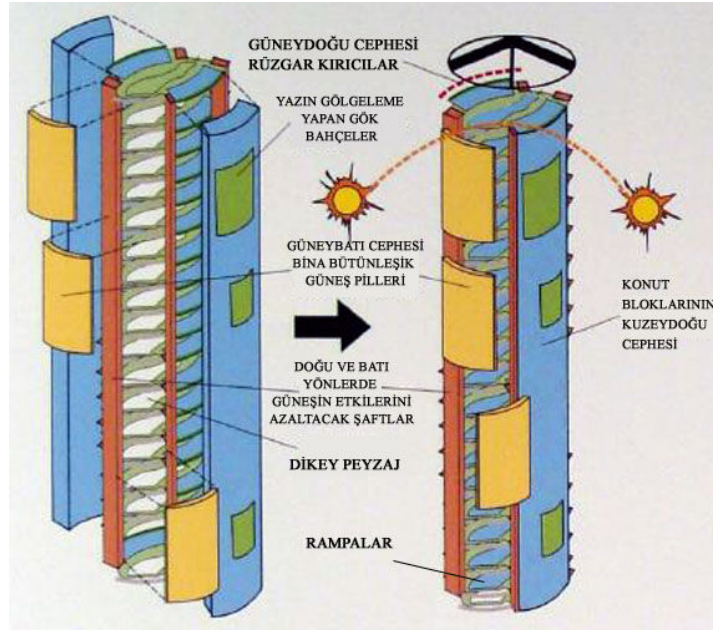
Sosyal sürdürülebilirlik yaklaşımına göre gökdelenlerin gökyüzü kentleri olabilmesine dayanmaktadır. Örneğin şehrin ayrılmaz parçalarının ve dinamiklerinin de içinde olduğu tasarımlardır. Gökyüzü kenti konsepti, yerel bir takım kentsel şekillenmelerin zeminden yukarılara doğru taşınmasına olanak tanımaktadır. Sağlıklı

yaşam alanlarının ve mekânların sadece yatayda ilerleyen kentsel bir planda değil, dikeyde de bölümlenerek yataydaki alışkanlıkların devamlılığını önermektedir.

Yüksek katlı binalarda nüfus yoğunluğu hektar başına 750 kişidir. Böyle bir yoğunluğu olan programlar orta ve az katlı binalarda sağlamak mümkün olamamaktadır. Bishopsgate kulelerinin kullanıcıları; farklı yaşlardan, kazançlardan, mesleklerden ve farklı aile yapılarından olabileceği düşünülerek 41 adet sosyal konut, 28 adet devlet destekli konut (iki veya üç odalı), 109 adet banka faizli satılan konutlar ile çatı arası daireler planlanmıştır.

Çevresel sürdürülebilirliğe baktığımızda; sistemlerin tamamı ve yakın çevrenin fonksiyonelliği de hesaba katılmaktadır. Tasarlanan sistemin dış çevre ve ekosistem ile olan ilişkileri, dış bağlantılarını oluşturmaktadır. Tasarlanan sistemin aktiviteler ve işletme ile olan ilişkileri ise iç bağlantılarını oluşturmaktadır (Yeang, 1999). Dışla ilgili olan bağlılık, bina yapım sürecinde harap edilmiş alanın ekosistem dengesinin bozulmasını engellemek amacıyla bio çeşitlilik ve bio yoğunluk değerlerinin, toprak, hayvan ve bitki dengesinin tekrar sağlanmasına yönelik iken; içle ilgili olan bağlılık binanın çevresel etkilerinin pasif tasarım yöntemi ile enerji kullanabilmesi, karma yöntem ile pasif tasarım ilkelerinin yeterli olmadığı alanlarda yapay sistemlere başvurulması, tam yöntem ile aktif enerji sistemlerinin düşük CO₂ emisyonu sonuçları vermesi dâhilinde kullanılması ve üretici yöntem ile de enerji üretebilecek aktif sistemlerin enerji üretebilmesi olarak sayılabilmektedir (Yeang, 2006).

Yapı tasarımı için birçok pasif tasarım kararı alınmıştır. Bina biçimi iklimsel verilerden korunabilecek şekilde ortaya çıkarken bina yönü, kışın ve ara mevsimlerde maksimum güneş kazancı yazın ise maksimum gölgeleme sağlayacak şekilde konumlandırılmaktadır. Yazın güneşten korunma sağlamak için asansör shaftları kuzey-doğu ve batı cephelerine doğru yerleştirilmiştir. Çift kabuk yapı ile rüzgârın sert ve doğrudan etkileri azaltılırken, gün ışığı maksimum şekilde iç mekâna doğru alınabilmektedir. Güçlü rüzgârların esintilerini azaltmak için ağ görünümlü rüzgâr kırıcıları, geceleri binanın ısı kaybını engellemek için yalıtımlı kapılar ve iç panjurlar bulunmaktadır (Şekil 4.53).



Şekil 4.53. Bina formu ve tampon bölge bileşenlerinin şematik anlatımı
(Richards, 2001)

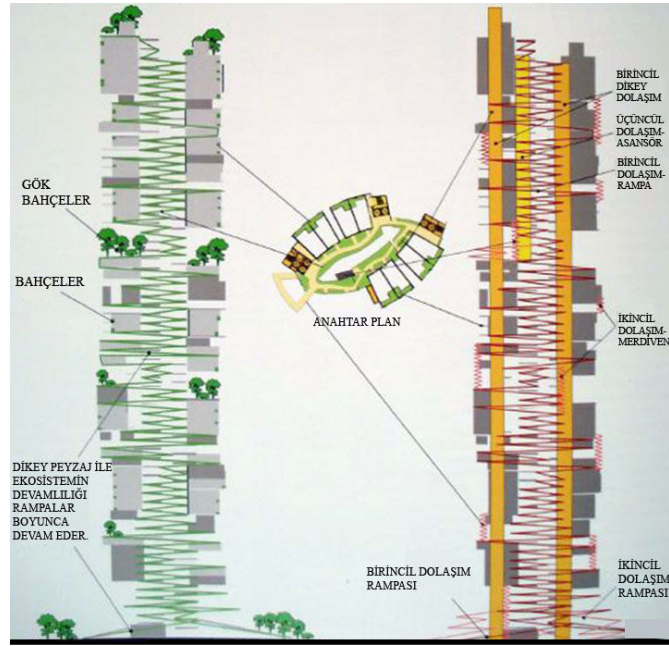
Yeang'in tasarım yaklaşımına göre kabuk formundan oluşacak bir mimari tasarımın dışında planın ihtiyacına göre yapılmış bir kabuğun oluşturulduğu görülmektedir. Mekânsal ihtiyaçlar, sosyal ihtiyaçlar ve çevresel ihtiyaçlar tamamlandıktan sonra bina cephelerinin şekli ortaya çıkmaktadır.

Dikey Peyzaj

Peyzaj planlanmasında ise her bir mekânın arkasında ve önünde bir bahçe ve her bir ev grubunun kullanabileceği şahıslara özel yeşil balkonlar bulunmaktadır. Açık alanlar birbirine bağlanırken yeşil rampa ile devam ettiğinden dikey peyzaj bu şekilde süreklilik kazanmış olmaktadır (Şekil 4.54).

Bitkilendirme, yazın aşırı güneş kazancını engellemek, emmek ve yansıtmak için tampon görevi görürken, kışın rüzgârı kesmek için yine tampon görevini yapmaktadır.

Ayrıca yazın bitkiler üzerinde oluşan nemli çimen ve toprak yüzeyler geceye doğru serinlik oluşturarak binanın sağlıklı olmasını sağlamaktadır.



Şekil 4.54. Bishopsgate kulesi şematik anlatımları: a) dikey peyzaj, b) dolaşım
(Richards, 2001)

Elektrik-Güneş Pilleri

Güneş pilleri binanın tamamında enerji ihtiyacında yeterlilik sağlayan aktif enerji sistemleridir. 50 katlı karma kullanımlı kulede 22.990 m²'lik ev alanının yıllık enerji tüketimi 4580 MWh, 8.660 m²'lik ticari alanın yıllık enerji tüketimi 2165 MWh olarak öngörülmektedir. Fotovoltaikler güneydoğu cephesine 30°'lik eğimle yerleştirilmiştir. Ayrıca aynı uygulama yapı boyunca güneybatı cephesine 31 m x 0,5 m x 50 kat=775 m²'lik bir alana uygulanmıştır. %13'lük fotovoltaik potansiyel güç çıktısı göz önünde tutulursa, her bir plakadan 10 kWh enerji elde edilebilmektedir.

Eğer bulutlar tarafından herhangi bir gölgelenme olursa 70 MWh enerji elde edilirken sadece güney cepheden 50 kWh enerji elde edilebilmektedir. Bu uygulama ile binanın toplam enerji ihtiyacının %0,7'si karşılanabilmektedir (Şekil 4.55).

Elektrik-Rüzgâr Türbini

Yoğun kent yerleşimlerinde rüzgâr türbinlerinin yerleştirilebileceği en uygun yerler çatılardır. Hâkim rüzgârın yönü esas alınarak çatı konumu kuzeye doğru 220° açıyla yerleştirilmiştir. Bu tip bir kullanım çok yaygın olmamakla birlikte, ekonomik değildir. Yatay aksta yerleşen burgu şeklindeki üç kanadın rüzgâra karşı hareketi sayesinde rotor döndürülerek enerji kazancı sağlanmaktadır. Eskizleri çizilen Darrious model rüzgâr türbini bütünleşik tasarım mimari elemanı olarak kullanılabilme özelliğindedir.

30 m uzunluğunda en büyük türbin olan tek bir türbinden 50 kW'a kadar etkin güç elde edilebilmektedir. 4,5 m kanat uzunluğunda küçük türbinler ile 6-10 kW arasında etkin güç üretebilmektedir. Bu uygulamayla yaklaşık olarak binanın yıllık enerji tüketiminin %1'ini karşılayabilmektedir.

Gürültü, rüzgâr türbinlerinin uygulandığı binalar ve alanlar için mevcut bir problem olmakla birlikte 35 ile 45 dB arasında gürültü düzeyi meydana gelmektedir.

Su Yönetimi

Yapı da; Bina nüfusu=1.578 kişi (1 kulede)

Su tüketimi =1 kişinin 1 günde tükettiği 60 litre

=60 x 1.578 kişi

=1 günde su tüketimi toplam 94.680 litredir.

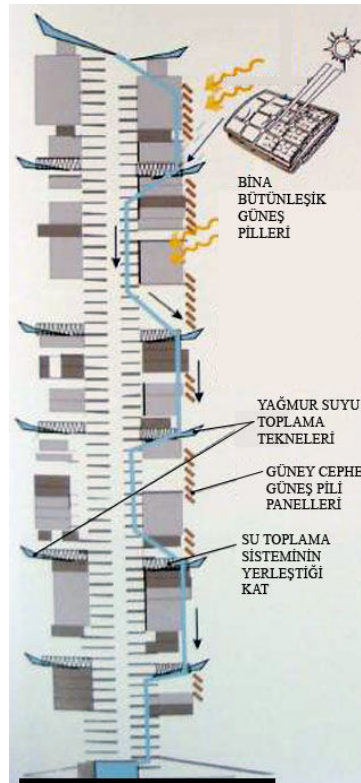
=94.68 m³ x 365 gün

=1 yılda su tüketimi toplam 34.558 m³

Toplam yağmur suyu toplama alanı=1.200 m² (çatı)+500 m²=1.700 m².

Yağmur suyunun geri dönüşümü binanın toplam su tüketiminin %2.9'unu karşılamaktadır. Londra'ya 1 yılda düşen yağmur suyu 0,593 m, 1 yılda toplam yağmur suyunun hacim miktarı 1.008 m³, yağmur suyu toplama sisteminden suyun kendi kendine yetebilme oranı $1.008 : 34.558 \times \%100 = \%2.9$

Bunun dışında Londra yer altı su kaynakları bakımından çok zengin olduğundan bazen aküferlerdeki derin sular Londra kentinin altyapılarını tehlikeye sokmaktadır. Bu gibi durumların olması anında yer altı sularını sondaj kuyuları yardımıyla yine binanın tuvalet suyu ve bitkilendirme alanları için kullanılan şaftlara alınabilme imkânı sağlanmaktadır (Şekil 4.55).



