

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR
MİMARLIK ÜZERİNE ETKİLERİ**

Mimar Emrullah YEDİKARDEŞ

**FBE Mimarlık Anabilim Dalı Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez danışmanı : Prof. Dr. Murat SOYGENİŞ

İSTANBUL,2010

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ.....	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Araştırmanın Amacı	1
1.2 Araştırmanın Kapsamı.....	1
1.3 Araştırmanın Yöntemi	1
2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK.....	2
2.1 Sürdürülebilirlik Nedir?	2
2.2 Sürdürülebilir Gelişimin Tarihçesi	5
2.3 Enerji ve Sürdürülebilirlik.....	6
2.3.1 Yakıtlar	7
2.3.2 Ulaşım	8
2.3.3 Gelişmekte Olan Dünya	8
2.3.4 Enerji Harcamaları.....	9
2.4 Mimarlıkta Sürdürülebilirlik Kavramı	11
2.5 Sürdürülebilir Mimarlığın Gelişimi.....	14
3. SÜRDÜRÜLEBİLİR BİNA YAPIM İLKELERİ.....	18
3.1 Doğa Koşullarının Etkin Kullanımı	18
3.2 Enerjinin Etkin Kullanımı	19
3.2.1 Yapılarda Güneş Enerjisi Kullanımı	20
3.2.1.1 Yapılarda Pasif Sistemlerle Güneş Enerjisi Kullanımı	20
3.2.1.2 Yapılarda Aktif Sistemlerle Güneş Enerjisi Kullanımı	23
3.3 Yapılarda Rüzgar Enerjisi Kullanımı	25

3.3.1	Yapılarda Pasif Sistemlerle Rüzgar Enerjisi Kullanımı	26
3.3.2	Yapılarda Aktif Sistemlerle Rüzgar Enerjisi Kullanımı.....	27
3.4	Yapılarda Joetermal Enerji Kullanımı.....	32
3.5	Yapılarda Hidrojen Enerjisi Kullanımı	33
3.6	Yapılarda Biyokütle Enerjisi Kullanımı.....	34
3.7	Sürdürülebilir Yapı Örneği.....	34
3.7.1	Yapılarda Kullanılan Aktif ve Pasif Yönelimleri	35
3.7.2	Yapının Enerji İhtiyacı	38
4.	SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPILARDA BİLGİSAYAR TEKNOLOJİLERİ.....	40
4.1	Leed Sertifika Sistemleri	43
4.2	Breeam Sertifika Sistemleri.....	46
4.2.1	Breeam Değerlendirme Süreci	47
4.3	Bilgisayar Teknolojileri Kullanılan Sürdürülebilir Yapılar	47
	1. Occidental Kimya Merkezi Binası	48
	2. SUVA Sigorta Şirketi Binası	53
	3. Headquarters of Götz.....	60
	4. GlaxoWellcome House West	67
	5. Enviromental Building	71
	6. Bahreyn World Trade Center Towers	76
	7. Amerikan Bankası Kulesi (Manhattan)	84
	8. The Burj al-Taqa	89
	9. The Pearl River Tower	94
5.	SONUÇLAR	99
	KAYNAKLAR.....	104
	ÖZGEÇMİŞ	109

KISALTMA LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AC	Alternative Current
AI	Artificial Intelligence
AIA	American Institute of Architects
BREEAM	BRE's Environmental Assessment Method
BCA	Building and Construction Authority
BMS	Building Management System
BP	British Petrol
CASBEE	Comprehensive Assessment System for Built Environment
DC	Direct Current
HVAC	Heating Ventilation Air Condition
HQE	High Quality Environmental Standard
LAN	Local Area Network
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
MW	Megawatt
PV	Photovoltaic
STS	Solar Thermal Systems
UTES	Uluslararası Temiz Enerji Sempozyumu
USGBC	United States Green Building Council

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 İngiltere’de enerji kaynaklarının dağılımı.....	8
Şekil 2.2 Enerji kullanımı dağılımı	9
Şekil 2.3 Ulaşım harici enerji kullanımı.....	10
Şekil 2.4 Yapılarda enerji kullanımı dağılımı	10
Şekil 2.5 Commerzbank genel görünümü	15
Şekil 2.6 Loughheed 157 içeriden görünüşü.....	17
Şekil 3.1 Isısal baca ile havalandırma ve soğutma sağlanması.....	22
Şekil 3.2 Bir ışık tüpünün çalışma prensibi.....	23
Şekil 3.3 Su ısıtıcısı olarak kullanılan pv panelin çalışma prensibi	24
Şekil 3.4 Çatıya entegre edilmiş pv sistemi	25
Şekil 3.5 Yazd kentinde bulunan “Badgir” adı verilen rüzgar bacaları	26
Şekil 3.6 Yapının doğal havalandırma şemasını gösteren kesitler.....	27
Şekil 3.7 Bina-monte rüzgar tribünleri için entegrasyon sistemleri.....	28
Şekil 3.8 Bina-monte rüzgar tribünleri için yapı örneği.....	29
Şekil 3.9 Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi.....	30
Şekil 3.10 Bina-mesnetsiz rüzgar türbinleri, farklı bina ilişki kombinasyonları	31
Şekil 3.11 Mesnetli rüzgar türbini için yapı örneği.....	32
Şekil 3.12 Toprak kaynaklı ısı pompası uygulamaları	33
Şekil 3.13 Tasarlanan binanın kesiti	36
Şekil 3.14 Antinli enerji (buz) depolama sistemi	37
Şekil 3.15 Binanın üretilen yenilenebilir enerji miktarı	38
Şekil 3.16 Binanın üretilen enerji ve ihtiyaç grafiği	39
Şekil 4.1 Occidental Kimya Merkezi	47
Şekil 4.2 Occidental Kimya Merkezi planı	48
Şekil 4.3 Panjurların kapalı olduğu durum.....	50
Şekil 4.4 Çift cidar cephe planı	51
Şekil 4.5 Suva Sigorta Şirketi Binası’nın eski ve yeni durumu	53
Şekil 4.6 Cephedeki pencerelerin çalışma düzeneği	56
Şekil 4.7 Cephede hareketi sağlayan motorlu damperler	56
Şekil 4.8 Cephedeki pencerelerin çalışma düzeneği	57
Şekil 4.9 Ek olarak yapılan cephe görünüşü	58
Şekil 4.10 Götz Merkezini genel görünüşü.....	59
Şekil 4.11 Binanın planı ve kesiti.....	60
Şekil 4.12 Dış cepheden görünüş	62
Şekil 4.13 Cephenin köşelerinde bulunan fan detayı	63
Şekil 4.14 Atriumun üzerinde bulunan ve açılıp kapanabilen cam çatı	64
Şekil 4.15 Panjurların bir kısmının kapalı olduğu durum	65
Şekil 4.16 Binanın içinden görünüş	66
Şekil 4.17 GlaxoWellcome House West binası ön cephesi	67
Şekil 4.18 Çift cephe sistemi ve bilgisayar kontrollü panjurlar	68
Şekil 4.19 Yapının konumlanış şekli.....	69
Şekil 4.20 Yapının genel görünüşü	70
Şekil 4.21 Enviromental Building genel görünüşü	71
Şekil 4.22 Mekan ve döşemede bulunan beton kanallar	73
Şekil 4.23 Güneş kırıcıların açık ve kapalı durumu	74
Şekil 4.24 Güneş kırıcıları hareket ettiren damperler.....	74
Şekil 4.25 Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi.....	75

Şekil 4.26 Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi genel görünüşü	76
Şekil 4.27 Pervanelerin zeminde montajı.....	79
Şekil 4.28 Köprü – Pervane ilişkisi.....	80
Şekil 4.29 Kule – Köprü - Pervane ilişkisi.....	81
Şekil 4.30 Bina girişi gece görüntüsü.....	82
Şekil 4.31 Amerikan Bankası Kulesi genel görünüşü.....	83
Şekil 4.32 Crysler Bulding(sol) Amerikan Bankası kulesi(orta) Empire States (sağ) yükseklik karşılaştırması	84
Şekil 4.33 Bina girişi.....	85
Şekil 4.34 Bina sistem kesiti	86
Şekil 4.35 Bina içinden görünüş	87
Şekil 4.36 The Burj al-Taqa genel görünüş.....	88
Şekil 4.37 The Burj al-Taqa ofis planı	89
Şekil 4.38 The Burj al-Taqa işlev bölgelemesi	90
Şekil 4.39 Bina içersinde bulunan atriumdan görüntü	91
Şekil 4.40 Hava basıncı farkından oluşan hava akımı	92
Şekil 4.41 Pearl River Tower gündüz ve gece görselleri	93
Şekil 4.42 Yüksek performanslı aktif cephenin görüntüsü ve döşemedeki hava akışı	95
Şekil 4.43 Pearl River Tower güneş stres modeli	96
Şekil 4.44 Fluent programı ile yapılmış makine dairesindeki rüzgar hızı simülasyonu	96
Şekil 4.45 Rüzgarın bina ile karşılaştığı durumdaki hareketi	97
Şekil 4.46 Pearl Tower Binasının enerji harcamaları.....	97

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Sürdürülebilir gelişmenin ilkeleri	4
Çizelge 4.1 Bilgisayar kontrollü çift cephe uygulaması verileri	69

ÖNSÖZ

Sonsuzluğa ulaşma duygusu özellikle mimarlarda olmakla birlikte tüm insanlığın içinde de vardır. Bu yüzden dolayı tarihi yapılara baktığımız zaman çoğunlukla; kendimizi geleceğe nasıl taşıyız hissiyatıyla, çevresel koşulların gerektirdikleriyle beraber doğanın olanaklarından yararlanılarak inşa edilmişlerdir. Ancak şehirlerde oluşan yüksek rant yüzünden bu prensiplere uyulmaz oldu. Enerji sorunuyla beraber, sürdürülebilirlik konusuna el atan mimarlar, sürdürülebilirlik prensiplerini teknolojiyle birleştirerek uygulamaya başlamışlardır. Bu tezin kapsamında sürdürülebilir mimarlık teknikleri irdelenmiş ve bilişim teknolojisinin sürdürülebilir mimarlık üzerinde oluşturduğu etkileri görebileceğiniz örnekler incelenmiştir.

Yüksek Lisans öğrenimim sırasında ufumuzun açılmasını sağlayan Yıldız Teknik Üniversitesi – Bilgisayar Ortamında Mimarlık Yüksek Lisans'ındaki değerli hocalarıma, tez çalışmalarında hiçbir desteği esirgemeyen tez danışmanım Doç. Dr. Murat Soygeniş'e teşekkürlerimi sunarım. Tez boyunca desteklerini esirgemeyen sevgili anneme, babama, sıkıntılı zamanlarımda yanımda olan ablam Dr. Sevilay Yedikardeş'e, yazım konularında teknik destek veren abim Dr. Makine Mühendisi Yıldray Yedikardeş'e, yeni girmiş olduğu üniversitenin sıkıntılarının yanında benimde sıkıntılarımı çeken kardeşim Ebru'ya teşekkürü bir borç bilirim.

ÖZET

Hızla büyümeye devam eden dünyamızda enerji ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Dünyanın bu şekilde büyümesi, gereksinim duyulan enerji ihtiyacını her sene %4 artması anlamına gelmektedir. Enerji gereksinimi de, kaynak tüketimi ve çevre kirliliği oluşturup, dünyanın ekolojik dengesini olumsuz yönde etkilemektedir. Dengesi bozulan dünyada kaynakların azalması ve kirlenmesi birçok canlı türünün yok olmasına, dolayısıyla insan neslinin devamlılığını tehlikeye sokmaktadır. Kaynakların ağırlıklı olarak yapı sektörü tarafından tüketildiği göz önüne alındığında, sürdürülebilir mimarlığın, dünyamızın dengesi, canlı türlerinin yok olmasının engellenmesi dolayısıyla insan neslinin devamı için ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Kompleks yapılarda daha fazla verimlilik sağlamak amacı ile doğal yöntemlerin dışında bilişim teknolojisinden de faydalanılarak yapılar tasarlanmaya başlanmıştır. Tez, mimarlıkta sürdürülebilirlik teknikleri ve bilişim teknolojisinin bu tekniklere neler kattığı, örnekleriyle beraber incelenmiştir.

Giriş bölümünde; tezin amacı, kapsamı ve yöntemi hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümde; sürdürülebilirlik kavramının ne olduğu, dünyadaki enerji harcamaları, sürdürülebilirliğin mimarlıkta ne anlama geldiği açıklanmıştır. Üçüncü bölümde; “Sürdürülebilir Bina Yapım İlkeleri” başlığı altında kullanılabilir yöntemler açıklanmış ve konsept projesi olarak tasarlanan sürdürülebilir bir bina incelenmiştir. Dördüncü bölümde; teknolojinin sürdürülebilir yapıları nasıl etkilediği seçilen yapı örnekleriyle beraber incelenmiştir. Son bölümde ise tezden çıkarılan sonuçlar yazılmıştır.

Anahtar kelimeler: Sürdürülebilir Yapılar, Sürdürülebilir Yapım Teknikleri, Bilişim Teknolojisi ve Yenilenebilir Enerji, Yapılarda Otomasyon Sistemi, Sürdürülebilir Akıllı Binalar

ABSTRACT

In a world of rapidly growing energy demand continues to increase with each passing day. The growth of the world in this way, the required energy demand means increasing 4% annually. Energy requirement, the resource consumption and environmental pollution can occur, which adversely affects the ecological balance of the world. Equilibrium in a world of resources depletion and pollution of many species to extinction, thus endangering the continuity of human race is. Resources mainly by construction sector consumption was taken into consideration, the sustainable architecture imply the world, our balance, living species extinction is impeded because the people of his generation to continue what is important as is emerging. Complex structures with greater efficiency to ensure the benefits of information technology in a natural way out of the buildings started to be designed. Thesis in architecture, sustainability, information technology techniques and how these techniques to include, along with samples analyzed.

Introduction chapter, the thesis aims, scope and method of information are given. In the second part, what is the concept of sustainability, energy expenditures in the world, that of sustainability in architecture, describes what it means. In the third section, "Principles of Sustainable Building Construction" under the methods described may be used and the concept of sustainable building designed as a project are examined. In the fourth section, sustainable building technologies and how it affects the structure of the selected samples are examined together. The conclusions drawn in the final chapter of the thesis was written.

Key words: Sustainable Buildings, Sustainable Architecture Techniques, Information Technology and Renewable Energy, Building Automation System for Sustainable Intelligent Buildings

1. GİRİŞ

1.1 Araştırmanın Amacı

Tarihi konut yerleşimlerine ve tiplerine baktığımızda, doğanın dengesini bozmadan ve ondan yararlanılarak yapılmış birçok konut ve yerleşke tipi görmekteyiz. İnsanlık her geçen gün medenileştiği iddiasıyla bir eylemde bulunmaktadır. Ancak medeniyet adı altında yapılan bu eylemler her geçen gün dünyamızın yok oluşunu hızlandırmaktadır. Dünyanın yok oluşunu durdurmayı düşünen bilim adamları sayesinde, eskiden inşa edilen sürdürülebilir yapım tekniklerine, bilişim teknolojilerini katarak endüstrileşmiş “yaşam kalitesini” bozmadan sürdürülebilir yapılar yapma imkanı vermişlerdir.

Doğal ve bilişim teknolojilerinin yöntemleri birleştirilerek yapacağımız sürdürülebilir yapılarda “ısıtma, soğutma, aydınlatma, havalandırma, enerji elde etme” ana başlıkları altında bilişim teknolojilerinin sürdürülebilir yapım tekniklerine neler kattığı örnekleriyle beraber incelenmiştir. Bu kriterlerle; bina işletim sistemi üzerinde durularak, bu sistemlerin kullanıldığında daha olumlu sonuç verdikleri ortaya konulmuştur.

1.2 Araştırmanın Kapsamı

Sürdürülebilirlik kavramının tarihsel gelişimi, mimarlık ve sürdürülebilirlik etkileşimi, tarihteki sürdürülebilir örnekler üzerinden tartışmalar, sürdürülebilir yapım teknikleri, sürdürülebilir yapım teknikleri uygulanmış konsept proje üzerinde incelemeler ve bilgisayar entegreli sürdürülebilir binalar üzerinden incelemelerde bulunulmuştur. Bina işletim sistemlerinin aktif olarak kullanıldığı binalar incelenerek, bilgisayar kontrollü bina işletim sistemlerinin kontrol ettiği sistemler incelenmiştir. Kontrol edilen sistemlerin, bina üzerindeki etkileri ve sonuçları incelenmiştir.

1.3 Araştırmanın Yöntemi

Sürdürülebilirlik kavramının ortaya çıkışı ve gelişimi, sürdürülebilirlik kavramının mimarlık alanına etkisi, mimarlıkta sürdürülebilirlik kavramını içeren tarihi örnekler, sürdürülebilir yapım teknikleriyle beraber bilişim teknolojisinin bu tekniklere etkisi ve bu prensiplerin kullanıldığı örnekler; internetten, konuyla ilgili süreli yayınlardan, literatür taraması ve vaka çalışması yapılarak incelenmiştir.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİK

2.1 Sürdürülebilirlik Nedir?

Sözlük anlamı olarak sürdürülebilirlik; var olanı koruma durumu olarak tanımlanmıştır. Uluslararası Bilim ve Teknoloji Komisyonunun tanımına göre; sürdürülebilir gelişme insanlığın yaşam kalitesini yükseltecek olan yeni bir düşünce sistemidir. Ayrıca sürdürülebilirlik üzerine ortak bir tanımda bulunmamaktadır. Sürdürülebilirlik kavramının temelde gereksinimler ve sınırlamalar gibi iki kavram üzerinde şekillendiği görülmektedir. Temel olarak gereksinimleri sıralarsak; yiyecek, giyecek, barınma, iş bulma olanağı ve herkesin yaşam niteliğini yükseltebilmesi için gerekli olanakların sağlanabilmesidir. Sürdürülebilirlik kavramındaki sınırlamalar ise; tüm doğal kaynakların, yaşam alanlarının ve çeşitliliğinin korunum ve niteliklerinin denetimi olarak sıralayabiliriz. (Hui, 2002)

Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun 1987 yılı tanımına göre; insanlık, gelecek kuşakların gereksinimlerine cevap verme yeteneğini tehlikeye atmadan, günlük ihtiyaçlarını temin ederek, kalkınmayı sürdürülebilir kılama yeteneğine sahip olmalıdır. Bu tanım 18 yüzyılda Avrupa'da doğanın kendini sürdürebilmesi amacıyla uygulanmıştır. 18. yüzyılda, insanlık tarihi boyunca her zaman ihtiyaç duyulan ve ahşabın yapı malzemesi, mobilya malzemesi, ısınma ve aydınlanma malzemesi, olarak kullanıldığından dolayı, Avrupa bu malzemeyi temin edebilmek için ağaçları kontrolsüz bir biçimde kesip arazileri düzlemeye başlamışlardır. Tarım arazileri için ormanların yok edilmesi de göz önünde bulundurulduğunda; doğa, arazilerde oluşan bu büyük boşluklardan dolayı alarm vermeye başladı. Doğanın verdiği bu alarm üzerine radikal çözümler alınması gerekiyordu. Ormancılar artık kestikleri ağaç miktarı kadar ağaç kestikleri bölgeye ağaçlandırma işlemini gerçekleştirmeleri gereken kanun çıkartılarak ormanların sürdürülebilirliği konusunda adım atılmış oldu. Ormanlar için uygulanan bu kanunun fikir babası olan Hans Carl von Carlowitz adında bir müfettiş, 1713 yılında *Silviculture and Economics* adlı bir kitap yazdı. Sürdürülebilirlik kavramı, Carlowitz (1713)'in yazdığı kitap sayesinde bilim literatürüne girmiş oldu. (Serna, Barrigon ve Cocero, 2007)

Sürdürülebilirliği kelime içinde olan manadan da anlaşıldığı gibi; sürdürülebilirliğe, genel anlamda her şeyi sürdürebilmek yerine, neyi ne için sürdürüyoruz sorusuna cevap bularak sürdürülebilirliğe yaklaşılması gerekmektedir. Dünyadaki her şeyin sürdürülebilir olması gerekmez; insanlara, tüm canlılara, doğal olarak tüm dünyanın yararına olacak şeyleri sürdürmemiz gerekmektedir. Mimari anlamda, doğayla bütünleşik, doğayı sömürmeyen ve

onunla beraber mutualist bir yaşam süren yapılar tasarlanması sürdürülebilirliğin gereklerindedir.

Herhangi bir çevrenin devamlılığını sağlaması için kaynak tüketiminin kaçınılmaz olduğu göz önüne alındığında, tüketim olmadan ve enerji kullanımını sınırlandırarak büyümenin ve gelişimin sürdürülmesi olanaksız olacaktır. Burada çelişkili olarak görünen, büyümenin sürdürülebilmesini sağlamak ancak bunu yaparken, büyümenin temel aracı olan kaynakların sınırlı kullanımının öngörülmesidir. Bu açıdan yaklaşıldığında sürdürülebilirlik yaklaşımı çelişkili iki kavram üzerine temellenmiş gibi görünmektedir ve bu sürdürülebilirliğin tartışmalara neden olmasına, anlaşılmasının ve kabul görmesinin zorlaşmasına neden olmaktadır. (Kremers, 1995)

Sürdürülebilirlikteki bu bakış açısı, dünyada var olan yönetim biçimlerini ve sosyal durumu etkilemektedir. Sürdürülebilirlik idealinin uygulanabilmesi için toplumu oluşturan en temel birim olan bireyden başlamalıdır. Elektrikle çalışan aletlerin stand-by modunda (bekleme modu) bekletilmesi, gereksiz yere yiyecek malzemelerinin alınması, boş yere özel taşıtların kullanması bile dünya üzerinde olumsuz etkiler bırakmaktadır. Bu örneklerden de anlayacağımız üzere sürdürülebilir bir dünya oluşturmak için en basit alışkanlıkların bile değiştirilmesi gerekmektedir.

Sürdürülebilirliğin etkin anlamda dünyayı ele alınması isteniyorsa olaylara yukarıdan bakılıp, sürdürülebilirlik kavramını ana başlıklar halinde sınıflandırılması gerekmektedir. Bu sınıflandırmayı oluşturacak olursak, bunları 3 ana başlık altında sıralayabiliriz;

- Sosyal Sürdürülebilirlik
- Ekonomik Sürdürülebilirlik
- Ekolojik Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik; sosyal, ekonomik, ekolojik faktörler ve bu faktörlerin alt başlıkları arasındaki dengeden oluşan bir kavramdır. Her bir faktörün değişmesi diğer elemanları etkilemektedir. Sürdürülebilirlik statik olmaktan öte dinamik bir kavramdır. Bu yüzden sürdürülebilir yapılar; doğadaki değişimlere, insanların gereksinimlerinin değişimine ve teknolojik gelişmelerden dolayı esnek olarak tasarlanmalıdırlar. (Sakinç,2006)

Ekolojik	<ul style="list-style-type: none"> • Kaynak tüketiminin azaltılması • Her türlü zararlı atık maddenin ve üretimlerinin azaltılması • Yenilenebilir kaynakların kullanımının artırılması • Toksin içeren maddelerin kullanımının engellenmesi
Ekonomik	<ul style="list-style-type: none"> • Ulusların ve nesillerin arasındaki eşitliğin desteklenmesi • Eşit olmayan alışverişten kaçınılması • Bir toplumun zenginliği için bir diğ erinin yoksullaştırılmaması • Fiyatlandırmanın gerçek maliyet üzerinden yapılmasının sağlanması • Yatırım ve kaynak sağlama politikalarının etik boyutlarının sağlanması • Harcama ve kazançların eşit dağılımının sağlanması • Yerel ekonomilerin desteklenmesi
Sosyal	<ul style="list-style-type: none"> • İnsan yaşamının niteliğ inin artırılması • Sosyal eşitliğ in tüm insanlık için sağlanması • Kültürel ve toplumsal bütünleşmenin sağlanması • Kendini gerçekleştirme ve kendi kararlarını vermenin önemsenmesi • Toplumlara yetki ve kapasite artırımına olanak verilmesi

Çizelge 2.1 Sürdürülebilir gelişmenin ilkeleri (Sakıncı, 2006)

2.2 Sürdürülebilir Gelişimin Tarihçesi

Sürdürülebilir bir dünyaya sahip olabilmek için birçok engel aşılarak, insanlara ve devletlere sürdürülebilirliğin önemini anlatmak gerekmektedir. Bu süreçte sürdürülebilir yaşam şekline birçok kurum ve kuruluş çıkarlarına ters olduğu için karşı çıkmıştır. Günümüzde dahi Kyoto Protokolünü imzalamayan devletler bulunmaktadır. Bu anlamda sürdürülebilirlik sürecinde önemli olaylar seçilerek, kronolojik sıraya göre aşağıda sıralanmıştır.

- 1760 – 1860 Endüstri Devrimi : Üretim için büyük miktarda hammaddenin kullanılması.
- 1880 – 1930 : Endüstri devriminin doğaya bıraktığı olumsuz etkilerden dolayı koruma hareketlerine başlanması.
- 1945 – 1958 : A.B.D liderliğindeki devletlerin ekonomide büyük gelişmeler sağlaması
- 1960-1969 Doğanın Bozulması: Sanayinin, doğada tamiri güç yaralar açması.
- 1972 – Roma : Roma Kulübü'nün doğal kaynakların azalması ve toplum üzerinde neden olabileceği etkenler hakkında rapor hazırlaması.
- 1987 – New York : Birleşmiş Milletlerin Brutland komisyonu ortak geleceğimiz ve sürdürülebilir gelişim üzerine rapor hazırladı.
- 1992 – Birleşmiş Milletler Rio de Janeiro'da doğa ve gelişim üzerine konferans düzenledi.
- 1993 – A.B.D başkanı Clinton sürdürülebilir gelişim üzerine başkanlık konseyi oluşturdu.
- 1994 – A.B.D 'de federal grup çalışanları sürdürülebilir gelişim üzerine çalışmaya başladılar.
- 1996 – PCDS sürdürülebilir A.B.D ' nin sağlıklı bir çevre için bir fırsat olduğunu öngördü.
- 1997 – Küresel ısınma konulu Kyoto konferans
- 2000 – A.B.D başkanı George Bush, sürdürülebilir gelişim ile ilgili olan başkanlık konseyini fesh etti. [1] (Ashgate, 2007)

2.3 Enerji ve Sürdürülebilirlik

Dünya'nın en büyük çevresel sorunu, 21. yüzyılda dünyayı etkisi altına alan sera gazı ve onun sonucu olan küresel ısınmadır. Ozon tabakasının delinmesiyle zararlı ultraviyole güneş ışınlarının yaşam alanlarına ulaşması ve kaynakların hızla tüketilmesi dünyanın ekolojik dengesini kırılma noktasına getirmiştir.

Dünya'daki ekolojik dengenin kırılma noktasına gelmesi 19. yüzyıla dayanmaktadır. 19. yüzyılda gerçekleştirilen endüstri devrimi ile beraber, insanlığın her geçen gün enerji ihtiyacı artmıştır. Enerji ihtiyacı, 19. yüzyılın son çeyreğinde elektrik santrali kurulmasına neden olmuştur. Motorlu ulaşım araçlarının icadı ile 20. yüzyılda petrol ve doğalgaz da gündelik yaşamımıza girmiş oldu.

Kaynakların hızla tüketilmesi ve enerji ihtiyacının hızla artması 20. yüzyılın son çeyreğine kadar önemsenmedi. Enerji kullanımındaki artış ve kaynakların azalmasından dolayı 1972 yılında Roma Kulübü tarafından *The Limits to Growth* isimli bir rapor hazırlanmıştır. Gelişmiş ülkeler, enerjinin değerini ve petrole olan bağımlılıklarını, 1973-1974 yıllarında petrol üreticisi olan ülkelerin petrol ambargosu sonucunda anlamışlardır. 1970'lerde yaşanan petrol krizi, gelişmiş ülkelerin petrole olan dikkatini arttırdı, fakat bu dikkat, bozulan ekolojik dengenin korunmasından öte petrolün fiyatını sabit tutmak ve güvenli bir şekilde bu kaynağa ulaşmak içindi. Sera gazının etkileri resmi olarak 1988'de İklim Değişim Paneli (IPCC) 'de bir problem olarak tanımlandı.

Bilim adamları sera gazı ile ilgili, derinlemesine tartışmaktadırlar. Bilim adamlarının ortak görüşleri gezegenimizin ikliminin değişeceği yönündedir. Yükselen sıcaklıklar, okyanusların sıcaklık dengesini bozacak, buzulların erimesine yol açacak ve bu iki etmenin birleşmesi ile deniz seviyesi yükselmiş olacaktır. Denize yakın kurulmuş birçok yerleşim bölgesi su altında kalacak ve milyonlarca insan evsiz bir duruma düşecektir. Bangladeş ve İngiltere'nin sahil kesimlerinde belirli değişimler gözlemlenmektedir. Hava olaylarında etkili olan okyanusların sınırlarının değişmesi, iklimlerde de değişikliğe sebep olacak ve tarım ürünlerinin yetiştirildiği bölgeler değişecektir. Sera gazı olarak nitelendirilen gazlar; karbondioksit, metan, klorofülür-karbon, nitroksit ve su buharıdır. Karbondioksit gazı, sera gazları içerisinde küresel ısınmaya en çok sebebiyet veren gazdır. Artan dünya nüfusu, artan aşırı enerji ihtiyacı, aşırı kaynak tüketimi, artan endüstri ve yoğunlaştırılmış tarım sera etkisini arttırmaktadır. (Wigginton ve Harris, 2002)

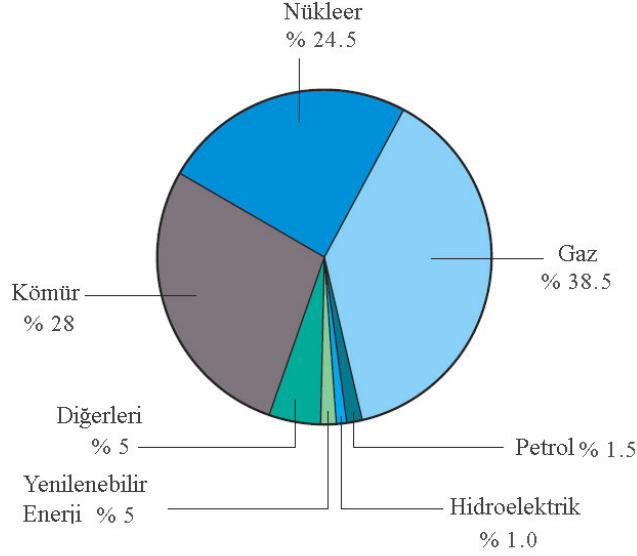
Çevre ve iklim üzerinde oluşan deformasyonlardan dolayı dünya; binalar ve enerji ile alakalı olan sürdürülebilir gelişim ile ilgilenmektedir. Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonu, 1987'de *Our Common Future* isimli bir rapor hazırlamıştır. Bu rapor doğrultusunda yapılan girişimler sonucu aynı sene içerisinde Montreal Protokolü oluşturularak ozon tabakasını delen gazların kullanımı sınırlandırılmıştır. Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun 1992'de yayınladığı bildiri ile tüm dünya liderlerini, üretilen karbondioksit seviyesini azaltmaya davet etmiştir. OECD ülkelerinde ancak birkaç ülke bu bildiriye uymuştur. 1997'de Kyoto protokolü ile gelişmiş devletler karbondioksit salınımını azaltacaklarını bildirmişlerdir.

İngiltere hükümeti oluşan sera gazı etkisine karşı acil önlem olarak 3 konuyu ele almıştır. Bu yaklaşımlardan biri binalardan sonraki en büyük enerji tüketicisi olan motorlu taşıtlardaki bu salınım sorununu azaltmak için, entegre edilmiş ulaşım sistemleri üzerinde çalışmaktadır. İngiltere hükümeti enerji üreten tesislerde, yenilenebilir enerji kullanarak ve binalarda hükümetin uygulayacağı enerji verimliliği programı ile enerji ihtiyacını ve sera gazlarının salınımını azaltmayı düşünmektedir.

2.3.1 Yakıtlar

Sürdürülebilirlik kavramının oluşturulabilmesi için enerji kaynaklarının sorgulanması gerekmektedir. Avrupa'da temel enerji kaynakları olarak; petrol ürünleri, doğalgaz, nükleer enerji, kömür kullanılmaktadır. 1999 yılındaki verilere göre İngiltere'de kömür (%28), nükleer enerji (%24.5), doğalgaz (%38.5), petrol (%1.5), ve diğer enerji kaynakları (%6.5, yenilenebilir enerji kaynaklarını içermektedir), hidroelektrik (%1) oranlarına sahiptir. İngiltere'de binalar, üretilen enerjinin 2/3'ünü harcamaktadırlar. Binaların ısınma ihtiyacı içinde enerji gerektiğinden, yapıların toplam karbondioksit salınımının yarısında pay sahibi olduğu söylenebilir. (Wigginton ve Harris, 2002)

Binalardaki enerji verimliliğinin artırılması bir yana, 30 yıl önceki enerji gereksinimi sabit kalsaydı, her yıl 150 milyon ton petrol fazladan harcanmış olmazdı. Enerji tüketiminin azaltmanın en büyük yollarından bazıları da; bir mekanın ısıtılması ve soğutulmasına, suyun ısıtılmasına ve mekan aydınlatmasına dikkat ederek hareket etmektir. (West, Atkinson ve Howard, 1994)



Şekil 2.1 İngiltere’de enerji kaynaklarının dağılımı
(İngiltere Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, 2000)

2.3.2 Ulaşım

Binalardan sonra %34 ile en büyük enerji harcanan alan ulaşımdır. Yoğun yapılaşma ve şehirlerin çok fazla büyümesi ile birlikte, trafik yoğunluğu da çok fazla artmıştır. Artan trafik yoğunluğu araçların trafikte daha uzun süre kalarak daha fazla enerji harcamalarına sebep olmaktadır. Yoğun trafikte, havanın kalitesinin düşmesi ile birlikte birçok araçta standart hale getirilen klima özelliği kullanılmakta, buda enerji harcamalarını yükseltmektedir. (Scullion, 2000) Entegre edilmiş ulaşım sistemleri, hibrit arabalar, sıfır veya düşük karbondioksit salınımı yapan araçların geliştirilmesi, enerji tüketimini düşürmekte önemli rol oynayacaktır.