Şekil 4.55. Yağmur suyu toplama sistemi ve bütünleşik güneş pili şematik anlatımı (Richards, 2001)

Atık Yönetimi

Su arıtma sistemi, yağmur suyu toplama sistemi ile ortak bir şafta bağlanmaktadır. Lavabo, banyo ve yağmur suyu toplanarak yerin altındaki depolama tankında süzülmekte ve tortularından arındırılmaktadır. Daha sonra tuvalet suyu ve bitkilendirme alanlarının sulama ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılmaktadır.

Yağmur suyu depolama imkânı mevsimsel koşulların izin verdiği şekilde olurken, gri su dönüşümü 24-48 saatlik dilimler sonrasında tuvalet sularında kullanılabilir şekilde pompalanabilmektedir. Her bir kuleden günde 31.000 litre gri su çıkmaktadır. Bunların depolandığı 4 x 4 x 2 m³ ölçülerinde gri su tankı, 3 x 3 x 2 m³ ölçülerinde yağmur suyu tankı ve 2 x 2 x 2 m³ ölçülerinde arıtma tankı bulunmaktadır.

Yapı Sistemleri

Kulelerin taşıyıcı sistemi plan da köşelere yerleştirilen servis alanlarını saran perde duvarlar ile sağlanmaktadır. Her 10 katta bir yükün kolonlara aktarılması hedeflenmiştir. Her bir şaft için en alt katlarda kesit alanı yaklaşık 10-15 m²'dir. Temel yapımında ise Londra gibi sulak alanları fazla olan ve sert kayalık zemini az olan bir yerde 40-50 m kadar kazı yapılmıştır.

Çizelge 4.10. Bishopsgate kuleleri, ekolojik tasarım parametrelerine göre değerlendirme tablosu

YAPIM YILI (1990 SONRASI)		1999 - beklemede		
BİNA TİPİ		KARMA		
İKLİM TİPİ		İLİMAN		
BİNA FORMU	KARE/DİKDÖRTGEN			
	DAİRE/ELİPS	√		
	ÜÇGEN/ÇOKGEN			
TARİHİ YAPIYA DUYARLILIK				
EKOLOJİK TASARIM PARAMETRELERİ	YÖNLENME	DOĞU-BATI		
		KUZEY-GÜNEY	√ / √	
	İKLİM	İKLİM VERİLERİNİN KULLANIMI	√	
		PEYZAJ	ARAZİDEKİ BİTKİ DOKUSUNDAN YARARLANABİLME	√
			YENEBİLİR PEYZAJ KULLANIMI	√
	YEŞİLİN YAPI İÇİNDE KULLANIMI		√	
	ÖNCELİKLİ TASARIM KRİTERLERİ	HAVALANDIRMA	√	
		SOĞUTMA-SERİNLETME		
		ISITMA		
		AYDINLATMA		
	ATIKLAR VE GERİ DÖNÜŞÜM	YEREL MALZEME KULLANIMI		
		GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİRLİK		
		GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ MALZEME KULLANIMI		
SU	YAĞMUR SUYUNUN KULLANILMASI	√		
	YAPI KABUĞU SERİNLETME AMACIYLA KULLANIMI			
PASİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	HAVALANDIRMA	RÜZGAR BACASI	
			KANAT DUVAR	
			ATRİUM	√
	GÜNEŞ ENERJİSİ	AYDINLATMA	IŞIKRAFI	
			IŞIKTÜPÜ	
			ATRİUM	
		ISITMA	IŞIK KUYUSU	√
			GÜNEŞ ODASI	
			ÇATI HAVUZU	
	SOĞUTMA	TROMBE DUVARI		
SOĞUTMA KULESİ				
BİO-BÜTÜNLEŞME			√	
AKTİF BÜTÜNLEŞİK TASARIM TEKNOLOJİLERİ	RÜZGAR ENERJİSİ	ELEKTRİK ÜRETİMİ	RÜZGAR TÜRBİNİ	√
			GÜNEŞ ENERJİSİ	ISITMA
	ELEKTRİK ÜRETİMİ	KOLEKTÖR		

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

20.yüzyılın ikinci yarısında başlayan 1970 yılı petrol krizi ile enerji tüketimi ve enerji ihtiyacının tüm dünya genelinde özellikle gelişmiş ülkeler tarafından dikkat çekmiştir. O dönemden sonra yapılan konferanslar ve toplantılar da sık sık çevre kirliliği, bio-çeşitliliğin azalması, iklim değişikliği, küresel ısınma konularından bahsedilmiştir.

Tüm dünya ülkeleri bu enerji krizini ekolojik nedenlere bağlarken sanayinin gelişmesi, artan tüketim, hammaddenin yeterli gelmemesi, teknolojinin gelişmesi yıllar yılı devam ederek 1987’de yayınlanan Brundtland Raporuna kadar ciddiyetinin anlaşılmasını sağlamıştır. O dönemde modern hayatın getirdiği üç sektör sanayi, ulaşım ve inşaat şimdi olduğu gibi artış göstermektedir. İnşaat ve mimarlık alanında gelişimin kötü yan ürünleri olan binaların enerji tüketen bir makine gibi değil, enerji üreten bir jeneratör gibi çalışmasını sağlayacak mühendislik ürünlerinin, mimari ile bütünlük içinde ortaya koyabilme olanaklarını vurgulamaktadır.

Günden güne gerek inşa süresinde gerekse gelişen teknoloji donanımının arttığı günümüzde kullanım süreleri boyunca harcanan enerjinin ve malzeme miktarının çevreye verebileceği zarar dikkate alındığında seçilen mimarlara ait ekolojik yaklaşım ile tasarlanan bu 10 yapı örneğinin önemi bir kez daha anlaşılmaktadır.

Hazırlanan tabloya göre örneklerin genel bir değerlendirmesi yapıldığında;

- Planlamada öncelikli olarak tasarımın gerçekleştirileceği arazinin konumu ve topografik durumunun da değerlendirilmesiyle bina geometrisine ve geometrinin arazi üzerinde en uygun şekilde yönlendirilmesine dair kararlar belirlenmektedir. Böylece yapı ile hâkim rüzgâr ve güneş arasındaki en doğru ilişkinin kurulması amaçlanmakta, iklimlendirme, havalandırma, aydınlatma gibi konfor koşullarının sağlanmasında iklimsel verilerden maksimum seviyede yararlanılmaktadır.

- İncelenen 10 örneğin sosyal sürdürülebilirlik kavramı altında ele alınan tarihi ve kültürel kimlik özelliklerinin en fazla Norman Foster'ın binalarında veya çevresinde görülmektedir. Foster tasarlayacağı arsanın ve etrafındaki binaların tarihlerini de, varoluş hikâyelerini de mimari biçim kararlarına ve sürecine yansıtmaktadır.
- Ken Yeang'ın incelenen 5 binasının da gökdelen ya da yüksek yapı sınıfına girdiği, Norman Foster'ın incelenen 5 binasından 2'sinin yüksek bina, diğerlerinin ise az katlı olduğu, ancak alçak katlı binalar olmalarına rağmen önerdikleri eko-teknolojik yaklaşımlarla buldukları şehirlerin enerji kullanımı konusundaki hassasiyetlerinin bilincinde olduklarını vurgulayan semboller olduğu da görülmektedir.
- İki mimarın da iklimsel verilerin tamamını kullandıkları görülmektedir. Hâkim rüzgâr, güneş ışınım değerleri, sıcaklık ortalamaları, yıllık yağış miktarı v.b. birçok veri sonucunun bir araya gelmesi ile tasarım ortaya çıkmaktadır. Yapılan incelemeler sonucunda Norman Foster'ın kabuk formuna verdiği önem daha fazlayken, Ken Yeang için iklim verilerine dayalı projelendirilen plan ve kesit düzleminde işlevsel özelliği ortaya koyduktan sonra çıkan sonucun oluşturduğu biçim daha çok geçerlilik kazanmaktadır.
- Ayrıca, bina formu, enerji gereksinimlerini azaltıcı yönde önemli bir etkidir. Foster'ın daha kompakt, kendi form yapısı ve yapı kabuğu için çözüm bulan bir yaklaşımı varken; Yeang'ın dışa dönük, ekosistem ile birlikte hareket ederek hatta yan binalarla dahi ekolojik sorunlara çözüm bulma arayışına yönelik yaklaşımları olduğu anlaşılmıştır.
- Yapı kabuğunun performansını arttırıcı uygulamalara tüm projelerde rastlanmaktadır. Kabuğun oluşumunda akıllı malzeme seçimi, yenilikçi teknolojilerin kullanımı, doğal havalandırma ve güneş kontrol imkanlarının bir arada sunulduğu cephe sistemleri kullanılmıştır.
- İncelenen 10 farklı bina tipolojilerindeki ekolojik tasarım örneklerinin tamamında iklimsel verileri kullanarak öncelikle pasif tasarım ilkelerine dayalı enerji kazancı yöntemlerinin tercih edildikleri ve bu sayede enerji tüketimine en fazla neden olan

soğutma yükünü azaltmak ve güneşini kullanarak doğal aydınlatma sağlamak istenmektedir. Tabloya göre tasarlanan projelerde mimari bütünleşik aktif teknolojilerinin pasif tasarım teknolojilerinden neredeyse %25'inden daha az bir oranda uygulandığı ve alınan pasif tasarım kararlarının yarısından fazlasının da tropik, ekvatorial, çöl ve karasal iklim kuşaklarında yapılan ve yapılması planlanan projeler olduğundan 'doğal havalandırma' esas alınarak düzenlendiği görülmektedir.

- 10 adet binanın öncelikli tasarım kararlarının %90'ının havalandırmaya yönelik çözümler üretmek olduğu, bunu yanında öncelikli tasarım kriteri olarak ele alınmasa da iklim şartlarına göre çözüm bulmuş yapıların tamamında da doğal aydınlatma konusuna da oldukça önem verilmiştir. Doğal havalandırma, iklim koşullarının sertleştiği veya bina iç ortam koşulları ile dış ortam koşullarının dengelendiği anda etkin olamadığından bir takım bütünleşik aktif sistemler otomatik olarak devreye girmektedir. 'Havalandırma' sağlanmasına öncelik verilen binaların %44'ünde aktif sistemler soğutma sağlayabilmiştir.

- Bina iç mekân organizasyonlarında, atrium mekânlar ise hem aydınlatma hem de havalandırma sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Atrium boyunca süzülen ışığın doğal aydınlatma olarak kullanımının Foster'ın kompakt ve içe dönük yapı kabuğunda daha sık kullanıldığı görülmektedir. Ancak atrium mekânların yanlarında yer alan yeşil teraslar, balkonlar, gök bahçeler, atrium çevresinde rampalarla beraber ilerleyen dikey peyzaj ve dışa dönük yapı kabuğunun cephelerine düşen güneşini toplayarak mekan içlerine kadar binaya özgü çözümlerle Yeang'in binalarında daha fazla kullanıldığı da görülmektedir.

- İki mimarın pasif tasarım ilkelerine öncelik vermesi önemli olmakla birlikte tamamen pasif kararlara dayalı çözümler binanın kullanım ömrü boyunca yeterli olamamaktadır. Bu çözümler binanın kullanım sıklığı, insan yoğunluğu, iklimsel verilerin dünya genelinde gittikçe düzensizleşmesi, tamamen pasif tasarım olsalarda binaların şehir merkezlerindeki alanlarda farklı iklimik etkilere maruz kalması gibi nedenlerden dolayı aktif sistemlerinde binaların mimarilerinde ve form karakterinde yer aldığı görülmüştür. 10 adet binanın 5'inde bina bütünleşik güneş pilinin, 2'sinde kolektörün, 1'inde ise bina tepesinde dikey akslı bina bütünleşik rüzgâr türbininin

kullanımına ihtiyaç duyulduğu anlaşılmıştır. Çıkan sonuçlara göre enerjinin büyük bir kısmının elektrikle sağlandığı, bu nedenle tercih edildiği yorumuna varılmıştır.

- Binanın bütününde pasif ve aktif bütünleşik kararlarla uygulanması planlanan sistemlerin enerji kazancı ve enerji performans artırımı sağlamasının yanında CO₂ emisyon oranına etkileri de azalmaktadır. İnşa edilen yapılarda bir taraftan bu konuya dikkat edilirken diğer taraftan buldukları arsanın ekosistem ve ekolojik yapısı bozulmakta, o alanda bulunan bitki ve hayvan çeşitliliğini de azalmaktadır. Yeang hemen hemen tüm tasarımlarında binaların ekosisteme bütünleşik olan kurgularından ve planlarından bahsetmiştir. Bu anlayışı da bio-bütünleşme diye adlandırmaktadır. Yeang, bu tasarım yaklaşımı ile bozulan sistemin büyük bir oranının binanın dikey peyzajında tamamlanabileceğini vurgulamaktadır. Yeang'ın bu bakış açısı Foster'ın mimari giyim tarzına uymamaktadır. Foster, sadece gök bahçe fikrini birkaç binasında uygulamıştır.

Biobütünleşme kavramı özünde birçok düşünce ve uygulama pratiğini barındırmaktadır. Bioentegrasyon bina yapımından önce çevre ekosisteminin varlığının devam etmesi hususuna dikkat etmektedir. Yapılacak binanın alanında geçmişteki toprak, bitki ve canlı ekosistem özgeçmişlerine saygı duyarak, doğadan aldığı kadarını tekrar yerine koyarak dengenin bozulmamasını sağlamaktadır. Diğer bir yararı ise doğadaki ekosistem dengelerinde bırakılan atığın tekrar ekosistem tarafından geri dönüştüğü, ya da yok edildiği görülmektedir. İşte binalarında hem inşa edildikleri ekosistem değerlerini bozmamaları hem de kullanım ömrü boyunca bırakılan atıkların, suların geri dönüştürülerek kullanımı istenmektedir. Bu kavramın temsilcisinin de Yeang olduğu görülmektedir.

- Tüm örnek binalarda enerji kullanımına ilişkin kaygıların başlıca konu olduğu görülmektedir. Pasif tasarım ilkelerine dayalı tasarım kararları ile minimum enerji tüketimi ve maksimum kazanç sağlama düşüncesi, enerji etkinliğini sağlayan sistemlerin kullanımı ile yapay yolla elde edilen aydınlatma, ısıtma, havalandırma ve soğutma ihtiyaçlarının azaltılması için geliştirilen stratejilerde somutlaşmaktadır. Tüm binalarda, pasif ilkelerin kullanımına yardımcı olması için yenilebilir enerji

kaynaklarının kullanımı ile de çevreye verilen zararı daha da indirme kaygısı bulunmaktadır.

- Örneklerdeki binalara baktığımızda enerji tüketimi, enerji kazancı ve doğru pasif çözüm sunan uygulamalara oldukça önem verilirken atık yönetimi ve su yönetimi konularında gereken hassasiyetin her binada ele alınmadığı gözlenmektedir.
- Tezin tamamında bahsedilen sistemlerin uygulama açısından gerçekliklerinin sorgulanması, ne kadar verimlilikte ne kadar süre kullanım ömürleri olduğu, kullanım sırasındaki bakım-işletim giderlerinin ne kadar olduğu konusunda detaylı bilgi bulunamadığından, tez kapsamında uygulanabilme gerçekliklerinin belirlenmesinde sadece mimarların tasarımlarında tercih edilme sıklığına bakılarak bir yorum yapılabileceği, ancak; bu yorumun genel bir yargı oluşturmadığı da anlaşılmıştır.

Yapılan değerlendirmeler sonucu ortaya koyulan veriler; binaların yapıldıkları coğrafyaya ve iklime dayalı tasarım kararlarına bağlı olduğunu göstermiştir. Buna göre Türkiye’de bu iklimsel verilerin varlığı araştırıldığında, Türkiye, sıradağ yapıları, üç tarafının denizlerle çevrili olması ve geniş ovaları nedeniyle dört farklı mevsimin yaşandığı bir ülkedir. Türkiye’nin geneline bakıldığında karasal, ılıman ve nemli iklim özelliklerinin daha fazla hâkim olduğu görülmüştür. Bu özelliklere göre çevre duyarlı pasif sistem bileşenlerinin kullanıldığı ekolojik bir tasarım meydana getirmek mümkünken, öte yandan mühendislik ürünlerinin de yani eko-teknolojilerinde kullanıldığı yapılar yapma imkanı bulunmaktadır. İncelenen binaların iklimsel verilerinin tamamı Türkiye koşullarına uyumlu olduğundan binaların bu iklimlerde yapılabileceği sonucuna varılmıştır. Ancak Türkiye, farklı iklim bölgelerine sahip olmasına rağmen yıllardır her iklime inşa edilen tip projeciliğin kurbanı olmuştur.

Diğer bir değerlendirme sonucuna göre pasif tasarım kararlarının uygulanması için mimari bilgi birikimi gerektiği ve ülkemizde henüz bu bilgi düzeyinin sağlanamamasından dolayı, ülkemizin yenilenebilir enerji zenginliklerinin kullanılabilmesi de göz ardı edilmektedir. Buna göre; inşaat yapım aşamasında yapı malzemelerinin çevreci verilerinin de ele alındığı, tüm şantiye organizasyonunun, kullanıcının ve müşterinin de içinde dâhil olduğu bina yapım sürecinin benimsenmesi

ve bu süreç ile ortaya çıkartılan sonuç ürünün sürdürülebilirlik özelliği kazanmış, tüm eko-teknolojik yapı sistemleriyle mimarlık ürünü olmuş, bütünsel bir yaklaşım olabileceği bilincine varılmalıdır.

Türkiye’de uygulanacak ekolojik yapıların, öncelikle yenilenebilir enerji kaynakları açısından yüksek potansiyele sahip bölgelerde uygulanması ile bu bölgelerin özelliklerine uygun ekolojik yapı tasarımlarının yapılması, tasarlanan sistemlerin ve binanın tamamının maksimum kazanç elde edilmesini sağlayacaktır.

Her alandaki enerji kullanımına bağlı ihtiyacının artış göstermesi, bina yapımı, kullanımı ve hatta yıkım evrelerinde de gözükecektir. İncelenen örneklerin yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve her yeni çıkan teknoloji ve malzemenin, bu tip binaların yapımında hiçbir zaman istenilen uygun maliyetlere inemeyeceği çıkarımına varılmıştır.

Bu tip binaların yapılması büyük şehirler yaşayan fazla nüfusun mekân ihtiyacını karşılayabiliyorken, sadece bu nedenden dolayı kırsal, yöresel ve geleneksel tasarım sürecinin, inşasının ve malzemenin yerini alıyormuş ve tek tasarım yaklaşımıymış gibi ele alınması üzüntü verici olmaktadır. Geleneksel olanın 21.yüzyıl ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte ekolojik olmasının yanında her inşa edildiği coğrafyanın yerel toplumu için kültürel bir parça da olmaktadır.

Bu tez ile birlikte bir kez daha görülüyor ki; yaşanabilir ve sürdürülebilir çevrelerin oluşturulması için mimarlık mesleği, yapılarda enerji etkinliğini ve korunumu sağlama, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarını tercih etme ve geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımı ile ilgili önemli bir misyon üstlenmek zorundadır. Bilimdeki ilerleme devam ettikçe mimari tasarım ve yapı üretimi olanaklarını arttırmakta, geçmişe göre daha az maliyetli, daha konforlu, daha çevreci ve daha sağlıklı yapılar yapma fırsatı vermektedir.

Bina bütünleşik eko-teknolojik sistemlerle meydana getirilen ekolojik tasarım ürünlerinin pasif bütünleşme ve aktif bütünleşme kavramları çerçevesinde ve bu sistemlerin örnekler üzerinde varlığının sorgulanması bağlamında; tezin mimari bütünleşme konusunda yapılacak çalışmalara yön verebileceği de düşünülmektedir.

EK AÇIKLAMA BÖLÜMÜ-A

A.1. Enerji ve Enerji Kaynakları

İnsanoğlunun yaşamının kaynağı olan enerjinin tarihi, insanlık tarihi kadar eskidir. Yaşamını devam ettirebilmek için ilk olarak gıdayı enerji olarak kullanan insanoğlu, ikinci olarak ateşi enerji olarak kullanmıştır. Uygarlığa ilk adım ateşin bulunuşuyla gerçekleşmiştir. Göçebe yaşantıdan yerleşik düzene geçilmesi ile basit teknolojiler ihtiyaçlara cevap verebilmek için tarımda ve hayvancılıkta kullanılmaya başlanmıştır. Diğer ülkelerin keşfedilmesi ve ticari dünya düzeninin başlamasıyla uzmanlaşma başlamış ve her uzmanlık alanına göre o dönemin yeni teknolojileri ortaya çıkmıştır. Her yeni teknolojinin ortaya çıkması hammadde ve enerji tüketimini hızlandırmıştır. 19.yüzyılın sonlarına doğru buhar makinesi ulaşımda kullanılmaya başlanmış, su gücü ise vazgeçilmez enerji kaynağı olarak uzun yıllar tercih edilmiştir. Yaklaşık M.Ö. 100'de kullanılmaya başlanan su çarkları, insanların tarım yapmasına olanak sağlamıştır. M.S. 12.yüzyılda yaygınlaşan yel değirmenleri ile insanoğlu rüzgâr gücünden yararlanmaya başlamıştır. Uzun süre tarım ürünlerinin öğütülmesinde kullanılan yel değirmenleri, 19.yüzyılın sonunda elektrik elde etmekte kullanılmaya başlanmıştır (Özdoğan, 2005).

40-50 bin yıl önce başlayan değişik enerji kaynaklarından yararlanma süreci, 12.yüzyıla dek yavaş adımlarla ilerlemiş, 16.yüzyıldan sonra özellikle kömürün bulunması ile hızlı bir artış başlamıştır. 1600'lerin sonlarında buhar makinesinin icadıyla, ısı enerjisi iş yapmada kullanılmaya başlanmıştır. Sanayi devrimi, kömürün ve ısı makinesinin bulunması ile genişleyip büyük kitleleri egemenliği altına almıştır. 19.yüzyılda petrolün bulunmasıyla bu egemenlik daha geniş boyutlara taşınmıştır (İnan, 1995). 20.yüzyılda gelişen teknoloji ile birlikte enerji kullanımı da artmıştır. Enerji kullanımının hızlı bir şekilde doruklara çıktığı yüzyıl olmuştur.

Enerji kullanımının artış gösterdiği ve petrol krizinin yaşandığı dönemlerde, gelişmiş olan devletler enerji kaynaklarının sınırlı olduğunun farkına varmışlardır.

Çalışmalara başlamışlar, yenilenemeyen kaynakların yoğun olarak inşaat ve ulaşımaya dayalı tüketimine karşılık yeni politik ve uygulama kavramı olan ‘sürdürülebilir kalkınma’ kavramını ortaya koymuşlardır.

Politik çerçevelerle sürdürülebilir kalkınma hedefleri belirlenen bir geleceğe mimarın katkısı ne olabilir sorusuna yanıt ararken; sürdürülebilirliğin insan, kültür ve doğa kaynaklarını korumakla özdeş olduğu düşünülerek, öncelikle tükenen enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılacağı bir mimariden söz edilebilir. Bu kaynaklardan en kolay ulaşılabilenleri güneş ve rüzgâr enerjisidir (Çimen, 2001).

Enerji alanında sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi üç ana ilkeye dayanmaktadır:

- Enerjinin etkin kullanımı ve enerji tasarrufu;
- Enerji üretimi ve kullanımının çevrede meydana getirdiği olumsuz etkilerin ve kirlenmenin en aza indirilmesi için çevre dostu enerji stratejilerinin geliştirilmesi;
- Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının artırılması ve bu alandaki teknoloji yeteneğinin yükseltilmesi (URL-60).

Bu ilkeleri daha iyi anlayabilmek için enerji kavramını tanımlamak gerekmektedir:

“Enerji, maddede var olan ve ısı, ışık biçiminde ortaya çıkan güç”tür (Türkçe Sözlük, 1998).