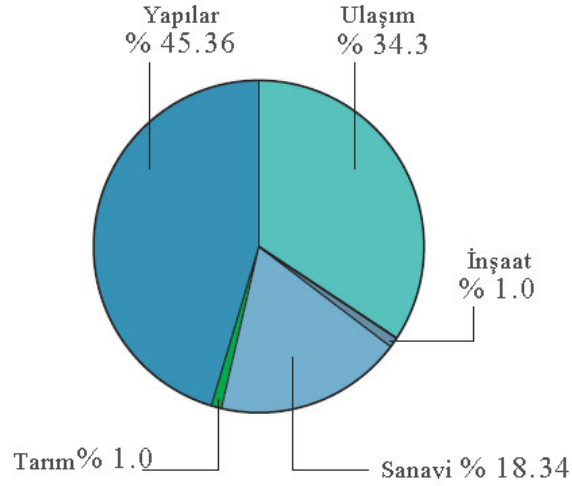
2.3.3 Gelişmekte Olan Dünya

Enerji tüketimi, ülkelerin ekonomik alandaki gelişimlerine göre değişiklik göstermektedir. Dünyanın en büyük enerji tüketicileri gelişmiş olan devletlerdir. Bu devletlerin başında A.B.D yer almaktadır. A.B.D dünya nüfusunun %5’ini, dünya ekonomisinin %22’sini ve global kirliliğin % 25 ini oluşturmaktadır. A.B.D ‘de her yıl kişi başı enerji tüketimi 80000kWh iken, gelişmekte olan ülkelerde kişi başına düşen enerji tüketimi 800kWh düzeyindedir. Her yıl kişi başına düşen enerji tüketiminin dünya ortalaması 16700kWh’dır.[1] Gelişmekte olan ülkelerin enerji ihtiyaçlarının her yıl %2 arttığı göz önünde bulundurularak, gelecek için global stratejiler üretilmeli ve enerji üretiminde zararlı gaz salınımına sınırlama getirilip, yenilenebilir enerjilere yönelilmelidir.

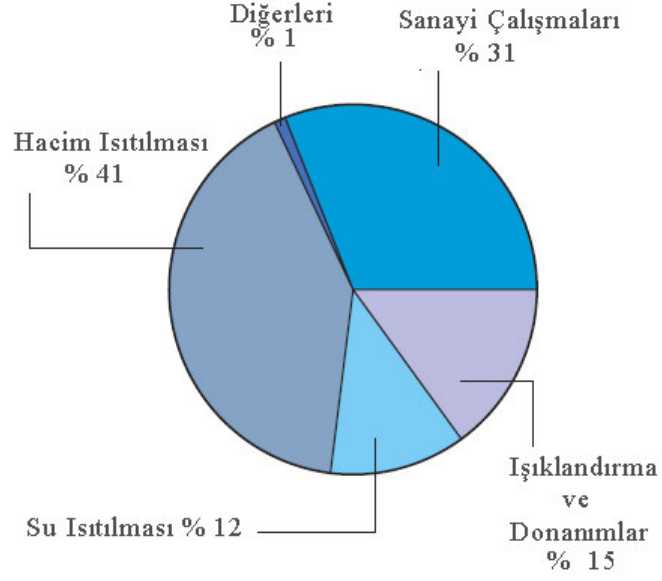
2.3.4 Enerji Harcamaları

Enerji fiyatlarından bahsedilirken, gerçekte asıl fiyatı belirleyecek olan doğadan ve doğaya verilen zararlardan bahsedilememektedir. Enerji korunumu, doğaya olan zararı önlemekten öte, enerjiyi elde etmenin ekonomik zorluğundan dolayı olmaktadır. Aylık enerji giderleri, bina sahiplerini enerji korunumu hakkında düşünmeye zorlamıştır. Bu bağlamda bina sahipleri, temiz hava ve güneş gibi doğal kaynaklara yönelmişlerdir. (Scullion, 2000)

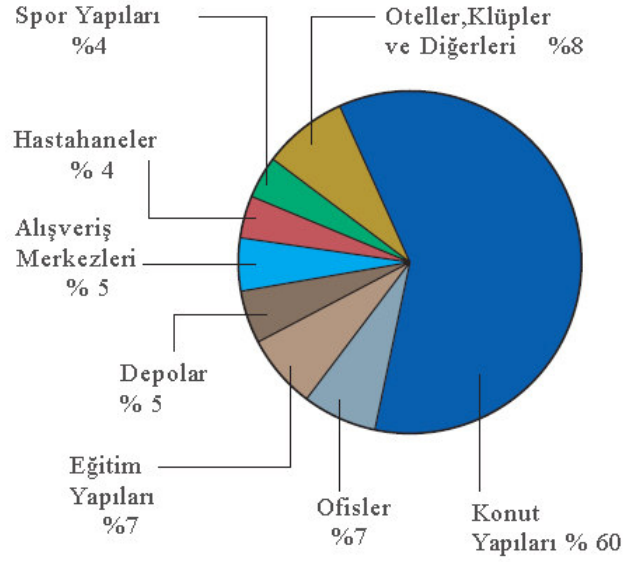
Enerji korunumu ve enerjinin verimli kullanılması, bizlere, doğayı korumamız için fırsat sunmaktadır. Günümüz teknolojileri ile bizlere enerjiyi maksimum seviyede koruyarak bizlere ulaştırıp, bizlere ulaştırılan bu enerjiyi yapılarda bilgisayar teknolojileri ile birlikte verimli bir şekilde kullanmamız gerekmektedir. [1]



Şekil 2.2 Enerji kullanımı dağılımı [2]



Şekil 2.3 Ulaşım harici enerji kullanımı [2]



Şekil 2.4 Yapılarda enerji kullanımı dağılımı [2]

2.4 Mimarlıkta Sürdürülebilirlik Kavramı

Sürdürülebilir mimarlık; yapıların tasarım aşamasından itibaren inşa ve işletme sürecinde, yapıların çevre ile olan ilişkisini düzenlemeyi ve az enerji tüketen, doğa üzerinde olumsuz etkileri minimum düzeyde bırakan, kullanıcılarına sağlıklı iç ortamlar sunan ve konfor koşullarını optimum düzeyde sağlayan, doğaya duyarlı yapılar tasarlamayı hedefler. (Shaviv, 1998) . Sürdürülebilir mimarlık; doğa, sosyal ve ekonomik anlamda devamlılığı sağlayabilen yapılardır. Bu bağlamda sürdürülebilir yapı tasarlamak isteyen mimarlar, iklimle uyumlu, ekolojik ve enerji verimliliği yüksek olan yapılar tasarlamalıdır.

Mimarlık ve sürdürülebilirlik farklı zeminler üzerinde oturtulduğu gözlemlenmektedir. Avustralya’da mimarlarla yapılan görüşmelerde mimarlığı ve sürdürülebilirliği tanımlamaları istendiğinde, sürdürülebilirliği mimarlık içinde bir başlık olarak tanımlamamak istemişlerdir. Ancak “lan” adındaki mimar “gelecekte sürdürülebilir mimarlık terimi kalmayacaktır çünkü bizler iyi mimarlıktan bahsediyoruz ve iyi mimarlık zaten sürdürülebilir olmalıdır” demiştir. Buradaki tanıma göre sürdürülebilirlik olmadan mimarlıktan bahsedemeyiz. Mimar Andrew’in dediği gibi “Sürdürülebilirlik, acaba mimarlığı daha iyi tanımlayabilecek bir kelime var mıdır?” Bu açıdan bakıldığı zaman mimarlık ve sürdürülebilirliği eş anlamlı kelimeler gibi görebilir ve sürdürülebilirliği, insan yaşamının bir parçası olarak düşünülmalıdır; araba kullanmak, oturmak, iletişim kurmak, dokunmak, koklamak, hissetmek, görmek, yemek yapmak, duş almak ve uyumak gibi. Bu açıya göre nasıl ki bu hareketleri yapmadan hayat insanlara anlamsız geliyorsa, mimarlığı da sürdürülebilir olmadan düşünmek aynı manaya gelmektedir. Bu düşüncenin zıttı olarak, mimarlığı ve sürdürülebilirliği çok farklı 2 konu olarak görülebilir. Mimarı hizmetkar, mimarlık ve sürdürülebilirliği efendiler olarak görülecek olursa, hizmetkarın aynı anda iki efendisine de hizmet edeceğini öngörmektedirler. Bu görüşe göre mimarlık estetiği oluştururken, sürdürülebilirlik estetiği bozan ve yapı mimarlık ürünü dışına çıkartan bir kavram olarak görmektedirler. (Owen ve Dovey, 2008)

Bazı mimarlar ise sürdürülebilirliği mimarlığın doğal parçası olarak görmektedirler. İyi bir mimarlık ürünü çıkarmaya çalışırken sonuç ürün olarak zaten sürdürülebilir olacağını öngörürler. Bu bakış açısına sahip olan mimarlar, sürdürülebilirlik kavramını marjinal olarak savunmazlar. Marjinal olarak savunanları sadece belirli prensipleri uygulamaya çalışan insanlar olarak görürler ve bu kavramı sadece iyi bir mimarı ürün koymak için yürünmesi gereken bir yol olarak görürler. Sürdürülebilir mimarlık, bazı kavramların özümsemeden, tasarlanan yapıyı sürdürülebilir ve ekolojik göstermek için yapılan tasarım yanlışlığı

bulunmaktadır. Bu yanlışlar, mimarlara dahi sürdürülebilir yapı denildiği zaman aklınızda oluşan resim sorusu sorulduğu vakit, soru sorularının aklına her tarafında yeşil fişkıran 20. Katında ağaç yetiştirilen mekanlar akıllarına gelmesi kaçınılmazdır. Bu durum bina tasarımı ne kadar kötü olursa olsun, yapının birkaç köşesine ağaç serpiştirilince, akıllarda oluşan ekolojik tasarım görüntüsüyle örtüştüğünden, yapılan kötü tasarım örtbas edilmektedir. Ken Yeang, bu konuyla alakalı olarak “ ben buna kötü demiyorum, ancak 20 kat yukarıda ağaç yetiştirmek uygun olur mu acaba?” demiştir. Sürdürülebilir mimarlık ürünlerinin, kötü elden çıkması sonucunda insanların bu yapıları ısı üreten bir kutu olarak görmesi kaçınılmazdır. Sürdürülebilir mimarlık yalnız enerji toplaçlarının yapı üzerine monte edilmesinden oluşmamaktadır. Bu yapıların; sosyal, ekonomik ve kültürel sürdürülebilirliği sağlamalıdır.

Sürdürülebilir mimari bir ürün ortaya koyulduğu zaman, sürdürülebilir ve mimarlık olmak üzere 2 farklı görev başarılması gerekmektedir. Bu 2 görevi de başarmak için engeller bulunmaktadır. Mimarlıkta, işlevsellik ve güzellik “engeli”, sürdürülebilirlikte doğayla barışık ürün tasarlama “engeli” bulunmaktadır. Sürdürülebilir mimarlığın tanımı, mimarlar ve mütaahitler tarafından benimsenip, bilim ve sanatla birleştirildiği vakit, sürdürülebilir mimarlık hakim bir konu olarak önümüze çıkacaktır.

Sürdürülebilir mimari bir ürün ortaya koymak isteyen mimarlar 3 temel etkene dikkat etmeleri gerekmektedir.

- **İklimle Dengeli Tasarım**

İnsanlar, ilk yerleşim yerlerini oluştururken dahi, en az enerji ile maksimum iklimsel konforu elde etmeyi amaçlamışlardır. Bu anlayış, şehirleşme, karmaşık yapıların inşası ve ekonomik koşullar ile uygulanma derecesi azalsa da, sürdürülebilir mimarlığın temel düşüncesidir. İklim dengeli tasarım, insanlara mekan içerisinde en uygun ısısal konforu sunmaya amaçlar. Binalarda, iç ortam konforunun minimum enerji ile gerçekleştirilebilmesi için çevre verileri kullanılarak yapı tasarlanmalıdır. (Sakıncı, 2006) İklimle dengeli tasarım, ek teknik sistemlere gerek duymadan iklimsel konforu sağlamak amacıyla tüm yapıya çevrenin tasarımını bir bütün olarak ele alan yaklaşımdır. (Buldurur,1983).

- **Ekolojik Tasarım**

Mimari tasarım çalışmaları doğa-insan-toplum bütününde sağlıklı bir sürdürülebilirliği sağlayacak bir biçimde ele alınması gerekliliği üzerine temellenen ve ekolojik ilkeleri içeren tasarım, doğal sistemlerle sosyal sistemin ilişkilerine mekansal içerik kazandırılması gibi zor

bir görevi tanımlamaktadır. (Tönük, 2001) Bu tanımla beraber sürdürülebilir mimarlık ile ekolojik mimarlık kavramını birbirine karıştırmamız gerekmektedir. Ekolojik tasarım, sürdürülebilirlik çerçevesi içinde, çevre konularına ve doğaya, insanın doğa ile eşitliğine vurgu yapan bir kavram olarak ortaya çıkmaktadır. (Ryn ve Cowan, 1996)

- **Enerji Etkin Tasarım**

Enerji etkin yapı tasarımı “bir binanın, yapım aşamasından kullanım aşamasına kadar tüm yaşam sürecinde, enerji gereksinimini en aza indirebilecek ve yenilenebilir enerji kaynaklarından en çok yararlanabilecek biçimde planlanması” olarak tanımlanmaktadır. (Agenda 21, 1999) Buradaki temel amaç var olan enerji kaynaklarının denetimi ve en az şekilde kullanılmasını sağlayıp enerji giderlerini düşürüp çevreye zararı minimuma indirmektir. Enerji etkin bir bina, kullanıcı konforunu yükseltip, daha sağlıklı yaşam ortamları sunmak için enerji giderlerini ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri en aza indirir. [3]

Yapılar kompleks bir hal aldıkça, enerji giderleri de artmaktadır. Kompleks yapıların içerisine birçok karmaşık teknolojiler girmektedir. Bu temel enerji giderlerinin başlıkları,

- Isıtma, soğutma,
- Aydınlatma,
- Havalandırma,
- Bina işlevine bağlı faaliyetler,

olmak üzere 4 ana başlık altında toplayabiliriz. Yapının tüketeceği enerji miktarı, kullanıcı sayısı, dış çevre koşulları, tüketim alışkanlıkları ve yapı tasarımı gibi etkenler etkilemektedir. Kompleks yapılarda, yukarıda sayılan bu maddelerin kontrolü ile minimum enerji ile maksimum konforu sağlamak, bilgisayar kontrolü olmadan sağlamak güçleşmektedir. Bu durumda, geleneksel tasarım yöntemleri eksik ve yetersiz kaldığından sürdürülebilir mimarlık, her aşamasında, çevre üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılması ve insan sağlığının gözetilmesi kararlarını kapsayan, uzlaşma ve bazı şeylerden vazgeçmemeyi öngören yöntemlere ihtiyaç duyar. (Maver, 1999)

Sürdürülebilir yapıların tasarım sürecinde, yapıların yaşam sürecinde ek maliyet getirileceği düşünülür. Kafalarda oluşmuş olan bu düşünce gerçeği pek yansıtmamaktadır. Örneğin inşa edilecek yapı güneşe göre tasarımı yapılmış ise, yapı kabuğunun ısı korunumu ve doğal aydınlatma sağlayacak şekilde detaylandırılması, bir taraftan ek maliyet getirirken, diğer

tarafından iklimlendirme sistemlerinin küçülmesi, aydınlatma elemanlarının azalması ile elektrik enerjisinden tasarruf gibi yararları da yanında getirecektir. Sürdürülebilir bir yapı elemanlarının birçoğunun ilk yatırım maliyetleri, geleneksel yapı elemanlarına oranla daha yüksektir. İlk yatırım maliyetleri geleneksel yapılardan daha yüksek olmasına rağmen bakım, onarım ve işletme maliyetleri daha düşüktür ve çevreye etkileri daha azdır.

2.5 Sürdürülebilir Mimarlığın Gelişimi

Gelişmekte olan ve gelişmiş devletlerin büyük bir kısmında, yapı üretimi tek başına en büyük endüstriyel sektördür. Çalışan nüfusun %8 'ini bünyesinde barındırmaktadır. Yapı sektörü, ulusal ve bölgesel ekonomide büyük bir önem arz etmesine rağmen henüz tam anlamıyla gelişmemiş ve örgütlenmemiş bir endüstridir. İngiltere'de yüklenici firmaların sadece %6 'sı 7 veya daha fazla işçi çalıştırmaktadır. Mimarlık ofislerinin ise %50 'si kadarı yanında 2 veya daha az işçi çalıştırmaktadır. Mesleki eğitim oldukça parçalanmış ve mesleki gelişim fırsatları oldukça kısıtlıdır. Genel olarak işgücü kalitesi yeterli değildir. (Maver, 1999)

Sektördeki bu yapılanmanın endüstri kalitesi açısından önemli sonuçlar doğurmaktadır. Bu sebepten dolayı İngiltere'de binaların iyileştirilmesi için yıllık 1 milyar pound harcanmaktadır. İngiltere'de soğuk savaş döneminden sonra yapılan binalarda enerji harcama düzeyi savurganlık boyutundaydı. Bu sebepten dolayı İngiltere enerji bakanlığı bu konu ile alakalı çalışmalar yaptı. Bina stoğunun %25'inde gerçekleştirilecek iyileştirmeler ve yapılacak yeni yapıların tasarımlarının sürdürülebilir olması durumunda, % 50 oranında enerji tasarrufu yapılabileceğini öngörmüşlerdir. (Maver, 1999)

İngiltere'de var olan bu durum diğer Avrupalı ülkelerin gündemine gelmeye başlamıştı. Bu doğrultuda; 1992 yılında, Alman Commerzbank radikal yeniliğe sahip bir gökdelen için yarışma açtı. Commerzbank'ın sponsorlarının yarışma için o zamana kadar kriter olarak ele alınmamış kriterleri vardı. Düşük enerji kullanan doğal aydınlatmanın üst düzeye çıkarıldığı ve suyu geri dönüştüren bir yapı inşa etmek istiyorlardı. Bu yapının çatısının bahçelerle dolu toplumla iç içe girmiş bir tasarım olmasını öngörüyorlardı. Bu yapıda doğal havalandırmanın sağlanabilmesi için çift katmanlı cephe elemanlarının kullanılması gerekiyordu. Bu istekleri karşılayıp yarışmayı kazanan mimarlık dünyasında süperstar olarak anılan Norman Foster oldu.