Enerji, fizikte iş yapabilme yeteneğidir. İş, kuvvetle kuvvetin etki ettiği yönde kat edilen mesafenin çarpımına eşittir. Dolayısıyla, yapılan bir işten söz edilebilmesi için bir kuvvetin varlığı ve bu kuvvetin etki noktasının hareket ediyor olması gerekmektedir. Kuvvetse herhangi bir kütlenin hızını değiştirebilme yetkisidir. Birimi Newton’dur. 1 Newton’luk bir kuvvetin etki noktasını, kuvvet yönünde 1 metre hareket ettirilirse, 1 Nm’lik iş yapmış olunmakta ve bu iş ya da enerji birimine de Joule denmektedir. Uygulanan kuvveti ne kadar uzun mesafelerle hareket ettirilirse o kadar çok iş yapmış olunmaktadır. Eğer saniyede 1 joule’luk iş yapabiliyorsa, gücünüz 1 joule/sn ya da watt, 100 joule’luk iş yapabiliyorsa, 100 watt ya da 0,1 kilowatt’tır. Benzer şekilde,

milyon watt'a kısaca Megawatt (MW), milyar watt'a Gigawatt (GW), trilyon watt'a Terawatt (TW) denir. Eğer 1 kW'lık güç düzeyinde bir saat çalışılırsa, 1 kilowattlık (kWh) iş yapmış ve bir o kadar da enerji harcamış olursunuz (Altın, 2002).

“Enerji, klasik termodinamikte, iş yapabilme kabiliyeti olarak tanımlanır. Pratikte ise, sanayileşmiş toplumların ayrılmaz bir parçasıdır” (Uyarel ve Öz, 1987).

“Enerji elle tutulamayan gözle görülemeyen, bir anlamda maddesel varlığı olmayan bir güç olarak tanımlanır. 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 (Göksu, 1999). Madde, enerji dönüşümünün sağlanmasında, enerji kaynağı olarak kullanılmasında etkindir.

Dünyamızın mevcut enerji kaynakları, ‘yenilenemeyen’, ‘yenilenebilir’ ve ‘yeni’ olarak sınıflandırılmaktadır. Kömür, petrol ve doğalgaz, fosil tabanlı yani yenilenemeyen kaynaklardır. Su, rüzgâr, güneş, jeotermal ve biokütle yenilenebilir kaynakları oluşturulmaktadır. Nükleer enerji, yakıt hücreleri ve hidrojen enerjisi gibi yakın zamanlarda gündeme gelmiş kaynaklar ise yeni kaynaklardır (Altın, 2002).

A.1.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Yeşil bitkiler, canlılar toprak, sıvı ve gazlarla toprağın altında güneş ışınlarına maruz kaldıkça tortulaşıp birikmekte ve dönüşmektedir. Bu durum milyon yıllar boyunca aynı şekilde gerçekleşmesiyle fosil yakıtlar, kömür, doğalgaz ve petrol oluşmaktadır. Bu oluşumlar uzun sürede gerçekleştiğinden dolayı, gerçekte tükenebilir ve yenilenemeyen kaynaklar olarak adlandırılmaktadır (Lechner, 2009). Endüstri devriminin başlangıcından bu yana, giderek artan ve aşırı boyutlara ulaşan, artışı tükenme pahasına sürdürülen fosil yakıt kullanımı, enerjiye bağlı çevre sorunlarının oluşmasının temel nedenidir. Enerji üretiminin neden olduğu çevresel etkiler şunlardır: Asit Kirleticiler, Küresel Isınma, İnsan Sağlığı, Partiküller, Ağır Metaller, Tehlike Afet

Olasılığı, Atık Sorunu, Çirkin Görüntü, Gürültü, Işık Kirliliği, Radyasyon Kirliliği ve Arazi Gereksinimidir (Öztürk, 2008b).

Fosil yakıt kullanımı atmosfere önemli miktarlarda kükürt dioksit, karbondioksit, metan ve nitrik oksit gibi gazlar salmaktadır. Bunlardan kükürt dioksit asit yağmurlarına yol açmaktadır. ‘Sera gazları’ denilen diğerleriye, yeryüzüne çarpıp yansıdıktan sonra frekans dağılımı değişen güneş ışınlarını soğurarak, uzay boşluğuna geri kaçmalarını kısmen önlemektedir. İnsanoğlunun neden olduğu sera etkisine %50 oranında CO₂’in neden olduğu hesaplanmaktadır (Selici ve Ark., 2009). İnsanoğlunun çeşitli etkinliklerinin küresel ısınmaya katkısı şöyledir:

- Enerji kullanımı %49,
- Ormansızlaşma %14,
- Endüstrileşme %24,
- Tarım %13.

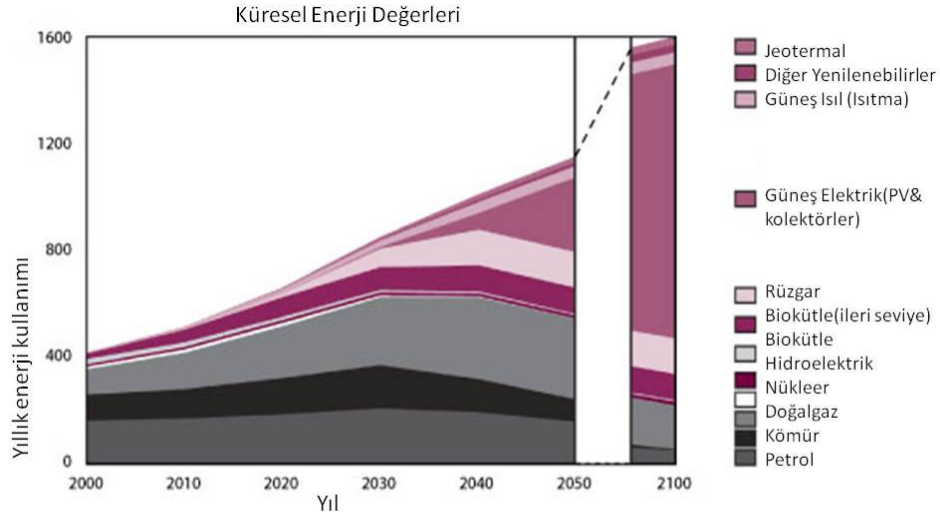
Buna göre en fazla salınan sera gazı karbondioksittir. Karbonun atom ağırlığı 12, CO₂’in molekül ağırlığıysa 44 olduğundan, yakılan her gram karbon atmosfere 3,667 gram karbondioksit salınması anlamına gelmektedir. Sonuç olarak, karbondioksit ve diğer sera gazları atmosferin ısınmasına yol açmaktadır. Geçen yüzyılda salınan gazların iklimin ısınması yönünde sağlamış olduğu dürtü 7 watt/m²’dir ve bu değer güneşin parlaklığında %1 artışa eşdeğerdir. Yıllık ortalama atmosfer sıcaklığının bu yüzden 0.75 °C arttığı sanılmaktadır.

Türkiye, dünya nüfusunda %1,2’lik, enerji tüketimindeyse %0,8’lik bir paya sahiptir. 1998 yılı verilerine göre enerji tüketimi, %42,7’si petrole, %28,2’si kömüre, %16,1’i doğal gazla dayalıdır. 2000 yılı verilerine göre Türkiye’nin yılda tükettiği yaklaşık 30 milyon ton ham petrolün %91’ini, 76 milyon ton kömürün %90’ını, 12,6 milyar m³ doğal gazın %93’ünü ithal etmektedir (Altın, 2002).

A.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

1999 yılı verilerine göre ülkemizdeki kişi başına düşen yıllık enerji tüketimi 1840 kWh’e, 1995 yılı verilerine göre dünyadaki kişi başına düşen yıllık enerji tüketimi 2292

kWh'e, sadece gelişmiş ülkelerde ise 7542 kWh'e ulaşmaktadır. Bu tüketimin çoğu ulaşım, ısınma ve kişisel ihtiyaçların kullanımını sağlamak amacıyla yapılmaktadır. Çoğu elektrik tüketimine dayalıdır (Altın, 2002).



Şekil A.1. Dünya'nın enerji kaynaklarının kullanımı

AB, Kyoto Protokolü bağlamında; 2008-2012 döneminde seragazı emisyonlarının 1990 yılı seviyesine göre %8 (336 milyon ton CO₂ eşdeğer) (European Climate Change Programme, 2004) azaltılması konusunda yasal olarak bağlayıcı bir yükümlülük altına girmiştir (TEİAŞ, 2005). Bu bağlamda, AB'nin; 1997 Kyoto Protokolü çerçevesinde, emisyonların azaltılması ile ilgili yükümlülüklerini yerine getirebilmesi için, 2010 yılında genel enerji talebinin %12'sinin yenilenebilir kaynaklardan karşılanması hedeflenmektedir. Bu hedefe ulaşmak üzere, yenilenebilir kaynakların elektrik enerjisi brüt talebi içindeki payının 2010 yılında %22'ye çıkarılması öngörülmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin teşvik edilmesi konusunda 2001/77/EC sayılı Direktif 27 Eylül 2001 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu direktifte, yapılan tanımda yenilenebilir enerji kaynakları rüzgâr, güneş, jeotermal, dalga, gelgit, hidroelektrik, biokütle, atık gazları ve biyogazları içermektedir.

Bu kaynakların iki önemli avantajı vardır. Birincisi, yenilenebilir, dolayısıyla tükenmez olmalarıdır. İkincisi, doğal süreçlerin parçası olmaları nedeniyle, çevreye zararlı yabancı unsurlar salmamalarıdır. Buna karşılık dezavantajları da vardır. Coğrafi olarak bol bulunmamaktadırlar; ayrıca enerji formları olmaları nedeniyle geniş alanlardan toplanmak zorunda kalmaktadır.

A.1.2.1. Güneş Enerjisi

Güneş, ısı ve ışık yayan sıcaklığı yüksek bir gaz külesidir. Güneşte gaz kütlelerinin kimyasal tepkimesi gerçekleşmesi sonucu 4H atomu 1 He atomuna dönüşmektedir. Bu kütle farkından dolayı, büyük bir enerji meydana gelmektedir. Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ışıma enerjisidir (Öztürk, 2008a).

Güneş enerjisi dünyamızdaki hayatın temelini oluşturmaktadır. Bol ve temiz kaynaktır. Atmosferin dışına, metrekareye 1,4 kW olmak üzere, yılda toplam 3×10^{21} J kadar güneş enerjisi ulaşmaktadır. Yarıdan fazlası yere inen bu miktarın 9×10^{20} J kadarı karalarda, kalanı da denizlerde emilmekle birlikte bunun çok küçük bir kısmı ($0,15 \times 10^{18}$ J) bitki örtüsüne fotosentezde kullanılmaktadır (Altın, 2002).

Güneş, bir yılda dünyadaki diğer tüm enerji kaynaklarının sağlayacağı enerjiden 10.000 kat daha fazlasını dünya yüzeyine göndermektedir. Güneş enerjisi hiçbir ülkenin tekelinde yer almadan, herkese ve her yere ulaşabilen yenilenebilir enerji kaynağıdır. Ancak günümüzde gelişmiş teknolojiler Çin, Almanya, Japonya ve İsviçre gibi gelişmiş ülkelerde bulunmaktadır. Amerika ise birçok yenilenebilir enerji kaynağını ülke enerji potansiyeline sokmasına rağmen hala %60 petrol ihtiyacını kapatamamakta, petrol nedeniyle dışa bağımlı kalmaktadır (Lechner, 2009).

Ülkemiz güneş enerjisi bakımından zengin bir bölgede yer almasına karşın, güneş enerjisinden yeteri kadar faydalanamamaktadır. Ülkemizde ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat, yıllık güneş enerjisi ışıma şiddeti 1311 kWh/m^2 'dir. Güneşlenme süreleri dikkate alındığında, Güney Anadolu Bölgesi'nin yılda 3015.8 saat

ile en zengin bölgemiz olduğu görülmektedir. Akdeniz Bölgesi'nde 2923.2 saat, Ege Bölgesi'nde 2726.1 saat, İç Anadolu Bölgesi'nde 2711.5 saat güneşlenme süresi görülürken, Doğu Anadolu Bölgesi'nde 2692.5 saat, Marmara Bölgesi'nde 2525.7 saat, Karadeniz Bölgesi'nde ise 1965.9 saat olarak saptanmıştır. Bölgelerimize göre güneş enerjisi potansiyelinin dağılımı incelenirse; yıllık ortalama güneş ışıyım şiddetinin Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde 1491.2 kWh/m², Akdeniz Bölgesi'nde 1452.7 kWh/m², İç Anadolu Bölgesi'nde 1432.6 kWh/m², Ege Bölgesi'nde 1406.6 kWh/m², Doğu Anadolu Bölgesi'nde 1398.4 kWh/m², Marmara Bölgesi'nde 1144.2 kWh/m² olduğu Elektrik İşleri Etüt İdaresi verilerine göre hesaplanmıştır. Yıllık ortalama güneş ışıyım şiddetinin en düşük 1086.3 kWh/m² olduğu bölge ise Karadeniz Bölgesi'dir.