Şekil 2.5 Commerzbank genel görünümü

Commerzbank'ın bu yarışmasında, mimarlar genel olarak sürdürülebilir yapı gerekliliğinde yapı tasarlamadılar. Sürdürülebilir yapı tasarlamaya çalışanlar ise binanın yalnız güzel gözükmesi için çaba sarf ettiler.

20. yüzyılın ortalarında sürdürülebilir yapı yapma trendi üst seviyelere çıkmaya başladı. Bu trendle beraber sürdürülebilir yapı tasarımı uluslararası bir stili oluştu. Bu stilde aynı projeyi, projenin uygulanacağı yeri ve iklimi dikkate almadan, yalnız iç mekanı yaşanılabilir kılmak için oluşturulmuş mekanik havalandırma ve ısıtma yöntemleri kullanılarak yapılar inşa edilmeye başlandı. İnşa edilen yapılar dışarıdan düzgün ve intizam içinde yapılmış gözükse de, kullanıcılarına en basitinden temiz hava solumak için pencere açmasına izin vermemektedirler. Bu tip yapıların içerisinde kullanıcılar, bayat hava ve yapı içerisinde malzemelerden dolayı oluşan toksit gazları solumak zorunda kalmaktadırlar. 1960'larda

radikal bir karar ile yapıların bölgesel iklime uymaları gerekliliği konusunda bir fikir oluşmaya başladı.

1960'lardan itibaren sürdürülebilir yapı tasarımı modernleşmeye başladı. Avrupa ve Kuzey Amerika'yı hava geçirimsiz cam kutular kaplamaya başladı. Devrimci bir düşünce olarak ta; iklimlendirme işini yalnız makine mühendislerinin eline bırakmaktansa ; kullanılabilir camlar, gölgelendirme elemanları ve peysaj planlamasının iklim koşullarına göre yapılması ön plana çıkmaya başladı. Bu şekilde inşa edilen yapılar modern olarak tasvir edilen diğer yapılardan farklı olmaya başladılar. Bu dönemde inşa edilen sürdürülebilir yapıların geneline konutlar ve küçük ölçekli kamusal yapılar teşkil ediyordu. Bu dönemde bu şekilde yenilikçi yapılarla çok az sayıda firma ilgileniyordu.

Commerzbank yarışması ile birlikte, yüksek profilli uluslararası firmalar ve birçok mimar, sürdürülebilir mimarlıkla ciddi anlamda ilgilenmeye başladılar. Bu sürdürülebilir hareket için hem iyi hem de kötü sonuçlar ortaya çıkardı. Commerzbank, büyük bir bütçe ile yüksek teknolojiye sahip bina olarak ortaya çıktı. Bu sebepten dolayı sürdürülebilir tasarım birçok projenin önünde bütçe engeli olarak gözükmeye başladı.

Enerji fiyatlarının yüksek olması sebebi ile Avrupalı ve Amerikalı yatırımcılar maliyeti göze alarak yüksek teknoloji sürdürülebilir yapılar inşa etmeye başladılar. Sürdürülebilir yapıların enerji ve doğa korunumu yanında dolaylı faydaları bulunmaktadır. Sürdürülebilir yapıları çalışanların sağlığını ve üretkenliğini arttırmaktadır. Bu verimliliği sağlayabilmek için Almanya'da yeni ofis binalarında bütün iş istasyonlarının güneş ışığı ve doğal havalandırmadan faydalanabilmeleri gerekmektedir. Çalışanların binanın dış duvarında maksimum 7 metre uzakta olması bir zorunluluk olarak getirilmiştir. Böylece bütün çalışanlar doğal ışıktan faydalanmış olacaklardır. A.B.D ve Kanada'da, çalışanlarla doğal ışık arasındaki bağlantıyı sağlıklarına ve performanslarına olan etkiyi bilimsel olarak incelemişlerdir. Araştırma sonucunda doğal ışıkla bağlantılı çalışanların sağlıklarını ve performanslarını olumlu yönde etkiledikleri gözlemlenmiştir. Çalışanların işine sahip çıktıkları ve devamsızlık oranında ise düşüş gözlemlenmiştir. [4]

1995 yılında, araştırmacılar dikkatlerini doğal ışığın okullardaki öğrenciler üzerindeki etkisi üzerine yönlendirmişlerdir. 1970'lerde inşa edilen penceresiz okulların öğrenciler üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bu araştırmaların sonucunda doğal ışıkla öğrenim görülen sınıflarda, büyük oranda enerji tasarrufu yapılmıştır. İlginç bir şekilde öğrencilerin ders notları artmış,

öğretmenler ve öğrenciler işlerine daha özverili davranmaya başlamış ve en ilginç ise öğrencilerin dış sağlıklarında olumlu gelişmeler olmasıdır. [4]

1995 yılında başka bir araştırmada doğal ışığı kullanmanın, yapılarda kazandırdığı ekonomik potansiyele dikkat çekmiştir. Araştırma Loughheed 157 binası üzerine yapılmıştır. Bu yapı Sunnyvale, Kaliforniya’da 1983 yılında inşa edilmiştir. Tasarım özellikleri içerisinde sofistike duvarlar, avlu sistemi, döşemelerde oluşturulan boşluklardaki yatay pencereler ışığın yapının her noktasına ulaşmasını sağlamıştır. Doğal ışığın olabildiğince bina içerisine dağıtılmış olması, elektrik faturalarında düşüşe ve işçilerin devamsızlığında %15 oranında azalmasına neden olmuştur. Bu 2 faktör sonucunda; ortaya çıkan tasarrufu hesapladığımızda, her yıl yapıyı işleten şirkete 500,000 \$ kazandırdığını görmekteyiz. (Hawken, 1993)



Şekil 2.6 Loughheed 157 içeriden görünüşü

3. SÜRDÜRÜLEBİLİR BİNA YAPIM İLKELERİ

Bir milletin mimarlık aktivitelerinin küresel ekosistem üzerindeki etkisini arttırması, ekonomik açıdan kalkınmasıyla doğru orantılıdır çünkü ekonomik açıdan kalkınma beraberinde arsa, bina, yapı malzemesi ve enerji gibi kaynaklara olan ihtiyacı da beraberinde getirmektedir. Sürdürülebilir tasarımında amacı doğayı oluşturan ve şekillendirmeye devam edecek olan organik ve inorganik maddelerin uyum içerisinde olmalarını sağlayacak yöntemler bulmak ve bu yöntemler dahilinde sürdürülebilir yapılar ortaya koymaktır.

Sürdürülebilir gelişmenin dört ana koşulu insan, çevre, enerji ve ekonomidir.(Kaynaklı, 2008)

Ben bu bölümde sırasıyla;

- Doğa Koşullarının Etkin Kullanımı
- Enerjinin Etkin Kullanımı

konularını anlatacağım.

3.1 Doğa Koşullarının Etkin Kullanımı

Toprak yeryüzündeki sınırlı kaynaklardan biridir ve gerçekte düşünüldüğünden daha hızlı bir şekilde tahrip edilmektedir. Birçok bölgede alanların verimsiz kullanımı, tarım alanlarının yok edilerek yapı alanı olarak kullanılması , yapı endüstrisinin ekolojik sistem üzerindeki etkisidir.Toprak erozyonu , yer altı sularının kirlenmesi, asit yağmurları ve diğer endüstriyel atıkların yanı sıra yapı alanlarının giderek genişlemesi diğer canlıların yaşama ortamlarını ve tarım alanlarını yok etmektedir. (Sitarz, 1994) Doğal topografyanın korunması , toprak, su, bitki, örtüsü ve canlılar arasında karşılıklı ilişkinin ve insan faaliyetlerinin doğal yaşam üzerindeki etkisinin daha iyi anlaşılması , sürdürülebilir tasarımlar ortaya koymak açısından büyük önem taşımaktadır. Doğa ile uyumlu inşa edilmeyen yapılar doğal afetler sonucu büyük zararlar görmektedir. Psikolojik açıdan bakıldığı zamanda insanlar doğa ile uyumlu tasarlanmış yapılarda yaşamayı ve çalışmayı tercih etmektedir. (Williamson, 2003)

o Topografik Koşullara Uyum Sağlama

Bir binanın yapılacağı arsanın mevcut topografik yapısı büyük oranda korunmalıdır. Topografyada yapılacak önemli değişiklikler, kazılar, yükseltmeler gereksiz kaynak tüketimine neden olmakta, ayrıca bölgenin mikro iklimsel özelliklerindeki

değiştirmektedir. Yüzey şeklindeki değişiklik, yağmur sularının akışını ve rüzgar yönünü değiştirerek, çevrenin ekolojik sistemlerine olumsuz yönde etki etmektedir. (Edwards, 2001)

o **Yer altı Seviyesine Uyum Sağlama**

Yer altı su seviyesinin altında yapılar kazılar ekonomik açıdan ek yük getirmenin yanı sıra, doğal hidrolik süreçlere de olumsuz yönde etki etmektedir. (Edwards, 2001)Yapım süresince açıkta kalan yer altı suyu, yapım faaliyetlerinin neden olduğu kirlenmeyle karşı karşıya kalmakta, bu da ekolojik dengeyi bozmaktadır. Yer altı su seviyesinin altına inilmiş yapılarda , su seviyesinin altında kalan kısımlara oldukça maliyetli olan su yalıtım önlemleri almak gerekmektedir buda gereksiz kaynak kullanımına neden olmaktadır. (Ray-Jones, 2000)

o **Mevcut Flora ve Fauanın Korunması**

Yerel bitki örtüsü ve diğer canlı toplulukları, arsanın ayrılmaz birer parçası olarak düşünülmelidir. Çözüm gerektiren bir problem olmaktan çok, kaynak olarak değerlendirildiğinde, doğal bitkiler ve canlılar ortaya konan ürünü daha beğenilir hale getirerek, memnuniyeti arttıracaktır. (Ray-Jones, 2000)

o **Yerel İklimle Uyum Sağlama**

Binanın bulunduğu yer; enerji harcamalarını etkileyen güneş ışınımı, hava sıcaklığı, hava hareketi ve nem gibi iklim elemanlarının değerlerinin bilinmesi için önemli olduğu kadar, binanın enerji etkinliğinde çok önemli rol oynayan mikro-klima koşullarının da belirleyicisidir. Bu parametreler değerlendirilerek tasarıma yaklaşılması gerekmektedir. (Williamson, 2003)

3.2 Enerjinin Etkin Kullanımı

Enerji kullanımı sonucu ortaya çıkan çevresel etkilerin boyutu, enerjinin kullanıldığı yapının boyutu ve enerjinin türüne bağlıdır. Enerji etkin kullanılmasındaki temel amaç kullanılan enerji hammaddelerinin, yenilenebilir olması ve çevreye en az etkide bulunmasıdır. Yapı yaşam süresince kullandığı enerjinin %94,4'ü yapı içi konfor koşullarını sağlayan HVAC (ısıtma/havalandırma/iklimlendirme) sistemleri için tüketilmektedir. Bu oranı düşürmek için konfor koşullarının mekanik sistemler yerine doğal yöntemlerle ve yenilenebilir enerjiler kullanılarak karşılanması etkili bir yöntem olmaktadır. (Scheuer, 2003) Bu şekilde, yapı

içinde insan sağlığı için daha uygun fiziksel koşullar oluşurken, aynı zamanda, yaygın olarak kullanılan fosil tabanlı enerji gereksinimini azaldığı için ekonomik ve çevresel yararlar da sağlanmaktadır.

Su enerjisi, rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, dalga ve gelgit enerjisi, biyo (Organik) yakıt, jeotermal enerji, hidrojen enerjisi, okyanus enerjisi yenilenebilir enerji kaynaklarıdır.

3.2.1 Yapılarda Güneş Enerjisi Kullanımı

Yapılarda güneş enerjisi kullanmaya yönelik tasarımlarda ana prensip olarak, ısısal enerjisinin iletim (kondüksiyon), taşınım (konveksiyon) ve ısınım (radyasyon) yoluyla akışı kullanılmaktadır. Bu doğal süreçler yapının ısınmasına ve soğutulmasına yardım eden bir yapı tasarımı aracılığıyla yönetilmektedir. Binaların ısıtılması, soğutulması, endüstriyel bitkilerin kurutulması ve elektrik üretimi güneş enerjisinin yaygın olarak kullanıldığı alanlardır. [5] Yapı yüzeyine gelen güneş ışınları yapı malzemesi tarafından yansıtılır, geçirilir veya emilir. Ayrıca güneş tarafından üretilen ısı, tasarlanmış alanlar içinde önceden tahmin edilebilir hava hareketlerine neden olmaktadır. Güneş ısısının bu temel etkisi, yapının içinde ısınma ve soğutma etkisi sağlayan malzeme seçimi ve yapı elemanı tasarımına öncülük eder. Bu tasarımlarda uygun yapı malzeme seçiminde malzemelerin kalınlığı, yoğunluğu, ısı iletim katsayısı, özgül ısı, yüzeyinin ışığı emme ve yansıtma katsayısı, yüzeyin düzlüğü veya pürüzlülüğü, boşluk ve doluluğu göz önünde bulundurulmalıdır. Güneş enerjisinden mimaride tasarımda alınan önlemlerle etken (aktif) ve edilgen (pasif) olarak yararlanmak olanaklıdır. Türkiye, güneş bölgesinde yer almaktadır. Ülkemizde yıllık ortalama güneşlenme süresi 2640 saattir. Bu miktar Avrupa ülkesi kuzey Avrupa ülkelerinde 1800 saat civarındadır ve Türkiye’de kullanılan güneş enerjisinin birkaç katı kadar güneş enerjisi değerlendirilmektedir. Ülkemizde halen mevcut 5 milyon m² güneş kolektörü, kullanılabilir kapasitenin ancak %7’sidir. Bu oran, Türkiye’ye göre daha soğuk olan Avrupa ülkelerinde daha yüksektir. (Yazıcı, 2002)

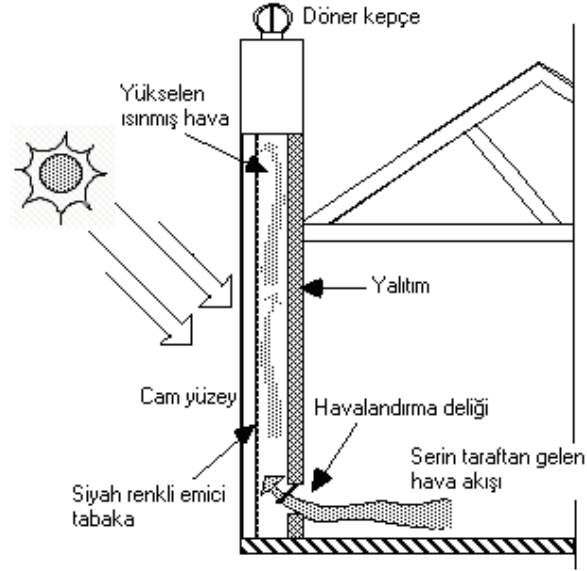
3.2.1.1 Yapılarda Pasif Sistemlerle Güneş Enerjisi Kullanımı

Pasif güneş sistemlerine yönelik tasarım uygulamaları ile, güneş enerjisinden kış ayları boyunca güneş ısı kazançlarını artırma, yaz ayları boyunca soğutma - havalandırma ve doğal aydınlatma için yararlanılabilir. Güneş enerjisini ısıtma amaçlı kullanmada temel prensip, yapı kabuğunu oluşturan elemanların bu amaca yönelik tasarlanarak güneş ışınımından mümkün olduğu kadar çok yararlanmayı sağlamaktır. Sistemde kullanılan üç temel öğe vardır. Bunlar, toplaçlar (kolektörler), depolayıcılar ve dağıtıcılarıdır. (Seçkin, 2007)