Güneş enerjisi, birçok yolla güneş radyasyonunun depolanarak mekânın aydınlatma ısıtma-soğutma ve elektrik ihtiyacı için kullanımını sağlamaktadır. Bunlardan birkaçı pasif güneş enerjisi, PV ve aktif güneş enerjisi, günüşiğı, v.b. güneş kazanım metotlarıdır. Yaygın güneş enerjisi uygulamaları şunlardır: Güneş kolektörleri ile sıcak su ihtiyacı karşılamak, tek odaklı güneş enerji santralleri (çanak, parabolik düzenli ve merkezi kazanımlı sistemler) ile büyük yerleşim alanlarının enerji ihtiyacını karşılamak, trombe duvarı, güneş ocakları, güneş odaları, v.b.'dir. Sayılan tüm sistem ve teknolojiler mimarinin şekillenmesinde yardımcı olan unsurlar olduğundan, enerji sorununun mimari çözümsüzlüğe dayalı bir problem olduğu sonucuna da varılabilmektedir.

A.1.2.1.2. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr aslında güneş enerjisinin bir başka formudur. Atmosferdeki ısınma farklılıklarının yol açtığı hava hareketlerindeki kinetik enerjiyi, bir rüzgâr türbini aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürmeyi hedeflemektedir. Diğer bir deyişle, rüzgâr enerjisi, hız enerjisine dönüşmüş güneş enerjidir.

Yüzyıllardır insanlığa hizmet eden rüzgâr enerjisi M.Ö. 5000'li yıllarda Nil Nehri'ndeki yelkenlilere güç sağlamış, M.Ö.200'lerde Çin'de ve M.S.900'lerde ise

İran’da dev yel değirmenlerinde kullanılmıştır. 17. ve 18. yüzyıllarda Hollanda’da 9000 adet yel değirmeni vardı. Bilinen en eski yel değirmeni Perisa’da M.S.500 ile 900 arasında su pompalamak ve buğday öğütmek amacıyla kullanılmıştır. M.S.1100’lü yıllarda İngiltere’den başlayarak Avrupa’ya yayılarak Ortaçağ Avrupa’sının sembolü haline gelen yel değirmenleri, 1800’lerde Batı Amerika başta olmak üzere dünyanın birçok yerinde su pompalama amacıyla kullanılmıştır (Smith, 2006). Elektrik enerjisi üreten ilk rüzgâr türbini 1910’larda Avrupa’da tasarlanıp, daha sonraları Amerika’nın kırsal yerleşimlerine ve çiftliklerine elektrik sağlamıştır. Geç 1930’lardan başlayarak, enerji hatlarının yaygınlaşmasıyla küçük rüzgâr türbinleri demode olmuş, fakat bu küçük rüzgâr türbinlerinin çiftliklerde son görülüşü olmamıştır (Page ve Carter, 2005). Modern rüzgâr enerjisinin kullanımı 1973-1979 yılları arasındaki petrol krizi ile beraber başlamıştır (Yerebakan, 2001).

1970’lerdeki petrol kriziyle başlayan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim, günümüzde rüzgâr enerjisi alanında büyük isimler haline gelen Danimarka, Almanya ve İspanya başta olmak üzere Avrupa ve Amerika’da dev bir enerji sektörüne dönüşümle sonuçlanmıştır. CO₂ emisyon oranı çok düşük olduğu için küresel ısınmayı engellemeye yardımcı olan rüzgar enerjisi, en hızlı büyüyen ve en ekonomik alternatif enerji kaynağı olarak uygulanmaktadır. Bugün konvansiyonel enerji kaynaklarıyla yarışabilir durumda olup, günümüz teknolojisi sayesinde de gürültü ve elektromanyetik dalgaları engelleme gibi sorunları çözülmüştür. Günümüzdeki uygulama alanı ağırlıklı olarak rüzgâr çiftlikleri olan rüzgâr enerjisi, çok yakın bir gelecekte, hemen hemen her yüksek binada karşımıza rüzgâr türbini olarak çıkacaktır. Bu bağlamda, gelişmiş ülkelerin çoğu, yüksek bina-rüzgâr enerjisi ilişkisine gereken önemi vererek, konuyu halen yapımı sürmekte olan yüksek binalarında somutlaştırmayı hedeflemektedir. Teorik olarak rüzgâr enerjisi potansiyeli elektrik ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılayabilir durumda olan ülkemizin, bu dev enerji sektörüne yönelimi kaçınılmazdır (Günel ve ark., 2007).

Rüzgâr enerjisi; (Ültanır, 1998; Yerebakan, 2001; Acaroğlu, 2003):

- ✓ Fosil yakıtlara alternatif ve yenilenebilir bir enerji kaynağıdır.

- ✓ Ekolojik dengeyi koruyan ve kirliliğe neden olmayan, çevre dostu temiz bir enerji kaynağıdır. Sera gazı emisyonu oluşturmamaktadır.
- ✓ Rüzgâr gücünden faydalanabilmek için mevcut geliştirilmiş teknoloji vardır.
- ✓ Türbinden 100 m uzaklıkta duyulan ses 60 dB düzeyinde olup, otomobil içinde duyulan sestən daha azdır. 400 m uzaklıkta ise, 37 dB ile gece sessizliğine ulaşmaktadır.
- ✓ Rüzgâr santrali projeleri basit ve türbinlerin bakımı kolaydır.
- ✓ Tarımsal işlemleri olumsuz olarak etkilememektedir. Türbinlerin monte edildiği alanlardaki türbinlerin arası tarlalar olarak kullanılabilirlerdir.
- ✓ Yatırım ve yer değiştirme maliyetleri düşüktür. Ömrü dolan türbinlerin sökölüp kaldırılması kolaydır. Arazi yeniden kullanılabilirlerdir.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında konvansiyonel kaynaklarla rekabet potansiyeli en yüksek kaynak haline gelen ve küresel büyüme oranı en yüksek kaynak (World Institute, 2005) olan rüzgâr enerjisi; 2003 yılının sonunda, küresel düzeyde, yaklaşık olarak 39.300 MW'lık bir kurulu güce ulaşmıştır (EWEA, 2005). Ayrıca, 2003'de, küresel enerjideki payı %13.3 olan yenilenebilirlerin, 2050'de payının %50 olması beklenmektedir.

Günümüzde rüzgâr enerjisinden üretilen toplam güç 159.213 MW civarındadır. Dünya'da rüzgârdan enerji üretiminin %36,3'ü Almanya'da gerçekleştirilmektedir. Almanya toplamda 14.612 MW güç üretmektedir ve Almanya'nın elektrik enerjisi ihtiyacının % 5,6'sını karşılamaktadır. Rüzgâr gücünden en çok yararlanan diğer ülkeler sırasıyla İspanya, ABD, Danimarka, Hindistan, Hollanda, İtalya, Japonya, Birleşik Krallık ve Çin'dir. Diğer tüm ülkeler toplamda 3.756 MW'lık güç üretimi ile % 9,3 paya sahiptirler (URL-59).

Ülkemizde enerji potansiyeli hesaplanan rüzgâr enerjisi, günümüzün teknik koşullarında 10 metre yükseklikteki ortalama 6 m/sn hızda, yılda 2800 saat kullanım süresi ile kurulabilecek ekonomik rüzgâr potansiyeli 10.000 MW yani 28 milyar kW saat düzeyindedir. Bu potansiyelin yıllık çalışma saati en kötü rüzgâr koşulunda 1400 saate kadar düşerek, ancak 14 milyar kW saat üretim gerçekleştirebileceği düşünülmektedir.

A.1.2.1.3. Biokütle Enerjisi

Biokütle karbon tabanlı alternatif enerji kaynağıdır. Biokütlenin meydana gelmesi iki şekilde olmaktadır: Bitki büyümesi için depolanan organiklerin içerdikleri enerji ile; Tüketicilerin, endüstrinin, turizmin, tarımın organik atıkları ile oluşmaktadır. Birçok biyoyakıt bulunmaktadır. Bunlar Etilalkol, biyodizel ve metandır.

Etil alkol günümüzde şeker ve karbonhidratlarla üretilmektedir. Ancak gıda üretimi bu ihtiyacı karşılayabilecek durumda değildir. Bunun yerine alkol, selüloz madde ile yapılmaktadır.

Biyodizel, kızartma yağlarından meydana gelebileceği gibi, tarım alanlarında yetiştirilen bitkilerden de elde edilebilmektedir. Ancak aşırı kullanım tarım alanlarında üretilen gıdalarında yok olmasına neden olacağından, kullanım alanı sınırlı olmaktadır.

Metan ise doğal gazın ana birleşimidir ve mükemmel bir biyoyakıttır. Ancak uygun bir yakıt olmanın dışında yakıldığı zaman CO₂'in yarattığı sera etkisinin 21 katı etkide küresel ısınmayı hızlandırıcı etki yapabilmektedir.

Biokütle enerjinin aşırı elde edilme süreci dünya yüzeyindeki yeni gıda üretimi ve büyüyen bitki nüfusu için tehlikelidir. Çünkü organik atıklar toprakta ayrıştığında yeni bitkiler bu ayrışmış gıdaların minerallerini alarak döngüyü devam ettirmektedirler. Ancak biokütle için bu atıklarda kullanılırsa doğaya döngüyü tamamlamaya ve toprağa mineral kazandırmaya yarayan bir şey kalmayacaktır ve doğanın döngüsünde tekrar tekrar problemler yaşanacaktır (Lechner, 2009).

Biokütleden; fiziksel süreçler (boyut küçültme-kırma ve öğütme, kurutma, filtrasyon, ekstraksiyon ve briketleme) ve dönüşüm süreçleri (biyokimyasal ve termokimyasal süreçler) ile yakıt elde edilmektedir (Karaosmanoğlu, 2003). Konutlarda biokütle kaynağından; havasız çürütme yöntemi ile elde edilen biyogaz elektrik üretiminde, piroliz yöntemi ile elde edilen etanol ısınma amaçlı, doğrudan yakma yöntemi ile elde edilen hidrojen su ısıtma amaçlı kullanılmaktadır (Yüksek vd., 2009).

A.1.2.1.4. Hidroelektrik Enerjisi

Hidroelektrik santrallerinde elektrik elde edilmesi, yüksekten düşen suyun türbin kanatlarına çarpması sonucu döndürülmekte ve sağlanan hareket enerjisi sonucu jeneratörlerde elektrik enerjisi elde edilebilmektedir. Elektrik eldesi, 20.yüzyıldan bu yana öncelikle su kaynaklarının akış gücünden üretilmiştir. Gelişmiş ülkeler, yıllardır yaptıkları çalışmalarla hidroelektrik potansiyellerini tamamen geliştirip devreye sokmuş durumdadırlar. Nehir ve dere yataklarının birçoğu set yapıldığından, bu alanda artık genişleme potansiyelleri yok denecek kadar azdır. Hatta ABD gibi bazı gelişmiş ülkelerde, tam tersine yol açmış oldukları çevre değişiklikleri nedeniyle bazı mevcut barajların kaldırılarak suyollarının eski haline getirilmesi düşünülmektedir (Altın, 2002).

Almanya'da yaklaşık 6000 hidroelektrik enerji santrali bulunmaktadır. Enerji talebinin ise yaklaşık %4'ünü karşılayabilmektedir. Yenilenebilir Enerji Politika Ağı (REV21)'in 2006 raporuna göre; hidroelektrik enerji, dünyada elektrik ihtiyacının %19'unu karşılamaktadır. Yenilenebilir enerjinin %69'unu oluşturmuştur (URL-62).