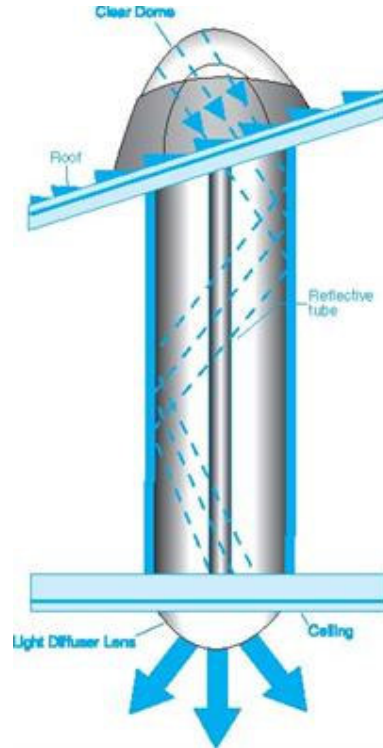
Toplaçlar, güneş enerjisini toplamakta ve ısıya dönüştürmektedir. Depolayıcılar güneş enerjisi olmadığı durumlarda ısıdan yararlanmayı sağlamaktadır. Dağıtıcıların görevi ise toplaçlar aracılığıyla toplanan enerjiyi depolama elemanlarına ve gereksinim duyulan mekânlara aktarmaktır. Sıcak nemli iklimlerde, soğutma-havalandırma için yine pasif sistemler kullanılarak güneş enerjisinden yararlanılabilir. Pasif yöntemlerden biri olan güneşlenme yönteminde, güneş ışınları mekan içindeki masif bir duvara çarparak ısınma sağlar. Dolaylı güneşlenmede ise yapıların güneye bakan cephe duvarında boşluk bırakılarak camla örülür ve trombe duvarı adı verilen bu masif duvar gün boyunca güneşten aldığı ısıyı depolar. Duvarın güneye bakan yüzeyi gün boyu çok ısınmasına rağmen, iç mekan ısısı sabit kalırken, depolanan ısı gece mekana verilir ve böylece gündüz soğutma gece ısıtma yükü azaltılmış olur. Ancak trombe duvarının tasarımında gün boyunca ısınma hızıyla gece boyunca soğuma hızının denk olması için gerekli önlemler alınmalıdır. Trombe duvarının ılıman iklimlerde döşeme alanının %25-55'i, soğuk iklimlerde ise %50-85'i kadar olabilmektedir. (Brant, 2001)

Isı bacalarıyla da güneş enerjisinden pasif yöntemle havalandırma ve soğutma amaçlı yararlanmak mümkün olmaktadır. Isı bacaları, yapının güney cephesinde düzenlenmiş ve çatı seviyesinde sona eren dar bir baca konumundadır. Güneş alan yüzeyinde cam kaplama ve camın arkasında siyah renkli metal malzemeden güneş ışınlarını emen bir tabaka bulunmaktadır. Bu tabakanın arkasında bulunan baca içindeki hava kolayca yüksek sıcaklıklara ulaşabilmektedir. Rüzgar hızı düşük olduğu zaman baca içindeki ısınmış havanın dışarı çıkmasını hızlandırmak için üst kısma dönen metal bir kepçe yerleştirilebilir. (Yüksek ve Esin, 2009)

Isısal bacadan yükselerek dışarı çıkan hava, bacanın alt kısmında bulunan ve iç mekânla bağlantılı olan havalandırma deliğinden iç mekândaki havayı çekerek burada bir hava hareketi oluşturur. Baca tarafından çekilen iç havanın yerine yapının soğuk tarafındaki pencereden serin havanın içeri dolmasını sağlayarak, içeride hem havalandırma hem de soğutma meydana getirmektedir. Güneş enerjisini soğutma amaçlı kullanmada yararlanılarak başka bir yöntem ise, 180 dereceye kadar güneş enerjisi ile ısıtılan suyun 144 derecede ve 4 barlık basınçta buhar halini alması ve bunun daha sonra iki kademeli makinede soğuğa dönüştürülmesidir. (Seçkin, 2007)



Şekil 3.1 Isısal baca ile havalandırma ve soğutma sağlanması.



Şekil 3.2 Bir ışık tütünün çalışma prensibi

Dünyada kullanılan tüm enerjinin %17'si aydınlatma amaçlı tüketilmektedir. Doğru bir tasarımla aydınlatma ihtiyacının %70'i güneşten sağlanabilir. Sıradan binalarda bu oran %25'tir. Yapılarda mekânların aydınlatılmasında, görsel konfor ihtiyaçlarına göre mümkün olduğunca gün ışığından yararlanılması, yapay aydınlatma gereksinimini azaltarak, yapıların kullanım sürecinde daha az enerji tüketmesini sağlamaktadır. Doğal aydınlatma yapı kabuğunda bırakılan açıklıklar aracılığıyla sağlanabileceği gibi, güneş ışığını dış mekândan iç mekâna aktarabilen ışık tüpleri aracılığıyla da sağlanabilir. [6]

3.2.1.2 Yapılarda Aktif Sistemlerle Güneş Enerjisi Kullanımı

Güneş enerjisinin kullanıldığı aktif sistemler, amaca göre üretilmiş toplaçlar aracılığıyla yutulan güneş ışınımını, istenen biçimdeki enerjiye dönüştürüp bunun yapıda kullanımına olanak veren mekanik ve/veya elektronik elemanların bütününden oluşan sistemlerdir. Bu sistemler aracılığı ile güneş ışınımı, ısı ve elektrik enerjisine dönüşebilmektedir. (Sakınç, 2006) Güneş ışınımını enerjiye dönüştüren bu sistemler ürettikleri enerjilere göre; ısı enerjisi üreten güneş enerjili ısıtma sistemleri (STS), ve elektrik enerjisi üreten ısı elektrik (Fotovoltaik) sistemler olarak ikiye ayrılır. Bu sistemler aşağıda kısaca açıklanmaktadır.

o Güneş Enerjili Isıtma Sistemleri

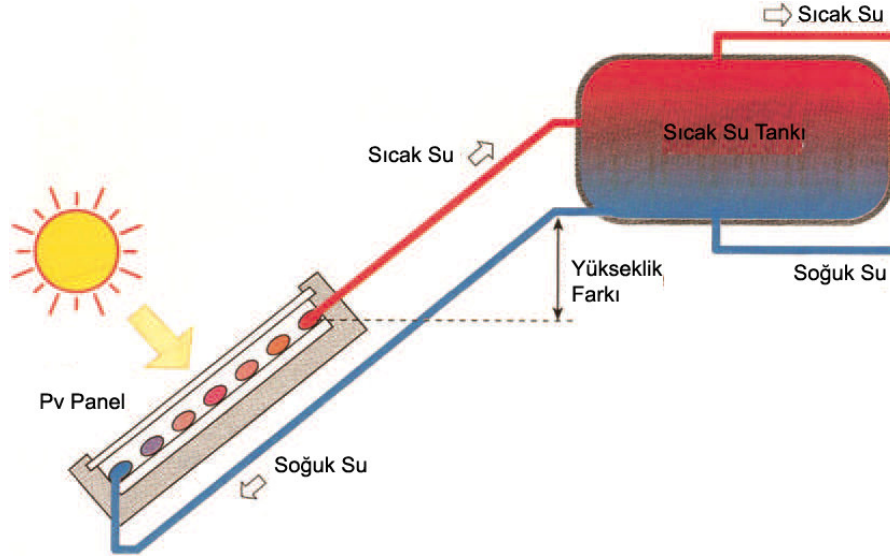
Güneş ışınımını toplaçlarla ısı enerjisine dönüştürüp; bu ısıyı su, hava vb. bir akışkan ile doğrudan; ya da bir depolama ünitesinde değerlendirerek kullanımını sağlayan mekanik ve/veya elektronik sistemlerin bütününe, Güneş Enerjili Isıtma Sistemleri (etken güneş ısıtma sistemleri) denir. Güneş enerjili etken ısıtma sistemleri yapılarda kullanımı, havuz suyunun ısıtılması, iklimlendirme havasının ön ısıtılması ve mekân ısıtılması için kullanılmaktadır. (Sakınç,2006) Isıtma sistemlerinin genel çalışma ilkesi, ısının toplaçlar aracılığı ile toplanması, gerekli durumlarda toplanan ısı enerjisinin daha sonra da kullanılabilmesi için depolanması ve ilgili alanlara dağıtılması esasına dayanır. (Şerefhanoglu, 1988)

o Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri

Bu sistemler, güneş enerjisini toplayan ve borulardaki suya ısı olarak aktaran çeşitli biçimlerdeki aygıtlardır. (Yazıcı, 2002) Gereksinimin karmaşıklığına ve büyüklüğüne bağlı olarak sistemlerin ayırım göstermesine karşın, tüm güneş enerjili su ısıtma sistemleri,

suyun ısıtılması, depolanması ve dağıtılması temeline dayanır. Güneş enerjisinin dönüşümü ile üretilen sıcak su, sistemin özelliklerine bağlı olarak, yıkanma, çamaşır, bulaşık gibi kullanıcı gereksinimlerinin karşılanması için doğrudan kullanılabilir gibi geleneksel ısıtma sisteminin desteklenmesi için de kullanılabilir. (Sakınç, 2006)

Güneş kolektörlü sıcak su sistemleri, güneş enerjisini toplayan düzlemsel kolektörleri ısınan suyun toplandığı depo ve bu iki kısım arasında bağlantıyı sağlayan yalıtımlı borular, pompa ve kontrol edici gibi sistemi tamamlayan elemanlardan oluşmaktadır. [7]



Şekil 3.3 Su ısıtıcısı olarak kullanılan pv panelin çalışma prensibi

o Fotovoltaik Sistemler

Güneş ışımından topaçlar aracılığı ile elektrik enerjisi üretip, bu enerjinin kullanımına olanak sağlayan bileşenlerin tümüne fotovoltaik (PV) sistemler denir. PV sistemler, basit ya da karmaşık değişik yapılanmalarla, yol aydınlatması, deniz fenerleri, taşıt araçları, yapılar, elektrik santralleri, gibi birçok ayrı alanda elektrik üretimi için kullanılmaktadır. Fotovoltaik sistemler, elektrik enerjisini üretir, üretilen enerjiyi gerekli durumlarda saklar ve bu enerjiyi kullanım alanlarına güvenilir biçimde aktarır. Fotovoltaik piller, yapılar da cephe ve çatılara yerleştirilerek bu yüzeylere gelen güneş enerjisini elektrik enerjisine çevirmektedir. Eysel amaçlı kullanılan güneş pilleri bir inverter aracılığı ile elektrik şebekesine bağlanmakta, böylece üretilen elektriğin akülerde depolanmasından tasarruf edilmektedir. (Yüksek ve Esin, 2009)

Fotovoltaik elektriğin maliyeti; yerdeki elverişli güneş ışığı miktarına, modüllerin ve diğer sistem parçalarının maliyetine, sistem işletmenin ve parçaları değiştirmenin maliyetine dayanır. Fotovoltaik sistemlerin hem maliyet hem değeri sistemin boyutuna ve yerine bağlıdır. Fotovoltaik sistemler yapıları gereği modülerdir ve tüketicilerin yakınına istenilen yere kolaylıkla yerleştirilebilir. Kullanıcılara yakın sistemler iletim ve dağıtım cihazları gereksinimini azaltabilir ve yerel elektrik hizmetinin güvenilirliğini artırabilir. Çatıların ve diğer yapıların kullanılması, kurma maliyetini düşürebilir. Hatta uzak bölgelerdeki daha büyük sistemlerin kurumunda ölçeğin ekonomisinden yararlanabilirler, genel masrafları ve fiyat yükseltmelerini de düşürebilirler. (Thomas ve Kelly, 1993)



Şekil 3.4 Çatıya entegre edilmiş pv sistemi

3.3 Yapılarda Rüzgar Enerjisi Kullanımı

Çevre dostu enerji kaynaklarının başında gelir. Rüzgar jeneratörünün üreteceği elektrik gücü rüzgar hızı ile doğru orantılıdır. Rüzgar hızı 3 m/s' nin altına indiğinde sistem akülerle desteklenir. Ve güneş pillerinde olduğu gibi enerji kaynağı olan rüzgar hiç olmazsa da akülerden elektrik alınabilir. (Yazıcı, 2002)

Rüzgâr enerjisinden etkin bir şekilde yararlanabilmek için çeşitli tasarım parametrelerinin dikkate alınması gerekir. Bu parametreler yapının yeri, diğer yapılara olan mesafesi ve konumlandırılış yönü, biçimi, kabuk elemanlarının ısı geçişini etkileyen fiziksel özellikleri, güneş kontrol ve doğal havalandırma sistemleri olarak sayılabilir. Güneş enerjisi kullanımında

olduğu gibi, rüzgâr enerjisinden de pasif ve aktif sistemler kullanılarak yararlanmak mümkündür. (Smith, 2005)

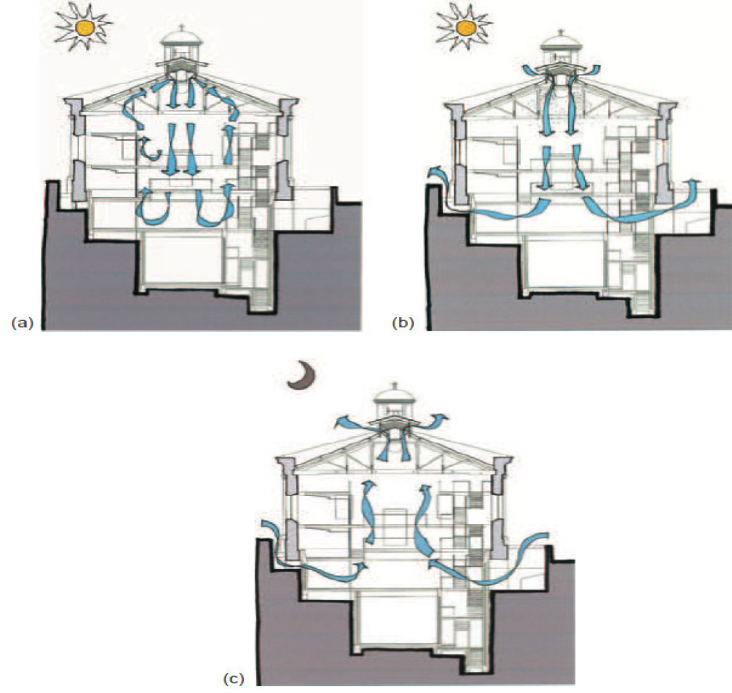
3.3.1 Yapılarda Pasif Sistemlerle Rüzgar Enerjisi Kullanımı

M.Ö 2000 yılında Mezopotamya gibi en eski insan medeniyetlerinde bile kullanılmış temiz bir enerji kaynağıdır. Rüzgar enerjisi kullanımı hakkında ilk yazılı dokümanlar, 10. yüzyılda Persia’da çıkmıştır. Bugün, İran ve Afganistan’da o dönemlerden kalma tahrip olmuş dikey eksen rüzgar türbinlerine rastlanmaktadır. (Uyar, 1998)

Sıcak nemli iklimlerdeki pasif yapı soğutmasında baslıca strateji doğal havalandırma sağlamaktır. Doğal havalandırma için açılabilir pencerelerin kullanımı en yaygın olanıdır. Ayrıca planlama aşamasında yapı içerisinde hâkim rüzgâr yönünde olacak şekilde bir iç avlu tasarlanabilir. İç avluyu saran hacimler pencereler yoluyla soğuk havayla dolarken, avlu sıcak havayı toplayarak dışarı taşır. (Azami, 2005) Soğutma yükünün fazla olduğu Ortadoğu ülkelerindeki geleneksel yapılarda, yaygın olarak kullanılan ve “badgir” olarak isimlendirilen rüzgâr bacaları da, rüzgâr enerjisinden pasif sistemlerle yararlanmaya örnek olarak gösterilebilir.



Şekil 3.5 Yazd kentinde bulunun “Badgir” adı verilen rüzgar bacaları



Şekil 3.6 Yapının doğal havalandırma şemasını gösteren kesitler

Şekil 3.6 da gösterilen a ve b kesitinde; yazın, gece soğutması ve pasif buharlaşma ile binanın atriumunda soğutma işlemi gerçekleştirilmektedir. Hava sıcaklığı yüksek ve bağıl nem %60 ın üzerinde olduğu zaman baca ağızlıları çalışır ve soğuk hava içeri girerek ağır olan sıcak ve nemli havayı dışarı atar. C kesitinde ise ısınıp yükselen sıcak hava dışarı atılarak binada gece soğutması işlemi gerçekleştirilmektedir. (Smith, 2002)

3.3.2. Yapılarda Aktif Sistemlerle Rüzgar Enerjisi Kullanımı

Dünya yüzeyinin % 27'sinde rüzgardan elektrik elde etmek mümkündür. 2040 yılında tüm dünyanın, enerjinin %40'nın rüzgardan elde etmesi ön görülmektedir. Ülkemizde ekonomik rüzgar potansiyeli yıllık 10.000 MW olarak hesaplanmıştır. (Erengözgin, 2007) Aktif rüzgar enerjisi kullanım sistemleri rüzgar türbinleridir. Binalarda orta ve küçük ölçekli rüzgar türbinleri kullanılmaktadır. Bu türbinler bahçede uygun bir noktaya konulabildiği gibi çatılara konuşabilmektedir. Çok katlı yüksek yapılarda ise yapıya entegre rüzgar türbinlerinin kullanım örnekleri vardır. (Yüksek ve Esin, 2009)

İlgin ve Günel'e (2008) göre, rüzgar türbinleri; bina-bağımsız, bina-monte, ve bina-entegre olarak üç temel grupta incelenebilir.