A.1.2.1.5. Jeotermal Enerjisi

Jeotermal akışkandan elektrik üretimi dünyada ilk olarak 1904'te İtalya'da gerçekleştirilmiştir. Bugün İtalya, Amerika, Japonya, Filipinler ve Yeni Zelanda olmak üzere 18 ülkede jeotermal enerjiden elektrik üretimi yapılabilmektedir. Halen dünyadaki jeotermal enerjiye dayalı elektrik üretim kapasitesi 6275,3 MW düzeyindedir (Sev, 2007).

Yerkabuğu derinliğine inildikçe 30-45 metrede sıcaklık 1 °C veya 1 km'de 30 °C artmaktadır. Jeotermal enerji içeren akışkan, düşük (20-70 °C), orta (70-150 °C) ve yüksek (150 °C'den fazla) sıcaklıklı olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Yüksek

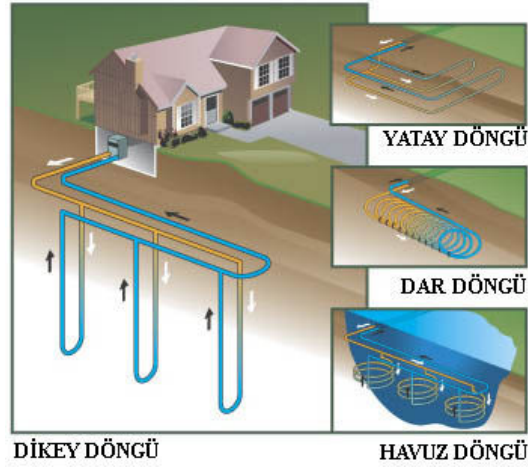
sıcaklıklı akışkandan elektrik üretiminde, düşük ve orta sıcaklıktaki akışkandan ise ısıtmada yararlanılmaktadır (Etemoğlu vd., 2006).

Alternatif bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Kaynak suyunun sıcaklığına göre elektrik üretiminde, konut ve sera ısıtmasında, kaplıca sıcak su hamamlarında yararlanır. Özellikle yanardağ ve lavların yakınlarından geçen sular yüksek sıcaklıkta buhar olarak yeryüzüne ulaşırsa doğrudan elektrik üretiminde kullanılabilir. Su ve buharın çözdüğü minerallerden geçen iyon ve gazların çevre kirliliğine neden olmaması için bu sular ısı değiştiriciden geçirilmekte ve içerdikleri kükürt dioksit, hidrojen sülfür, karbon dioksit ve azot oksitleri ise enerjisinden yararlanan artık su ile tekrar yeraltına gönderilmektedir. Böylece olumsuz çevre etkisi de önlenmektedir (Erdener, 2007).

Teorik olarak dünya jeotermal enerji potansiyeli 4.4×10^6 TWh (4.4 milyon teravat saat) olarak hesaplanmaktadır. Yerkabuğunun 7 km'ye kadar olan kısmının 80°C 'ye soğuması ile kazanılacak enerji ise 3.5×10^{10} TWh'dir (E.İ.E., 2010).

Ülkemizde jeotermal kaynaklardan muhtemel elektrik üretim potansiyeli 2000 MW, mevcut elektrik üretim potansiyeli ise 93 MW'dır. Termal kaynak olarak muhtemel potansiyele bakıldığında 31.500 MW, mevcut kullanılan potansiyele bakıldığında 4000 MW'dır (URL-63).

Binalarda jeotermal enerjinin kullanımı toprak kaynaklı ısı pompası teknolojisi ile yeryüzünün belirli bir derinliğinde sıcaklığın yıl içinde nispeten sabit kalması sayesinde uygulanabilmektedir. Yer ısısı pompası sayesinde tek bir binayı bile hem ekolojik hem de ekonomik olarak uygun bir şekilde ısıtmak mümkün olmaktadır. Konfor amaçlı kullanılan ısı pompaları; yazın gerekli soğutmayı, kışın ise gerekli ısıtmayı sağlayacak şekilde uygulanabilmektedirler (Şekil 2.5).



Şekil A.2. Jeotermal enerji şematik anlatım

Kışın, akışkan dikey olarak yer ısıyla ısıtılan kapalı boru sisteminde dolaşır, sonra bu ısı binalara transfer edilir. Yazın binaları soğutmak için, akışkan, ısıyı, nispeten daha soğuk olan yeraltına gönderir.

A.1.2.1.6. Deniz Kökenli Enerjiler

Dört tip deniz kaynaklı enerji vardır. Bunlar Gelgit gücü, Dalga gücü, Okyanus akıntısı gücü ve okyanus ısıl değişim enerjisidir. Gelgit gücü uzun yıllardır denize açılan küçük körfez ve koylarda sınırlı uygulamaları olan, oldukça etkin enerji türüdür (Şekil 2.6. a, b). Dalga gücü sınırlı alanlarda dalga gücünü dizginleyerek yararlanmayı hedef almaktadır. c) Okyanus akıntıları gücü, tıpkı rüzgâr gücü gibi su türbinlerinin kuvvetli su akıntılarını yakalayıp enerjiye döndürmesi ile sağlanmaktadır. Okyanus ısıl değişim enerjisi ise okyanus derinlikleri ve yüzeyleri arasındaki büyük ısı farklılıklarını kullanarak güç üretebilmektedir (Lechner, 2009).



Şekil A.3. a ve b) Fransa Range Nehri gelgit barajı, c) Pelamis dalga enerjisi dönüştürücü

Türkiye kıyılarının beşte birinden yararlanılarak sağlanabilecek dalga enerjisi teknik potansiyeli 18.5 kWh olarak tahmin edilmektedir (Ültanır, 1998). Türkiye'nin yıllık dalga gücü potansiyeli, 4-17 kW/m yoğunluğu ile 10 TW/yıl olarak bildirilmektedir (Sağlam ve Uyar, 2005b).

Çizelge A.1. Türkiye'de bölgesel dalga enerjisi miktarı (Sağlam ve Uyar, 2005a)

Bölge	Dalga Enerjisi (kWh/m)
Karadeniz	1.96-4.22
Marmara Denizi	0.31-0.69
Ege Denizi	2.86-8.75
Akdeniz	2.59-8.26
İzmir-Antalya	3.91-12.05

Tüm denizle ilgili enerji türleri, yenilenebilir enerji olarak kullanılmasına yönelik kabul görmektedir. Ancak bu enerji türü için deneyler ve geliştirme çalışmaları devam etmektedir.

Çizelge A.2. Yenilenebilir enerji kaynaklarının üstünlük ve olumsuzlukları
(Öztürk, 2008b)

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAĞI	ÜSTÜNLÜKLERİ	OLUMSUZLUKLARI
HİDROLİK ENERJİ	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Çevre kirliliği yaratmaz. ✓ Aşırı enerji ihtiyacında çok hızlı devreye girer. ✓ Acil durumlarda hızla devreden çıkarılabilir. ✓ Doğal ve dışa bağımlı olmayan bir kaynaktır. ✓ Yapılan yatırım sadece enerji için değil sulama-taşkın kontrolü amacıyla kullanılabilir. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Yatırım maliyetleri yüksektir. ✓ Toplam inşaat süresi uzundur. ✓ Yağış miktarına bağlıdır. ✓ Barajlar çevresindeki bölgenin ekolojisini değiştirir. ✓ Yerleşim bölgeleri ve tarihi mekânların su altında kalma olasılığı vardır.
JEOTERMAL ENERJİ	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Çevre dostudur. Elektrik üretimi için, suyun ısıtılması ve buharlaştırılması için fosil enerjiye gereksinim duyulmaz. ✓ Doğal ve dışa bağımlı olmayan bir kaynaktır. ✓ Doğrudan elde edilebildiği için maliyeti düşüktür. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Yapılarında bulunan bazı zararlı kimyasal maddeler nedeniyle re-enjeksiyon gereklidir. ✓ Tüketilen kısmın, aynı oranda ve kısa sürede tekrar oluşması olanaklı değildir. ✓ Jeotermal kaynaklardan çıkan akışkan, genellikle aşındırıcı ve kirlilik yaratıcı mineraller de içerir. ✓ Ön araştırma ve hazırlık maliyeti yüksektir. ✓ Sondaj ve makineler için yeterli boş alan gerekir. ✓ Enerji iletimi verimli olmayabilir. ✓ Sistem yerleşim bölgelerine yakın olmalıdır.
GÜNEŞ ENERJİSİ	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. ✓ Doğal malzemeler kullanılır. ✓ Ekonomiktir. ✓ Dışa bağımlı değildir. ✓ Çevre açısından temiz bir enerji kaynağıdır. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Verimi düşüktür. ✓ Mevsimsel ve günlük kesiklik gösterir. ✓ Başlangıç maliyeti yüksektir. ✓ Tüketiciler için maliyeti yüksektir. ✓ Depolanması gerekebilir. ✓ Gölge alan kısımlarda kapasite düşer.
RÜZGÂR ENERJİSİ	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kararlı, güvenilir ve sürekli bir kaynaktır. ✓ Dışa bağımlı değildir. ✓ Gelişen teknoloji ile birlikte üretilen enerjinin birim maliyeti düşmektedir. ✓ Kirlilik yaratmayan ve çevreye çok az zarar veren yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. ✓ Yeryüzünde %95 gibi bir alanda rüzgâr enerjisi elde edilebilir. Bu alanlarda aynı zamanda diğer faaliyetler de sürdürülebilir. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Türbinler için geniş alanlar gereklidir. ✓ Türbinler, görsel ve estetik olarak olumsuzdur. Gürültülü çalışırlar. Kuş ölümlerine neden olabilirler. Türbinlerin sesli çalışmaları, yakın çevrelerinde yaşayan insanlar için rahatsız edicidir. ✓ Bölgesel olarak değişmekle birlikte, verim %30 daha düşüktür. ✓ Kent merkezlerinde ve vadilerde istenilen verim elde edilmez. ✓ Türbinlerin devrilme ve parçalanmasına ilişkin güvenlik sorunu oluşabilir.
BİOKÜTLE ENERJİSİ	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hemen her yerde yetiştirilebilir. ✓ Düşük ışık şiddetli yeterlidir. ✓ Her ölçekte enerji verimi için uygundur. ✓ Depolanabilir. ✓ 5-35 °C arasında sıcaklık gerektirir. ✓ Sosyo-ekonomik önemi vardır. ✓ Çevre açısından daha az zararlı etkileri vardır. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Çevrim verimleri düşüktür. ✓ Tarım alanları için rekabet oluşturur. ✓ Su içeriği fazladır. ✓ Sadece geniş yerleşim bölgelerinde uygulanabilir.
DENİZ AKIMLARI ENERJİSİ	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Güç kaynağı sonsuz ve boldur. ✓ Fosil yakıtlara bağımlılığı azaltır. ✓ Çevreyi kirlilemez. ✓ İş olanakları yaratır. ✓ Elektrik şebekesi olmayan uzak bölgelere elektrik sağlar. ✓ Tuzlu su, tatlı suya dönüştürülür ve gereksinim duyulan bölgelere pompalanır. ✓ Kıyıların korunmasını sağlar. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sistemler yerleşim bölgelerine yakın olmalıdır. ✓ Sistemler kötü hava koşullarında zarar görebilir. ✓ Yeterli teknik eleman bulunması zordur.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abel, C., 2004, Architecture, technology and process, Elsevier and Architectural Press, 139-140 p.
- Abu-Zour A.M., Riffat, S.B. and Gillott, M., 2006, New design of solar collector integrated into solar louvres for efficient heat transfer, Applied Thermal Engineering, 26, 1876-1882 p.
- Acaroğlu, M., 2003, Alternatif enerji kaynakları, Atlas Yayın Dağıtım.
- Ahmed Omar Hemeida, F.A.E., 2010, Green nanoarchitecture, University of Alexandria, Faculty of Engineering, Department of Architecture, 95 p.
- Altın, V., 2002, Yeni ufuklara eki: Enerji, Bilim ve Teknik Dergisi, sayı 410, 4-23 s.
- Ayçam, İ. ve Özeler Kanan, N., 2009, Ekolojik mimarlık kapsamında bina bütünleşik nano-pv malzemenin incelenmesi, 5. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiri Kitabı, Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, 73-77 s.
- Ayçam, İ. ve Özeler Kanan, N., 2009, Ekolojik mimarlık kapsamında ekolojik-bütünleşik tasarım süreci, Uluslararası Ekolojik Mimarlık ve Planlama Sempozyumu Bildiri Kitabı, Antalya Mimarlar Odası Yayınları, 137-143 s.
- Balcomb, J.D., 1992, Passive solar buildings, Massachusetets: MIT Press, 331-336 p.
- Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, 2009, Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 09.09.2009 tarihli 27344 sayılı Resmi Gazete.
- Bayraktar, M., 1992, İslam ve ekoloji, Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları, 9-11 s.
- Berktaş, O., 2006, Ekoloji-içmimarlık ilişkisi ve eko-ev, Yüksek lisans tezi, Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 85 s.
- Boehmer-Christiansen, S., 2002, International environmental policy: Interests and the failure of the Kyoto process, 53 p.'den aktaran Semra Cerit Mazlum, 2008, Uluslararası iklim politikası: Hakkaniyet ve sürdürülebilirlik ekseninde bir değerlendirme, E. Karakaya (Derl.), Bağlam Yayınları, 131 s.
- Boyut, 2000, Çağdaş dünya mimarları dizisi 7: Norman Foster, Boyut Yayın, 130-134, 142-146 s.
- Bozdoğan, B., 2003, Mimari tasarım ve ekoloji, Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 130 s.
- Britannica, 2008, Energy and movement, Illustrated Science Library Books, 50-51 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Brück, R., 1983, Manifest zur ökologischen bewegung, Institut Für Baubiologie-ökologie.
- Cerit Mazlum, S., 2008, Uluslararası iklim politikası: Hakkaniyet ve sürdürülebilirlik ekseninde bir değerlendirme, E. Karakaya (Derl.), Bağlam Yayınları, 132-153 s.
- CIB, 1994, Task Group 16 Report
- Cook, J. ve Özkeresteci, İ., 2001, Ekolojinin mimarisi, Domus Dergisi, 10; 4-5; 52-57 s.
- Çakmanus, İ. ve Böke, A., 2001, Binaların güneş enerjisi ile pasif ısıtılması ve soğutulması, Yapı Dergisi 235.sayı, 83-87 s.
- Çelebi, G., 2002, Bina düşey kabuğunda fotovoltaiik panellerin kullanım ilkeleri, Gazi üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 17, No 3, 17-33 s.
- Çimen, B., 2001, Teknoloji ve mimarlık, Mimarlar Odası Ankara Şubesi Yayınları, 45 s.
- Demirbilek, N.F. ve Eryıldız, D.I., 2001, Güneş mimarlığı, Temiz Enerji Vakfı Yayınları.
- Detail Journal, 1999, Conservation of Reichstag building into German Bundestag in Berlin, 1999/3.sayı, 422-459 p.
- Docherty, M. and Szokolay, S., 1999, Climate analysis, PLEA Note 5, University of Queensland Printery, 39 p.
- Dorigati, R., 1999, Un angelo sopra Berlino: The new Reichstag, I'Arca, 19 p.
- Drinks, H.R., 1990, Ökologisch planen und bauen, Teil 1, DBZ-Deutsche Bauzeitschrift, Bertelsmann Fachzeitschriften, Nr.290, 1267-1268 p.
- Erdener, H. ve diğerleri, 2007, Sürdürülebilir enerji ve hidrojen, Odtü Yayınları Bilim ve Toplum Kitapları Dizisi, 72-74 s.
- Erengözgin, Ç., 2001. Enerji, Yayınlanmamış Notlar <www.erengözgin.net>.
- Etemoğlu, A.B., Işman, M.K. ve Can, M., 2006, Bursa çevresinde jeotermal enerjinin kullanılabilirliğinin incelenmesi, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 11, Sayı 1, 55-64 s.
- European Climate Change Programme, 2004.
- EWEA (European Wind Energy Association), 2005, Wind energy and environment.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Foster, N., 2008, Catalogue Foster+Partners, Prestel Published, 44-45, 142-145, 192-197, 304-315 p.
- Göksal, T., 1998, Mimaride güneş enerjisi, Anadolu Üniversitesi Yayınları, No:1041.
- Göksu, Ç., 1999, Güneş-kent, güneş enerjili yerleşim modeli, Güneş Kitapları Dizisi 3, 2.baskı.
- GreenSource, 2008, Emerald architecture: Case studies in green buildings, Mcgrawhill, 159-160 p.
- Günel, M.H., Ilgın, H.E. ve Sorguç, A.G., 2007, Rüzgar enerjisi ve bina tasarımı, Odtü Mimarlık Fakültesi Basım İşbirliği, 1.baskı, 45-66 s.
- Gürsoy, U., 2000, Dikensiz gül, temiz enerji kaynakları, Doğu Karadeniz çevrecileri, temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları raporu.
- Hagger, M., 1994, The invisible in architecture, Academy Editions.
- Hansen, V. G., Edmons, I. and Hyde, R., 2001, The use of light pipes for deep plan Office buildings: A case study of Ken Yeang's bioclimatic skyscraper proposal for KLCC, ANZAsCA.
- Hart, S., 2003, Technology and ingenuity contribute to energy-efficient performance, Architectural Record, 116-118 p.
- Hayırsever Topçu, F., 2008, Küreselleşme ve uluslararası çevre politikaları: yönetimden 'yönetişim'e geçiş sorunu, Turhan Kitabevi Yayınları, 20-22, 45-54 s.
- Hegger, M. et al, 2008, Energy manual sustainable architecture, Birkhauser Verlag AG, 48 p.
- Holdsworth, B., 2005, Ecological high-rise: solar architects of the 21st century: Dr. Ken Yeang, Refocus, Volume 6, Issue 1, 58-60 p.
- Hopwood, D., 2010, Abu Dhabi's Masdar plan takes shape, Renewable Energy Focus Magazine/1, 18-23 p. <www.renewableenergyfocus.com/blog/user/david-hopwood>.
- IEA, 2006, Keyworld energy statistics, 2006 Edition, International Energy Agency, 44 p.
- IEA, International Energy Agency, 2003, Solar heating&cooling programme Task 23 optimization of solar energy use in large buildings