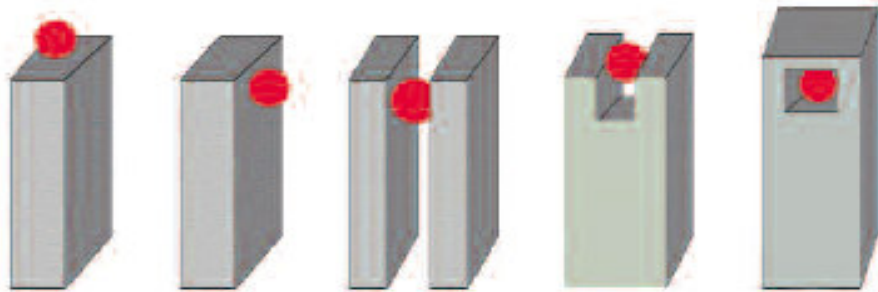
○ **Bina-Bağımsız Rüzgar Türbinleri**

Bina-bağımsız rüzgar türbinleri, yapılı çevreden (binalardan)/binadan mimari tasarım ve strüktür bağlamında bağımsız düşünülmüş olup binanın/binaların, rüzgar hızını, yönünü ya da yoğunluğunu değiştirme anlamında herhangi bir potansiyelini kullanmayan türbinlerdir. Bu sınıfa örnek olarak, rüzgar çiftlikleri verilebilir. (İlgın ve Günel, 2008)

○ **Bina-Monte Rüzgar Türbinleri**

Bina-monte rüzgar türbinleri, bina/binaları bir çeşit kule olarak kullanmalarının yanı sıra, tam entegre olanların aksine, bina formunu, mevcut rüzgar akışını değiştirmek ya da arttırmak amacıyla kullanmamaktadır. Bu uygulamalar mevcut veya tasarım aşamasındaki binalara tatbik edilebilir. Tasarım aşamasındaki binalarda mimari form, türbinlere doğru olan rüzgar akışını arttırıcı olarak modifiye edilebilir. Bu tarz uygulamalarda, bina formu tasarımına köklü müdahaleler yerine, küçük ölçekli iyileştirmeler yapılabilmektedir. Örneğin, rüzgar türbinine gelen rüzgarın şiddetini arttırmaya yönelik olarak hava kanalı yaratmak amacıyla türbinin etrafına kanatların yerleştirilmesi rüzgar verimini arttırıcı etkili bir iyileştirmedir. Bu iyileştirici uygulamaların marjinal bir örneği, kanallı rüzgar türbini olarak karşımıza çıkmaktadır. (Yerebakan, 2001)

Şekil 3.7’de bina-monte rüzgar türbinleri için bazı entegrasyon stratejileri gösterilmiştir. Sonuç olarak, bina-monte rüzgar türbinlerinde mimari, rüzgar enerjisi etkin tasarım kaygısı taşımamaktadır. Bina-monte rüzgar türbinleri, binanın mimari tasarımına uyum kaygısı taşıyabilir ya da taşımayabilir. Dolayısıyla, bina-entegre rüzgar türbinleri ve bina-monte rüzgar türbinleri arasındaki temel ayırım, bina formunun rüzgar enerjisi etkin tasarım kaygısı taşıyıp taşımadığı noktasında ortaya çıkmaktadır. (İlgın ve Günel, 2008)



Şekil 3.7 Bina-monte rüzgar tribünleri için entegrasyon sistemleri



Şekil 3.8 Bina-monte rüzgar tribünleri için yapı örneği
(Hollanda Pavyonu, Expo 2000, Hannover, Almanya)

o **Bina-Entegre Rüzgar Türbinleri**

Bina-entegre rüzgar türbinlerinde esas olan, mimari tasarımın rüzgar enerjisi kullanımını temel almasıdır. Diğer bir deyişle, rüzgar enerjisi etkin tasarım fikri temel alınmıştır. Bina-mesnetsiz ve bina-mesnetli olmak üzere iki temel sınıfta incelenen bina entegre rüzgar türbinleri, mimari tasarım sırasında sürece dahil edilmiş olup binanın/binaların formu tarafından desteklenerek rüzgarın, yönünü, hızını ya da yoğunluğunu değiştirmek veya arttırmak suretiyle, elde edilecek olan enerjinin maksimum seviyelere yükseltilmesi hedeflerine yönelik olarak tasarlanan türbinlerdir. Özetle, rüzgar türbini mimari form üzerinde büyük bir etkiye sahip olup binanın, rüzgarı toplayarak türbine yönlendiren bir mekanizmaya dönüştürülmesi hedeflenmektedir. (Ilgın ve Günel, 2008)

Şekil 3.8 'de verilen, 240 m yüksekliğinde ve 50 katlı olan Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi, Dünya'nın ilk rüzgar gücüyle elektrik üreten rüzgar türbini entegre yüksek binası unvanını alacaktır. Üçgensel formlu iki binanın arasına yerleştirilen, 3 adet 29 m kanat çaplı yatay eksenli entegre rüzgar türbinlerinin, yılda 1100-1300 MW saat'lik

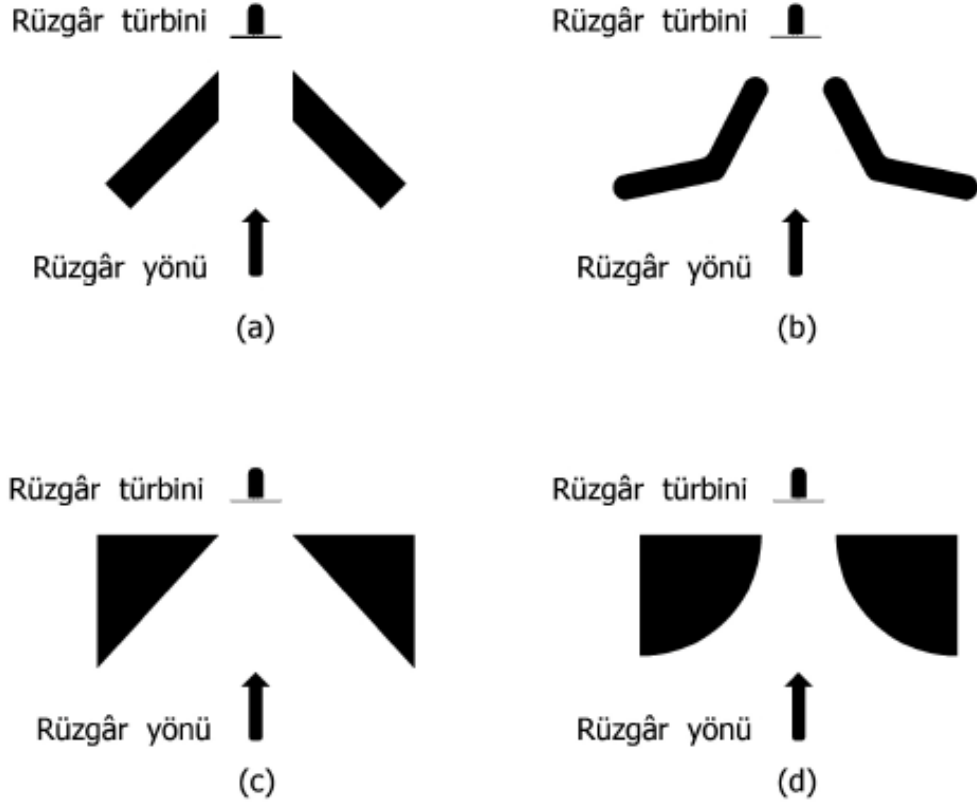
üretimleriyle, binanın yıllık elektrik enerjisi ihtiyacının yaklaşık olarak %11-%15'inin kadarını karşılaması beklenmektedir. (Yerebakan, 2001)



Şekil 3.9 Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi

o **Bina-mesnetsiz rüzgar türbinleri**

Bina-mesnetsiz rüzgar türbinleri, henüz teoriden uygulamaya geçmemiş olup binaya/binalara yakın bir yerde çalışabilen ve binanın yaratacağı, rüzgar akışını potansiyel olarak kullanabilen türbinler şeklinde tanımlanabilir. Bu çeşit türbinler, bağımsız olarak kendi mesnetiyle desteklenmekte olup binanın genel tasarımı etkilemektedir. (İlgin ve Günel, 2008)

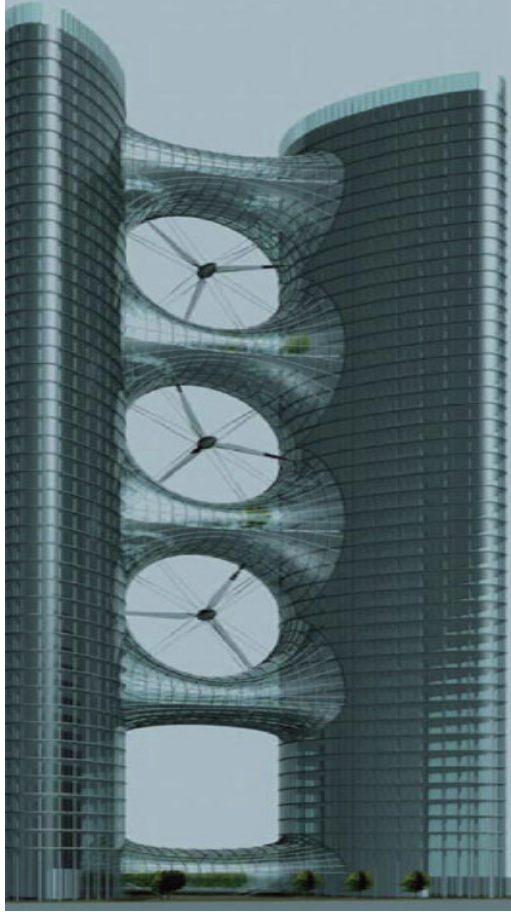


Şekil 3.10 Bina-mesnetsiz rüzgar türbinleri, farklı bina ilişki kombinasyonları

○ Bina-mesnetli rüzgar türbinleri

Bina-mesnetli rüzgar türbinleri, binanın strüktürünü mesnet edinerek binanın kendisini (genellikle üst kısmını), mevcut rüzgar potansiyelinden maksimum derecede istifade etmek amacıyla, kule olarak kullanmaktadır. (Yerebakan, 2001)

Bina-mesnetli rüzgar türbinlerinin, mimari, strüktürel ve çevresel entegrasyonu bağlamında önemli noktaları aşağıda belirtilmiştir. Türbinlere yakın mekanlar, türbin(ler)in sebebiyet verebileceği, gürültü iletimi, dönen kanatlar yüzünden ışığın titreyerek yansımaları, elektromanyetik parazit gibi olaylar yüzünden, çekiciliğinden ve ekonomik değerinden ödün verebilmektedir. Makul bir mekan organizasyonu kurgulayabilmek adına, türbin(ler)in yakınındaki yerler, sık kullanımı olmayan alanlara ya da servis mekanlarına (asansörler, merdivenler, çekirdek vb.) tahsis edilerek tampon bölgeler oluşturulmaya çalışılmalıdır. Bu mekanlar, heyecan verici geçiş alanlarına ya da gök lobilerine dönüştürülebilmelidir. (Reeves, 2003)



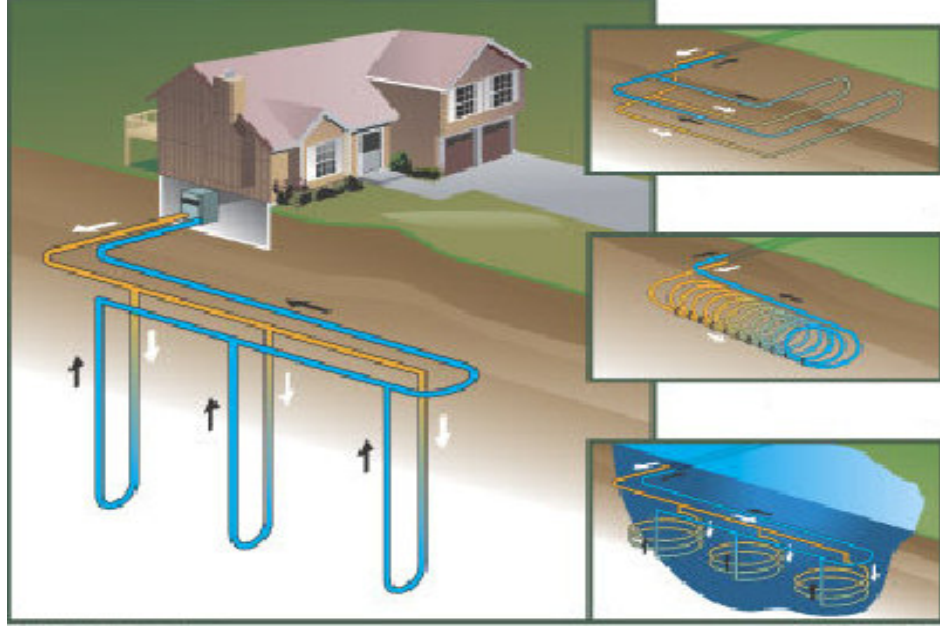
Şekil 3.11 Mesnetli rüzgar türbini için yapı örneği
Web Concentrator (konsept projesi), Stuttgart Üniversitesi

3.4 Yapılarda jeotermal enerji kullanımı

Jeotermal enerji, yeraltında olağandışı birikmiş olarak bulunan ısının çatlaklardan yeryüzüne su veya su buharı olarak çıkması ile elde edilir. Bazen de sondaj çalışmaları ile yeraltından sıcak su, sıcak su ve su buharı karışımı ya da buhar olarak çıkartılabilir. Kaynaklarının sadece %3'ünü kullanabilen Türkiye, dünyanın 7'inci Jeotermal gücüne sahiptir. Buna göre, Türkiye'de ev ısıtma ihtiyacının % 30 gibi çok büyük bir bölümü jeotermal kaynaklardan karşılanabilir. (Altın, 2007)

Jeotermal enerji konutlarda ısıtma ve soğutmada, seracılıkta, tarımda kullanılmaktadır. Jeotermal akışkanın uygulama yöntemlerine göre jeotermal enerji sistemleri, ısı pompaları, kuyu içi esanjörler ve ısı boruları olarak üç farklı şekilde uygulanmaktadır. Yapılarda yaygın kullanım ısı boruları seklindedir. Jeotermal enerjinin bir başka kullanım şekli ise toprak sıcaklığının kullanıldığı yöntemlerdir. Yeryüzünün bir miktar altında sıcaklık enleme de bağlı

olarak sürekli 45-75 F (7.22 C- 23.88 C) arasındadır.[8] Toprağın bu sıcaklığından hava yoluyla veya su yoluyla yararlanılabilmektedir. Toprağın çeşitli derinliklerinde açılmış bacalar aracılığıyla alınan hava yapı içerisine aktarılır ve iç hacmin toprak sıcaklığı ile aynı seviyeye gelmesi sağlanır. Bu uygulama kışın ısıtma yazın ise soğutma yönünde yarar sağlar. Benzer uygulama yer altı sularının sıcaklığından faydalanmak için de yapılmakta, borular aracılığıyla yapı içerisinde dolaştırılan su, sahip olduğu ısıyı iç hacimlere yaymaktadır. (Yüksek ve Esin, 2009)



Şekil 3.12 Toprak kaynaklı ısı pompası uygulamaları
Ulusallararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09)

3.5 Yapılarda hidrojen enerjisi kullanımı

Hidrojen enerjisi, konutları ısıtmada, sıcak su temininde, yemek pişirmede ve elektrik ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılabilir. Hidrojeni buralarda kullanmak için önce onun üretilmesine, depolanmasına ve nakledilmesine ihtiyaç vardır. Hidrojen; güneş, hidroelektrik, rüzgâr, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilebilir. (Yüksek ve Esin, 2009) Günümüzde yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş-hidrojen hibrid sistemi en verimli sistem olarak göze çarpmaktadır. Böyle bir sistemde fotovoltaik paneller, elektrolizör, yakıt pili, Hidrojen (H₂) depolama tankı, akü grubu, inverter (dönüştürücü) gibi bileşenlere ihtiyaç vardır. Güneş-Hidrojen Evi enerji düzeneğinde sistemin işleyişi şu şekildedir (Tabakoğlu, 2007);

- PV paneller ile güneş enerjisinden elektrik üretilir,
- elektrolizör ile H₂ve O₂ üretilir,
- gazlar yer ve su ısıtımı için depolama tankına alınır,
- kısın katalitik hidrojen yakıcısı (1.5 kW) ile hidrojen alevsiz yakılarak havalandırma sistemindeki hava ısıtılır,
- ilave elektriğe ihtiyaç varsa yakıt pili devreye girer,
- yakıt pilinde açığa çıkan ısının bir kısmını suyu ısıtmada da kullanılır.

3.6 Yapılarda biyokütle enerjisi kullanımı

Biyo enerjiye canlılık enerjisi de denebilir. Bütün canlılar güneş enerjisi kullanırlar. Bu nedenle her türlü biyolojik madde enerji içermekte ve yakılınca bu enerji açığa çıkmaktadır. Bitkiler fotosentez yaparak güneş enerjisini kimyasal enerjiye çevirir ve depolar, böylelikle biyolojik kütle ve organik madde kaynağı oluşur, buna biyokütle denir. Biyokütle; enerji teknolojisi kapsamında, odun (enerji ormanları, ağaç artıkları), yağlı tohum bitkileri (ayçiçek, kolza, soya v.b), karbon-hidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar, v.b), elyaf bitkileri (keten, kenaf, kenevir, sorgum, vb.), bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk v.b), hayvansal atıklar ile şehirselle ve endüstriyel atıklar değerlendirilmektedir. Biyokütle; yenilenebilir, her yerde yetiştirilebilen, sosyo-ekonomik gelişme sağlayan, çevre dostu, elektrik üretilebilen, taşıtlar için yakıt elde edilebilen stratejik bir enerji kaynağıdır. Biyokütle doğrudan yakılarak veya çeşitli süreçlerle yakıt kalitesi artırılıp, mevcut yakıtlara eşdeğer özelliklerde alternatif biyoyakıtlar (kolay taşınabilir, depolanabilir ve kullanılabilir yakıtlar) elde edilerek enerji teknolojisinde değerlendirilmektedir. (Yüksek ve Esin, 2009)

Biyokütleden; fiziksel süreçler (boyut küçültme-kırma ve öğütme, kurutma, filtrasyon, ekstraksiyon ve biriktirme) ve dönüşüm süreçleri (biyokimyasal ve termokimyasal süreçler) ile yakıt elde edilmektedir. (Karaosmanoğlu, 2003) Konutlarda biyokütle kaynağından; havasız çürütme yöntemi ile elde edilen biyogaz elektrik üretiminde, piroliz yöntemi ile elde edilen etanol ısıtma amaçlı, doğrudan yakma yöntemi ile elde edilen hidrojen, su ısıtma amaçlı kullanılmaktadır.(Sakınç,2006)

3.7 Sürdürülebilir Yapı Tasarımı Örneği

Yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanılarak, aktif ve pasif sistemler kullanılarak ve kullanılan sistemleri modern bir mimari dille ortaya konulan bir villa tasarımı yapılmıştır. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu UTES'2008 'de yayınlanan ve Balıkesir Üniversitesi Mimarlık Bölümü ve Makine Mühendisliği Bölümü'nün işbirliği ile ortaya konan bu çalışmanın belirli bölümleri incelenecektir.

Yapı Balıkesir ili için tasarlanmış olup bünyesinde, yalıtım, yağmur suyu toplama sistemi, enerji depolama sistemleri, ısı pompası, PV/T, rüzgar türbini, doğal havalandırma, aşırı güneş ışınımını önlemek için aktif ve pasif sistemler kullanılmıştır.

3.7.1 Yapıda Kullanılan Aktif ve Pasif Önlemler

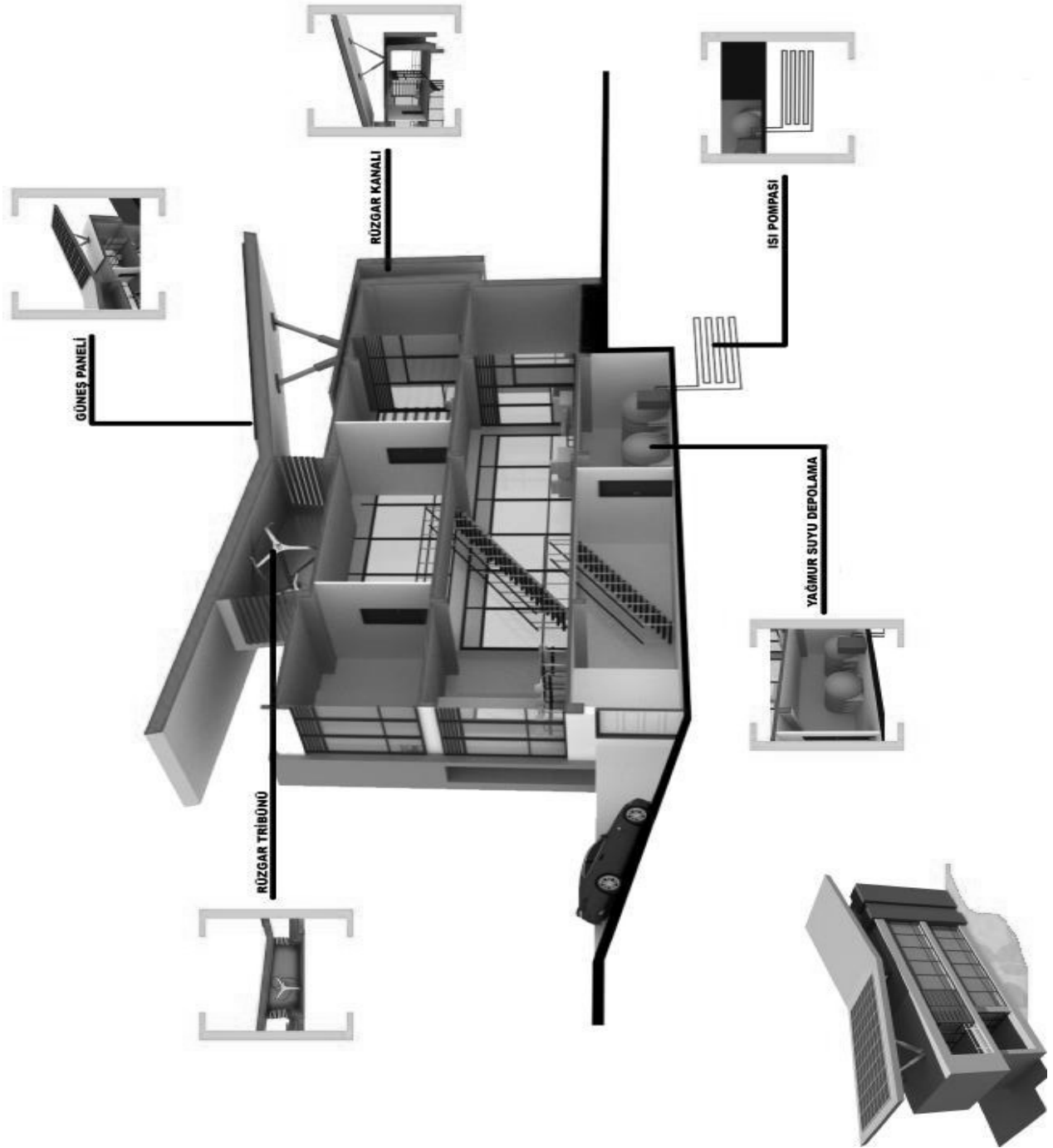
a) Çatı sistemi dizaynı: İki çatı düzlem çizgisi arasındaki açıklıktan rüzgarın hareketiyle hava akımı oluşmakta ve çatının soğuması sağlanmaktadır. Bu sayede yazın çatı katlarında aşırı ısınma sorunu büyük oranda ortadan kaldırılmıştır. Kanat şeklindeki üst çatı yapısı ayrıca direk güneş ışınlarını tutarak aşağıdaki çatıya bir gölgeleme görevi de oluşturmaktadır.

b) Gölgeleme: Yaz uygulamaları için bina dış kabuğu ile cam yüzeyi arasındaki sera etkisini azaltmak için, güneş ışınlarını yansıtan beyaz renkli stor perde sistemi ile bina dış duvarlarındaki ısı kazancı azaltılmaktadır.

c) Trombe duvarı uygulaması: Sistemde dış cephe cam ile kaplandığı için cama yapışık olan duvarlarda tromp duvarı sisteminden yararlandı. Dışarıdan bakıldığında dış cephenin büyük bir bölümü cam olarak görünmektedir. Ancak iç kısma girildiğinde duvar yapısının yarı yarıya cama yapışık şekilde trombe duvarı ve çift camlı sistemden oluştuğu görülmektedir. Trombe duvarı sistemiyle hem camlı olan dış kısımdaki ısı transferi büyük oranda azaltılmış, hem de ek ısı kazancı sağlanmıştır. Duvarın direk güneş ışığı gören kısmına iki yönlü panjur sistemi yerleştirilmiştir. Bu panjur sisteminin bir yüzeyinde siyah kaplama diğer yüzeyi ise yansıtıcı özelliği olan bir sistemden oluşmaktadır. Otomatik bir sistem sayesinde kışın panjurun siyah kısmı güneş ışığını emerek ısınmaya katkı sağlayacaktır. Yazın ise diğer yüzeyi çevrilerek gelen güneş ışınlarını yansıtarak ısınmayı azaltacaktır.

d) Yağmur suyu toplama sistemi : Çatının V şeklindeki yapısı sayesinde yağmur suları kolaylıkla merkezde toplanabilmektedir. Merkezde toplanan yağmur suyu binanın dışından

görülmecek şekilde bir boru sistemiyle bodrum kattaki depoya iletilmekte ve değişik amaçlarla (bahçe sulama, banyo, temizlik vb.) kullanılacaktır. Yağmur sularının kullanılabilmesi için çatı örtü malzemeleri kanserojen madde içermeyen malzemelerden seçilmiştir. Tasarlanan yapı için yıllık 93 tonluk su depolama potansiyeli bulunmaktadır.



Şekil 3.13 Tasarlanan binanın kesiti

e) **Sıcak ve soğuk enerji depolanması:** Akşam vakti; rüzgar türbininden sağlanacak olan elektrik, serpantin yöntemiyle buz depolama sistemi kullanılacak ve gündüz soğutma ihtiyacının bir kısmı bu sistemle karşılanacaktır. Sistem çoğunlukla pik yükler oluştuğunda devreye girecektir. Sıcak su ise PV/T panellerinden sağlanarak bir yalıtımlı bir depo sisteminde depolanacaktır.



Şekil 3.14 Antinli enerji (buz) depolama sistemi

f) **Değişken açılı PV/T sistemi:** PV/T sisteminin güneş ışınlarına bağlı olarak otomasyon sistemi vasıtası ile ayarlanabilir değişken açıda tasarlanması mümkündür.

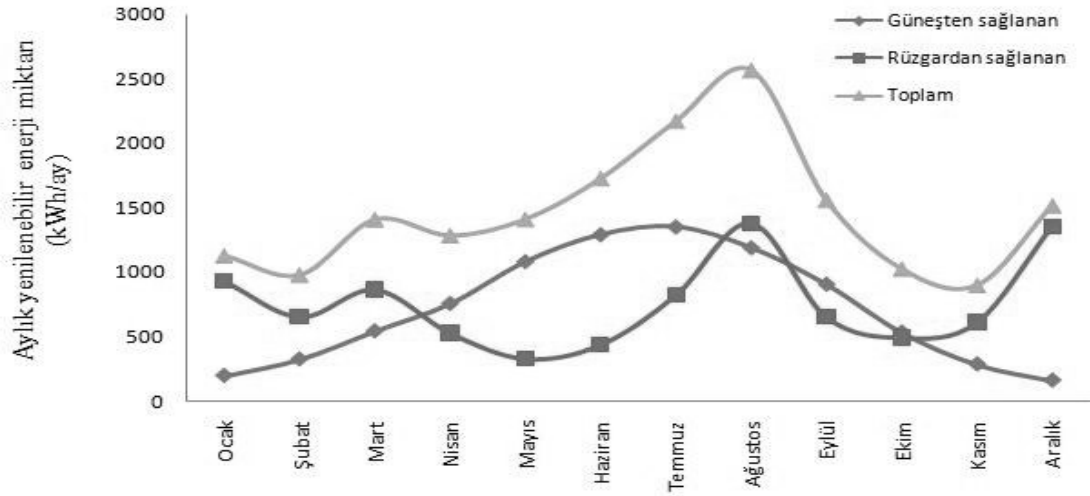
g) **Doğal havalandırma-soğutma ve iklimlendirme sistemleri:** Balıkesir ortalama dış sıcaklıkları incelendiğinde yaz dönemi için gece saat 12 ile 6 arasında dış hava sıcaklığı genelde 22 C'nin altında gerçekleşmektedir. Bu saatler arasında doğal havalandırmanın kullanımı uygun hale gelmektedir. Dış kısımdaki hava kapakların açılması otomatik bir sistem kontrolünde iç ve dış sıcaklığı ölçerek, bir sensörden alınan veriler doğrultusunda sıcaklık farkına bağlı olarak gerçekleştirilecektir. Dış hava giriş menfezleri binanın yerden belli mesafede yükseklikte ve çıkış menfezleri ise üst kısımda bulunmaktadır. Bunun yanında ayrıca rüzgar türbinin çıkış kanalında çatıya yerleştirilmiş olan hava kanalları sayesinde buradan alınan hava ev içerisine iletilmektedir. Bu noktada havanın belirli bir hızı olduğu için havanın evin içine taşınması kolayca gerçekleşebilmektedir.

Jeotermik hava değişim sistemi olarak adlandırılan sistem ile dış ortamdan alınan hava yeraltına yerleştirilmiş olan kanallardan geçirilerek sıcaklığı toprak sıcaklığına yakın bir seviyeye getirilmektedir. Mevsimsel koşullara bağlı olarak değişken bir hava debisi ile

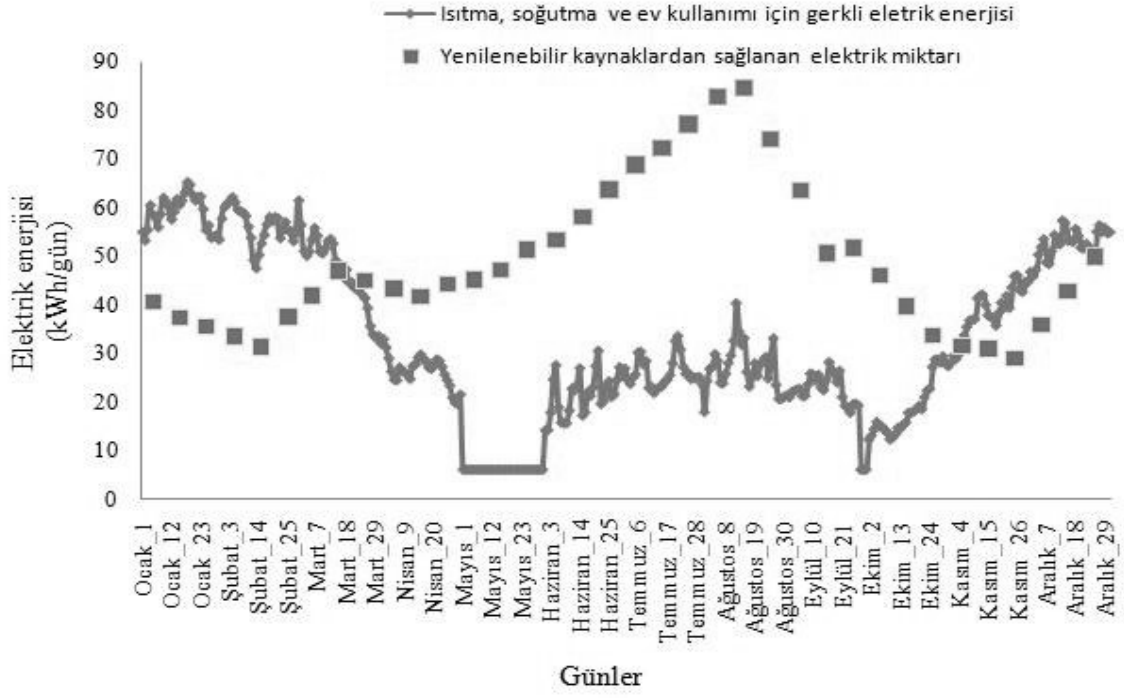
toprağın içinde dolaştırılarak ısı pompası sistemine buradan da bina içerisindeki ortama verilmektedir. Bu sayede kışın dış ortamdan soğuk olarak emilen hava ortama iç ortama sıcak, yazın ise sıcak olarak emilen hava, ortama serin olarak gönderilecektir. Yaz uygulaması için ısı pompasına ilaveten, soğuk enerji depolama sisteminde depolanan buzun gizli ısısından yararlanılacaktır. Pik yük taleplerinde bu sistem devreye girecektir. Bu sistemde akşam rüzgar türbinlerinden elde edilen elektrikle mekanik kompresörlü bir sistem (çiller) sayesinde bir depodaki suyu buz haline çevirmektedir. Gündüz olduğunda ise bu buzun enerjisi kullanılarak soğutmaya destek sağlanmaktadır.

3.7.2 Yapının Enerji İhtiyacı

Alınan verilere dayanarak yapılan tasarımda belirli hesaplamalar yapılarak yapının harcayacağı enerji miktarı ile yapının yenilenebilir enerji kaynaklarından üretebileceği enerji miktarları hesaplanmıştır. Yıllık toplamda yenilenebilir enerji kaynaklarından 17638 kWh/yıl enerji sağlanabilmektedir. Yıllık bazda üretilebilecek olan elektriğin % 49'ü güneşten geriye kalan %51'lik kısmı rüzgardan sağlanabilecektir. Isıtma, soğutma ve ev elektrik gereksinimi için yıllık olarak 12142 kWh'lik bir elektrik enerjisi gereksinimi olmaktadır. Yenilenebilir enerjiden sağlanacak miktar 17638 kWh/yıl dır. Tüm enerji gereksinimi sağlanacak ve üzerine fazladan 5495 kWh üretilecektir. Bu sistemle gerekli olan toplam elektrik enerjisinin tamamı sağlanabilmektedir.