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- IPCC, 2001, Climate Change 2001: The scientific basic-contribution of working group I to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change, J. T. Houghton et al., Cambridge University Press.
- İnan, D., 1995, Geçmişten günümüze insan ve enerji, Bilim ve Teknik Dergisi, sayı 337, 66-72 s.
- Jodidion, P., 2001, Architecture Now!-1, Taschen Press, 180-185 p.
- Karakaya, E., 2008, Giriş, Küresel ısınma ve Kyoto protokolü: İklim değişikliğinin bilimsel, ekonomik ve politik analizi, Bağlam Yayınları, 13-14 s.
- Karaosmanoğlu, F., 2003, Yenilenebilir enerji kaynakları ve Türkiye, Görüş Dergisi Mart-Nisan sayısı.
- Katırcı, U., 2003, Çevre ve yaşam için yapı tasarımı: Norman Foster, Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 178 s.
- Keleş, R. ve Harmancı, C., 2005, Çevre politikası, İmge Kitabevi Yayınları, 54 s.
- Kısaovalı, P., 2007, Geçmişin ekolojik yapı ve yaşamı + geleceğin 3E sorunu, 19.Yapı-Yaşam Kongresi Bildiri Kitabı, Bursa Mimarlar Odası Yayınları.
- Kibert, C. J., 2008, Sustainable construction:green building design and delivery, 2nd edition, John Wiley&Sons Published, 99-112 p.
- Kleiner, H.(ed), 1995, Ökologische Architektur, ein wettbewerb, Callwey Verlag, 8 p.
- Lakot, E., 2007, Ekolojik ve sürdürülebilir mimarlık bağlamında enerji etkin çift kabuklu bina cephe tasarımlarının günümüz mimarisindeki yeri ve performansı üzerine analiz çalışması, Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 163 s.
- Lechner, N., 2009, Heating, cooling, lighting sustainable design methods for architects, 3.edition, 25-39, 578-582 p.
- Merkel, J., 2003, City Hall, London, England, Architectural Record/2, 114-115 p.
- OECD Publications, 2003, Environmental sustainable buildings: challenges and policies, <www.oecd.org/dataoecd/19/5/2715115.pdf>
- Özarlan, N., 2000, Reichstag: Toplumsal bellek-mimarlık-toplumsal imge, Arredamento Mimarlık Dergisi, Boyut Yayın, 61 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Özçağ, M., 2008, İklim değişikliğine neden olan faktörler: Trend ve projeksiyonlar, Küresel ısınma ve Kyoto protokolü: İklim değişikliğinin bilimsel, ekonomik ve politik analizi, E. Karakaya (Derl.), Bağlam Yayınları, 79 s.
- Özdoğan, H. P., 2005, Ekolojik binalarda bina kabuğunda kullanılan fotovoltaik panellerin tasarım bağlamında incelenmesi, Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 3-5 s.
- Özek, V. ve Kısaovalı, P., 2007, Ekolojik mimarlıkta binaların enerji gereksinimini azaltmaya yönelik ölçütler ve ülkemiz için önemi, Ekolojik Mimarlık ve Planlama Sempozyumu Bildiri Kitabı, Antalya Mimarlar Odası Yayınları, 166-172 s.
- Özkeresteci, İ., 2007, Ekolojik mimariyi bilimsel anlayış ile ilişkilendirmeye yönelik bir deneme, Ekolojik Mimarlık ve Planlama Sempozyumu Bildiri Kitabı, Antalya Mimarlar Odası Yayınları, 80-85 s.
- Özmehmet, E., 2009, Avrupa ve Türkiye'deki sürdürülebilir mimarlık anlayışına eleştirel bir bakış, Yaşar Üniversitesi Dergisi, sayı 7, 813 s. <http://joy.yasar.edu.tr/makale/no7_vol2/12_ozmehmet.pdf>
- Öztürk, H., 2008a, Güneş enerjisi ve uygulamaları, Birsen Yayınevi, 4 s.
- Öztürk, H., 2008b, Yenilenebilir enerji kaynakları ve kullanımı, Teknik Yayınevi, 14-23; 25-26; 162 s.
- Page, D. ve Carter, A., 2005, Energy for keeps: Electricity from renewable sources, Energy Education Group.
- Phaidon, 2004, The Phaidon atlas of contemporary world architecture, Phaidon Press, 192, 282, 289, 472 p.
- Probst, M.M. and Roecker, C., 2007, Towards an improved architectural quality of building integrated solar thermal systems (BIST), Solar Energy, 81, 1104-1116 p.
- Quantrill, M., 1999, The Norman Foster Studio: consistency through diversity, E&FN Spon, 204-211 p.
- Rice, D., Smith, M., Zaknic, I., 1998, 100 of the world's tallest building, Hazar Publishing Ltd., 178 p.
- Richards, I., 2001, T.R.Hamzah&Yeang: Ecology of the sky, Images Published, 110-121, 162-167, 169-181, 190-197, 220-235 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Roaf, S., 2007, Ecohouse:a design guide, 3.edition, Elsevier Press, 37;175-192 p.
- Roberts, S. and Guariento, N., 2009, Building integrated photovoltaics: a handbook, Birkhäuser Verlag AG, 11-12, 45 p.
- Sağlam, M. ve Uyar, T.S., 2005a, Dalga enerjisi ve Türkiye'nin dalga enerjisi teknik potansiyeli, III.Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, 275-279 s.
- Sağlam, M. ve Uyar, T.S., 2005b, Türk suları için dalga enerjisi örnek proje fizibilite çalışması, III.Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, 280-285 s.
- Schuler, M., 2009, Requirements for CO₂ neutral buildings and cities from microclimate to the facade, The future envelope 2: Architecture-Climate-Skin, U. Knaack and T. Klein (Eds.), IOS Press, 131-137 p.
- Selici, T., Utlu, Z. ve İlten, N., 2005, Enerji kullanımının çevresel etkileri ve sürdürülebilir gelişme açısından değerlendirilmesi, III.Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyum Bildiri Kitabı, Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, 48-53 s.
- Sev, A., 2007, Teknolojinin ekolojik mimarlıktaki rolü ve enerji etkin yapılar, Ekolojik Mimarlık ve Planlama Sempozyumu Bildiri Kitabı, Antalya Mimarlar Odası Yayınları, 95-101 s.
- Sev, A., 2009, Sürdürülebilir mimarlık, Yem Kitabevi, 14-15, 162, 192 s.
- Sezgin, F., Beyhan, G., Dikmen, N. ve Haştemoğlu, H., 2007, Geleneksel konut mimarisinde ekolojik yaklaşımlar; Isparta evi örneği, Ekolojik Mimarlık ve Planlama Sempozyumu Bildiri Kitabı, Antalya Mimarlar Odası Yayınları, 248-251 s.
- Smith, P. F., 2006, Sustainability at the cutting edge: Emerging technologies for low energy buildings, Elsevier Press, 52, 67-68 p.
- TDK, 2010, Yöntembilim terimleri sözlüğü.
- TEİAŞ, 2005, Yenilenebilir kaynaklardan değişken üretim yapan santrallerin elektrik üretim-iletim sistemine teknik ve ekonomik etkileri ve AB uygulamaları raporu.
- TÜİK, 2005, Türkiye İstatistik Kurumu, <www.tuik.gov.tr>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Türkeş, M., 1997, Hava ve iklim kavramları üzerine, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi 355, 36-37 s.
- Türkeş, M., 2003, Küresel iklim değişikliği ve gelecekteki iklimimiz, Dünya Meteoroloji Günü Kutlaması Gelecekteki İklimimiz Paneli Bildiri Kitabı, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 12-37 s.
- Türkeş, M., 2008, İklim değişikliği ve küresel ısınma olgusu: bilimsel değerlendirme, Küresel ısınma ve Kyoto protokolü: İklim değişikliğinin bilimsel, ekonomik ve politik analizi, E. Karakaya (Derl.), Bağlam Yayınları, 308, 30 s.
- UIA, 1993, Declaration of interdependence for a sustainable future, UIA/AIA World congress of Architects, <www.uia-architects.org/texte/summary/p2b1.html>
- Utkuğ, G. ve Çeviker, A., 2002, Yeni ufuklara eki: Mimarlık, Bilim ve Teknik Dergisi, sayı 410, 6-7 s.
- Utkuğ, G., 1991, Enerji etkin tasarım ve yapı kabuğu, Profesörlük tezi, Gazi Üniversitesi Mimarlık Bölümü.
- Utkuğ, G., 2000, Yeni binyıla girerken sürdürülebilir bir gelecek için ekolojik ve enerji etken hedefler ile bina tasarımı ve işletimi, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji Verimliliği Kongresi Bildiri Kitabı, 148 s.
- Utkuğ, G., Ayçam, İ. ve İmren, M., 2003, Gazi Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Fiziksel Çevre Kontrolü basılmamış ders notları.
- Ültanır, M.Ö., 1998, 21.Yüzyıla girerken Türkiye'nin enerji stratejisinin değerlendirilmesi, Tüsiad yayın no: T/98 12/239, Lebib Yalkım Yayınları ve Basım İşleri A.Ş.
- Vitruvius, 1990, Mimarlık üzerine on kitap, (Çev. S. Güven), Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı, 127-129 s.
- WB, 2004, World Development Indicators, 40.
- Wilkinson, C., 1996, Supersheds, 2nd edition, Butterworth Architecture.
- Wilson, A., 1979, Thermal storage wall design manual, 2-3 p.
- Yaşa, E., 2007, Ekolojik mimaride ılıman iklim bölgeleri için enerji etkin tasarım kriterleri ve uygulama örnekleri, Ekolojik Mimarlık ve Planlama Sempozyumu Bildiri Kitabı, Antalya Mimarlar Odası Yayınları, 173-180 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Yeang, K., 1999, The green skyscraper: The basis for designing sustainable intensive buildings, Prestel Published, 64-65 p.
- Yeang, K., 2003, Light pipes: An inovative designdevice for bringing natural daylight and illumination into buildings with deep floor plan, FEER Asian Innovation Awards, 24-25 p., <www.trhamzahyeang.com/features/publication.html>
- Yeang, K., 2006, Ecodesign: A manual for ecological design, Wiley-Academy Published, 26-27, 82-83 p.
- Yeang, K., 2009a, Ken Yeang: Eco masterplanning, John Wiley&Sons Published, 171-185 p.
- Yeang, K., 2009b, Ken Yeang: Eco skyscrapers, I.Richards (Ed.), İmages Publishing, 136-139 p.
- Yerebakan, M., 2001, Rüzgar enerjisi, İstanbul Ticaret Odası Yayınları.
- Yılmaz, M., 2007, Mimarlık ve çevre, Çevre ve politika: başka bir dünya özlemi, A. Mengi (Derl.), İmge Kitabevi Yayınları, 75-92 s.
- Yudelson, J., 2007, Green Building A to Z, New Society Published, 132-133 p.
- Yüksek, İ. ve Esin, T., 2009, Yenilenebilir enerji kaynaklarının yapılarda kullanım olanakları, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu Bildiri Kitabı, 1848-1853 s.
- Zelef, H., 2000, Ütopya, kent ve doğa: Frank Lloyd Wright ve broadacre, Mimarlık Dergisi, 291, 15-19 s.
- URL-1, www.californiasolarcenter.org/history-passive.htm
- URL-2, http://en.wikipedia.org/wiki/Dymaxion_house
- URL-3, http://en.wikipedia.org/wiki/Geodesic_dome
- URL-4, www.archnet.org/library/sites/one-site.jsp?site_id=156, (14.03.2010)
- URL-5, www.bugday.org.tr, Ekoloji ve mimari, (21.07.2005)
- URL-6, www.arch.hku.hk/research/BEER/sustain.html, Sustainable construction, (12.04.2005)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- URL-7, Intelligent Energy (Europa) [www.intendesign.com/oslo/Intend.nsf/Attachments/D167F89B2FE3AED4C1257539002FE582/\\$FILE/Guideline_Version_2.pdf](http://www.intendesign.com/oslo/Intend.nsf/Attachments/D167F89B2FE3AED4C1257539002FE582/$FILE/Guideline_Version_2.pdf)
- URL-8, http://virtualtour.nlb.gov.sg/static/abt_archi.htm (15.08.2010)
- URL-9, www.greencleaningideas.com/2009/08/eco-architecture-triangular-skyscraper-designed-with-vegetated-mini-atriums/ (16.07.2010)
- URL-10, www.billythekidney.org/pics/lightshaftbattlo.jpg (16.07.2010)
- URL-11, http://images.businessweek.com/ss/08/02/0209_green_carbon/image/slide-3.jpg (16.07.2010)
- URL-12, www.azsolarcenter.org/images/articles/tech-science/application/24.jpg (16.07.2010)
- URL-13, www.architecture.uwaterloo.ca (15.07.2010)
- URL-14, <http://greensource.construction.com/features/bestgreenhouses/april2009/0904cascade.asp> (16.07.2010)
- URL-15, http://upload.ecvv.com/upload/Product/20094/China_turbine_ventilations2009421438365.jpg (16.07.2010)
- URL-16, www.urbanwindenergy.org.uk/images (16.07.2010)
- URL-17, www.epia.org/solar-pv/how-does-pv-work.html (04.07.2010)
- URL-18, www.solarcellsworld.com/Photovoltaic-Solar-Cell/How-Photovoltaic-Cells-Work (04.07.2010)
- URL-19, https://shop.solardirect.com/images/p_active_collector_inside.gif (06.07.2010)
- URL-20, www.nobesol.com/img/es6ta.jpg (06.07.2010)
- URL-21, <http://mutek.mu.edu.tr/> (19.06.2009)
- URL-22, http://leso.epfl.ch/e/research_renew_im8.html (10.05.2010)
- URL-23, <http://en.cadreg.com/works/content.asp?id=13> (09.07.2010)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- URL-24, <http://solarwall.com/tr/ueruenler/solarwall-pvt/solarwall-pvt-nasil-calisir.php>
(12.07.2010)
- URL-25, www.csa.com/discoveryguides/wind/images/how.gif (01.08.2010)
- URL-26, http://www.ata.org.au/wp-content/projects/ata_report_domestic_wind.pdf
(15.08.2010)
- URL-27, www.bahrainwtc.com (15.07.2010)
- URL-28, www.e-architect.co.uk/london/strata_se1.htm (15.08.2010)
- URL-29, www.inhabitat.com/2006/12/11/new-green-tower-in-miami-the-cor-building/
(15.08.2010)
- URL-30, www.fosterandpartners.com/Projects/0626/Default.aspx (10.06.2010)
- URL-31, <http://leblogdelarchitecture.blogspot.com/2009/05/commerzbank-de-francfort-par-norman.html> (11.06.2010)
- URL-32, www.commerzbank.de/en/hauptnavigation/konzern/engagement/oekologie/gebaeudemanagement/gebaeudemanagement.html (11.06.2010)
- URL-33, http://architecture.mit.edu/class/nature/student_projects/2006/meelena/urban-nature/images/foster/10.jpg (11.06.2010)
- URL-34, www.kolumb-wielun.pl/zaklad_pracy/zagraniczne/2_3_dniowe/berlin.php
(11.06.2010)
- URL-35, www.berlin.de/orte/sehenswuerdigkeiten/reichstag/index.en.php?pos=1&popup
(11.06.2010)
- URL-36, www.christojeanneclaude.net/wr.shtml (12.06.2010)
- URL-37, www.fosterandpartners.com/content/essays/Reichstag%20Energy%20Story.pdf
(11.06.2010)
- URL-38, www.btg-bestellservice.de/pdf/81000000.pdf (10.06.2010)
- URL-39, www.praemiumimperiale.org/eg/laureates/images/foster_lecimage07.jpg
(10.06.2010)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- URL-40, www.pvdatabase.org/images_db/Georg_Slickers_JKH_Teilanl_2_mit_Reichstag.jpg (09.06.2010)
- URL-41, www.bundestag.de/htdocs_e/artandhistory/architecture/energy/index.html (09.06.2010)
- URL-42, www.co2sparhaus.de/fileadmin/co2/img/Oeko-Reichstag.pdf (12.06.2010)
- URL-43, www.btg-bestellservice.de/pdf/70129100.pdf (08.06.2010)
- URL-44, www.london.gov.uk/learning/docs/inside_city_hall.pdf (07.06.2010)
- URL-45, www.ajspeification.com/Buildings/Picture_Gallery/?CI_Building_ID=358 (07.06.2010)
- URL-46, www.lcca.co.uk/upload/pdf/CityHall_Integrated_PV_system.pdf (08.06.2010)
- URL-47, www.london.gov.uk/city-hall/the-building/key-facts (07.06.2010)
- URL-48, www.somfyarchitecture-tr.com/common/img/library/swiss-re-tower-2.jpg (12.06.2010)
- URL-49, www.daap.space.daap.uc.edu/~larsongr/Larsonline/SkyCaseStu_files/SwissRe.pdf (12.06.2010)
- URL-50, www.fosterandpartners.com/Projects/1004/Default.aspx (07.06.2010)
- URL-51, www.star.bme.hu/microstation/FreeForm/Examples/SwissRe.pdf (12.06.2010)
- URL-52, <http://static.urbarama.com/photos/medium/17727.jpg> (12.06.2010)
- URL-53, www.masdar.ac.ae/Menu/Index.aspx?MenuID=69&CatID=123&mnu=Cat (12.06.2010)
- URL-54, www.slideshare.net/webgoddesscathy/rwdi-consulting-and-engineers-wind-microclimate-energy-and-thermal-comfort-what-opportunity-is-there-for-you (16.06.2010)
- URL-55, www.fosterandpartners.com/Projects/1605/Default.aspx (12.06.2010)
- URL-56, www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=52790905 (13.06.2010)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

URL-57, www.ch2m.com/corporate/siww/assets/fact_sheets/MasdarCityFactSheet.pdf
(16.06.2010)

URL-58, www.trhamzahyeang.com/project/skyscrapers/ed8.htm (05.06.2010)

URL-59, http://farm4.static.flickr.com/3239/2515683829_2f31b94406_b.jpg
(20.06.2010)

URL-60, www.tubitak.gov.tr/btpd/arsiv.html, BTSTP Enerji Teknolojileri Politikası
Çalışma Grubu Raporu, (24.07.2006)

URL-61, http://tr.wikipedia.org/wiki/R%C3%BCzg%C3%A2r_enerjisi (15.05.2010)

URL-62, www.ren21.net/globalstatusreport/download/RE_GSR_2006_Update.pdf
(29.05.2010)

URL-63, www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/13turkiyede_jeotermal_enerji.html