Şekil 3.15 Binanın üretilen yenilenebilir enerji miktarı



Şekil 3.16 Binanın üretilen enerji ve ihtiyaç grafiği

4. SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPILARDA BİLGİSAYAR TEKNOLOJİLERİ

Bir yapının sürdürülebilir olmasındaki en önemli etkenlerden birisi yapıda enerji verimliliğinin ne derecede olduğudur. Bilgisayar teknolojisi entegre edilmiş ve sürdürülebilir olması beklenen bir yapıda elektrik-elektronik ve mekanik sistemlerin enerji verimliliği bilgisayarların denetiminde ve yüksek seviyede olmalıdır. Enerji verimliliği sağlayamayan bilgisayar entegreli yapılar yalnızca kullanıcı konforunu sağlamaktan öteye geçemezler. Dolayısıyla bilgisayar kontrollü yapıların en önemli görevi kullanıcı konforundan ödün vermeden binanın enerji harcamalarını en az düzeyde tutmaktır. Yapılarda kullanılan enerji kullanıcının konforunu sağlamak üzere büyük oranda ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma amaçlı kullanılmaktadır. (Scheuer, 2003)

Bir binanın sürdürülebilir ve akıllı olabilmesi için belirli özelliklere sahip olması gerekmektedir. Mevcut gün ışığını çoğaltma ve maksimum şekilde kullanabilme, güneş ışığından korunabilme, bina izolasyonunun sağlayabilmesi, havalandırmanın sağlanabilmesi, ısıyı toplayıp depolayabilmesi, ısıyı reddedebilmesi, sesi emebilmesi ve elektrik üretebilmesi yapı sürdürülebilirlik özelliği katacaktır. Yapı bu sıralanan özellikleri bilgisayar teknolojilerini kullanarak yaptığını söyleyebilmek için yapılanların otomasyon sistemi ile gerçekleştirebiliyor olması gerekmektedir. Otomasyon sisteminin de aktif olarak işleyebilmesi ve akıllı bir yapı olarak adlandırılabilmesi için aşağıda sıralanan özelliklerin bir yada birkaçının yapıda bulunması gerekmektedir. (Wigginton ve Harris, 2002)

- **Bina Yönetim Sistemleri :**

Akıllı binalarda, bina yönetim sistemi (Building Management System) yapının beyni olarak çalışmaktadır. BMS yönetimin beyni olarak, insan beyninin duyu organlarından gelen verileri alıp yorumladıktan sonra harekete geçmesi gibi, BMS' de binada bulunan tüm sensörlerden ve binaya bağlanmış tüm data sistemlerindeki bilgileri kendinde toplar. Bilgiler BMS 'de toplandıktan sonra bu bilgiler yorumlanıp harekete geçirilmesi gereken sistemleri yönetir. Örneğin hava durumunda oluşan değişiklikleri algılayıp pasif ve aktif sistemleri devreye sokarak enerji kullanımını en verimli seviyede tutmayı sağlar. Yapılan bu harekette, yapının sıcaklığını otomatik olarak kontrol ederek yapıdaki hayati bir fonksiyonu yerine getirmektedir. (Wigginton,1995)

○ **Öğrenebilme Becerisi :**

Akıllı binalar öğrenbilme becerisine de sahip olabilmektedirler. İncelenecek örneklerde de bulunduğu üzere, yapı mevcuttaki ve tahmin edilen hava durumunu hesaplayıp ısıtma, aydınlatma ve gölgelendirme elemanlarını kontrol edebilmektedir. Öğrenme tabanlı algoritma yazılımları ile yapay zeka oluşturulup binanın enerji durumunu, termal karakteristik özelliklerini geçmişteki hava durumlarını ve o hava durumunda binanın izlediği stratejileri de göz önünde bulundurarak karara verebilmesini sağlamaktadır.[9]

○ **Cevresel Veriler :**

Birçok proje yapı iç ve dış çevresel durumunu gösteren detaylandırılmış ve gerçek zamanlı verileri toplayabilme özelliğine sahiptir. Bu veriler akıllı binaların karar vermesinde önemli rol oynamaktadır. Binanın toplaması gereken çevresel veriler; rüzgarın hızı ve yönü, yapı dışı sıcaklık, cephe sıcaklığı, yapı dışı nem oranı, güneşlenme oranı, yapı içi ve oda içlerinde hava sıcaklıkları, günışığı derecesi ve yapı içi nem oranı olarak sıralayabiliriz.

○ **Duyarlı Yapay Işıklandırma Sistemi :**

Gün ışığında verimli faydalanabilmenin prensiplerinden biriside yapının gün ışığı seviyesine duyarlı ve kendini gün ışığı seviyesine göre açıp kapatabilen yapay aydınlatma sistemlerine sahip olmasıdır. Yapı yüzeyinde bulunan sensörler sayesinde yapı var olan gün ışığını algılayabilir ve 0 – 100 arasında bulundan seviyeye göre yapı, iç aydınlatmayı sağlamaktadır. [9]

○ **Güneş Kontrol Mekanizması :**

Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş, yapıya enerji elde etmeyi sağlayan en büyük enerji kaynaklarından biridir. Bilgisayar algoritması; bulunulan zaman, enlem ve boylamı baz alarak gerçek zamanlı olarak güneş açısını belirleyebilmektedir. Bu veriler ve algoritma sayesinde güneşin gün ve yıl içerisinde izleyeceği yolda hesaplanabilmektedir. Güneş; sağladığı faydaların yanında kontrol edilmezse fazla ısınma, yansıma gibi etmenlerle iç konforu düşüren etkisi de bulunmaktadır. Bilgisayar kontrollü, jaluzi, panjurlar ve diğer koruyucu gölgelendirme elemanları ile güneşin konfor düşürücü etkileri engellenmiş olur.

○ **Kullanıcı Kontrolü :**

Bina kullanıcısının; ani çevresel değişikliklere göre binaya müdahalede bulunması, birçok çevre tarafından kabul edilmektedir. Birçok kontrol sistemi, üzerinde bulunan kontrol panelleriyle manual kullanıma izin vermektedir. Ancak kullanıcının binaya müdahalesinde genel konfor ve enerji korunumu stratejisi ile uyuşmadığı anda BMS (Building Management System) kullanıcıya uyarıda bulunarak kullanıcının yapmaya çalıştığı işlemi engeller. (Wigginton ve Harris, 2002)

○ **Elektrik Jeneratörleri :**

Günümüz teknolojisi ile yapılar kendi enerjilerini üretebilme imkanına sahiptirler. İncelenecek örneklerde fotovoltatik güneş panelleri, rüzgar tribünleri ve kombine edilmiş ısı ve enerji sistemlerini içermektedirler.

○ **Havalandırma Kontrolleri :**

Havalandırma eylemi verimliliği arttırmak için yapı tarafından otomatik olarak gerçekleştirilebildiği gibi yetkili kullanıcı tarafından da kullanılabilir. Binanın havalandırma sistemini kullanmaya yetkili kişi; bilgisayar iradesi dışında açılabilir tavan varsa onu açabilir, hareketli pencereleri çalıştırabilir, havalandırma kanallarının kapaklarını açıp kapatmak gibi fonksiyonları kontrol edebilmektedir. Yetkili kullanıcı tarafından gerçekleştirilen bu eylemler, rüzgar ve yağmur gibi havalandırma sistemini etkileyebilecek durumların kontrolünü yerine getiremiyorsa bilgisayarlar devreye girip duruma müdahale etmektedirler. Bilgisayarlar sayesinde, doğal havalandırma ile meydana gelebilecek hava, ses kirliliği ve benzeri problemlerde engellenmiş olmaktadır.[9]

Bilgisayar kontrollü sürdürülebilir yapılarda pasif havalandırma sistemleri ile aktif havalandırma sistemlerinin bir arada kullanılması öngörülmelidir. Bilgisayarlar olağan dışı durumlarda aktif sistemleri devreye sokarak maksimum doğal havalandırmayı kullanıp, minimum seviyede enerji harcama üzerine programlanmışlardır. (Wigginton,1995)

○ **Sıcaklık Kontrol Sistemleri :**

Temel prensip yapının ısınması ve soğuması için kullanılmakta olan enerjinin minimuma indirilmesidir. Yapının ve yapıda kullanılan suyun ısıtılması için gerekli enerji, güneşin bulunduğu yere doğru dönebilen güneş panellerinden sağlanmaktadır.

○ **Soğutma Sistemleri :**

Toprak kaynaklı ısı pompası, kuyu ve yer altı sularının, bilgisayar kontrollü olarak gece soğutma işlemini gerçekleştirmektedir. Suyun yapı içerisine dağılım yolu; ısıtma için yapıya döşenmiş olan borulardır.

4.1 Leed Sertifika Sistemleri

Yapıların sürdürülebilir inşa edilmesiyle başlayan süreçte, sürdürülebilir olarak inşa edilen yapıların sertifika ile tescillenmesi ihtiyacını gidermek, binaların çevresel etkilerini ölçmek, tutarlı bir şekilde değerlendirmek ve bu tipteki yapıları inşa edecek mimar ve mühendislere yol gösterebilmek amacıyla çeşitli sertifika sistemleri ortaya çıkmıştır. Başta LEED sistemi olmak üzere binaların çevresel etkilerini ölçmek ve tutarlı bir şekilde değerlendirmek için BREEAM, Green Star, CASBEE, BCA, HQE vb. sertifikasyon sistemleri ile binalar değerlendirilmektedir.

İlk ortaya çıkışı 1970 Stockholm Konferansı'na dayanan çevreye yönelik endişelerin, ardından 1987'de Birleşmiş Milletler çalışma raporunda ortaya çıkan "Sürdürülebilir Kalkınma" söylemi dünya üzerinde birçok ülkede büyük çapta çevresel hareketleri tetikledi. Başta Avrupa ülkeleri daha sonra Amerika, Avustralya ve Kanada, özellikle de İngiltere'de devlet kuruluşları ve çıkarılan kanunlarca sürdürülebilir gelişme politikalarının desteklendiği görüldü. Böylelikle, hemen tüm dünya ülkeleri gelişmişlik yarışı, kalkınma modeli önerileri dışında kendilerini bir de sosyal, ekolojik, ekonomik, mekansal ve kültürel boyutları olan sürdürülebilirlik tartışmaları içinde buldu. Barınma hakkının mutlak sağlanması gerekliliğinin yanında daha sağlıklı, doğa ile daha uyumlu ve yaşam kalitesinin daha üst düzeylerde olan, doğayla uyumlu ve dengeli bir yaşam sunması arzusu, yapı sektörünün doğal çevre üzerindeki etkilerinin bina ölçeğinde değerlendirilmesi ile olabileceği fikrini doğurdu. Bunu takiben gelen çeşitli sertifikasyon sistemlerinin ortaya çıkışına da sebebiyet verdi.[10]

Yapı sektöründe faaliyet gösteren 1800'den fazla üyenin oluşturduğu ve kar amacı olmayan Amerikan Yeşil Binalar Konseyi (USGBC) bünyesinde geliştirilen LEED yeşil bina puanlama

sistemi ulusal ve uluslararası düzeyde bir sertifikasyon sistemi olup, yüksek performanslı yeşil binaların yaşam döngüsünde detaylı olarak değerlendirilmesini sağlamaktır. Bu puanlama sistemi çeşitli kategorilerden oluşmakta olup bina performansının detaylı bir şekilde belirlenmesini sağlayan denetim sistemleri sunmaktadır. LEED; mimarlar, mühendisler, yatırımcılar, gayrimenkul uzmanları, hizmet yöneticileri, peysaj mimarları, yapım yöneticileri ve hükümet çalışanları tarafından, yapılanmış çevrenin sürdürülebilir hale getirilmesi amacıyla, giderek yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yapıların sürdürülebilir performanslarını geliştirme amacına yönelik olarak, sürekli gelişmeye açık tutulan bu puanlandırma sistemi, yapılara bütünleşik bir yaklaşım sergilerken, sürdürülebilirlik performansını aşağıdaki ana başlıklar altında değerlendirmektedir. [11]

LEED puanlama sistemleri aşağıdaki kategorilere ayrılmaktadır:

LEED NC - Yeni Yapılar: Ofis binaları, yüksek konut binaları, hükümet binaları, eğlenme-dinlenme tesisleri, üretim tesisleri ve laboratuvarları içine alan bu kategoride yüksek performanslı ticari ve kurumsal yapıların tasarımını yönlendirmekte ve henüz proje aşamasında sürdürülebilirlik performansları değerlendirilmektedir.

LEED EB - Mevcut Yapılar: Puanlama sistemi bina sahipleri ve işletmecileri tarafından, kullanım, bakım, ve onarım sürecinde işletme etkinliğini arttıracak ve aynı zamanda çevresel etkileri azaltacak önlemler alınmasını ve yenilikler yapılmasını sağlamaktadır. Bu kategori temizlik, bakım –onarım işlemleri için kullanılan kimyasal maddelerden, geri dönüşüm programlarına ve sistem yükseltmelerine kadar birçok alanı içermektedir.

LEED CI – Ticari İç Mekanlar: Kiralık olarak kullanılan ofis yapıları için uygulanmakta olup, üretkenliği destekleyen, sağlıklı ve aynı zamanda işletme, bakım, onarım giderleri düşük çalışma alanları oluşturmayı hedeflemektedir. Ticari iç mekanlar için LEED, yapıların işletim esasları üzerinde kontrol olanağı olmayan kullanıcılar için sürdürülebilir seçimler yapmak konusunda olanak tanımaktadır.

LEED CS – Çekirdek & Kabuk: Tasarımcı, yüklenici, yatırımcı ve yeni bina sahipleri için geliştirilen LEED C&S – Çekirdek ve Kabuk Puanlama Sistemi, yapının strüktür, kabuk ve HVAC sistemleri gibi alt sistemlerinin değerlendirilmesini sağlamaktadır. LEED ticari iç mekanlar puanlama sisteminin bir tamamlayıcı olan bu puanlama sistemi yatırımcı, yapı sahibi ve kiracılar için kriterleri belirlemeyi hedeflemektedir.

LEED S – Okullar: K-12 okullarının kendine özgü tasarım ve yapım esasları dikkate alınarak hazırlanmıştır. LEED yeni yapılar dayalı olarak, çevresel verileri değerlendirme, mimari planlama, sınıf akustiği, doğal aydınlatma, yapı fiziği, küf ve mantar engelleme gibi konularını dikkate alan LEED S-Okullar, sadece öğrenciler için değil, aynı zamanda öğretmenler ve yöneticiler içinde sürdürülebilir okul tasarımına yönelik detaylı bir araç oluşturmaktadır.

LEED H – Sağlık Yapıları: Sağlık yapılarının kendine özgü gereksinimlerini dikkate alarak hazırlanmış olan LEED sağlık yapıları puanlama sistemi, yatan ve ayakta tedavi edilen hastalara servis hizmetlerinin ve uzun dönem sağlık koruma hizmetlerinin kalitesini değerlendirmektedir.

LEED H – Konutlar : Konutlar için geliştirilen LEED puanlama sistemi yüksek performanslı yeşil konutları kapsamına almakta olup, bu konutların tasarım ve yapımında sürdürülebilirlik ilkelerinin dikkate alınmasını sağlar.

LEED ND – Mahalle Kalkındırma: Yakın çevreler için geliştirilen LEED puanlama sistemi, kentlerin akıllı büyümesini ve sürdürülebilirlik esaslarına göre kentsel kalkınmayı hedeflemekte olup, USGBC ve Yeni Kentleşme Kongresi ve Doğal Kaynaklar Savunma Konseyi ile işbirliği içinde olmayı öngörmektedir. LEED ND – yakın Çevre Kalkındırma Puanlama Sistemi kentsel genişleme ve yayılmayı azaltmak; metropoliten alanların dışında kontrolsüz genişlemeyi engelleyerek daha yaşanılabilir çevreler oluşturmayı hedeflemektedir.[11]

Sürdürülebilir arazi geliştirme; su korunumu, enerji kullanımı, malzeme seçimi, iç hava kalitesi ve enerjinin korunumu, konusunda yaratıcılık gösteren bir tasarım elemanı olmak üzere farklı altı alan üzerinden puanlanarak verilen LEED sertifikası verilmektedir. [10]

Alanlar ve alanlara göre verilebilecek en yüksek puanlar şöyle:

- Enerji ve Atmosfer - 17 puan
- İç Hava Kalitesi - 15 puan
- Sürdürülebilir Araziler - 14 puan
- Malzeme ve Kaynaklar - 13 puan
- Su Kullanımında Etkinlik - 5 puan

- Yenilikçilik ve Tasarım (4 puan ve LEED sertifikalı profesyonel kullanmaya da artı 1 puan)[10]

LEED sertifikası en az 26-32 arası puan aralığında alınarak edinilebildiği gibi, 33-38 puan alan gümüş, 39-51 puan alan altın ve 52-69 puan alan da platin sertifika almaktadır. LEED sertifikası, ABD'de USGBC'ye yapılan başvuru üzerine sadece USGBC tarafından verilmektedir. Amacın ise herkesin tek başına ve koordinesiz olarak eko bina yapması yerine, yol gösterici ve gönüllü bir sertifika uygulamasına geçilmesinin sağlanması böylelikle ekolojik sürdürülebilirliğe ve enerji verimliliğine daha koordine, bir sisteme bağlı olarak dahil olunması amaçlanmaktadır.[10]

4.2 Breeam Sertifika Sistemleri

İlk defa 1990 senesinde BRE tarafından ortaya çıkarılan BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) yeşil bina değerlendirme sistemlerinin ilkidir. BREEAM sisteminin de aynı LEED gibi birçok kategorisi mevcuttur. Ancak bu kategorilerden çoğu İngiltere'nin koşulları düşünülerek geliştirilmiş sistemlerdir ve başka ülkelerde uygulanması oldukça sıkıntılıdır. Bunun için BRE 2008 senesinden itibaren BREEAM' in uluslararası versiyonlarını piyasaya sürmüştür.

Uluslararası BREEAM sertifikası Avrupa ülkelerinde şu bina tiplerine göre alınabilir:

- BREEAM Körfez Ülkeleri
- BREEAM Avrupa: Ofisler
- BREEAM Avrupa: Endüstriyel Binalar
- BREEAM Avrupa: Alışveriş Merkezleri
- BREEAM Avrupa: Toyota Satış Üniteleri
- Bespoke (yukarıdakiler haricinde)

Yukarıdaki her kategorinin altında alt başlıklar bulunmaktadır:

- Sağlık ve Refah
- Enerji
- Ulaşım
- Su
- Malzeme
- Atık
- Arazi Kullanımı ve Ekoloji
- Kirlilik

Bina tipine göre bu ana başlıkların içeriğinde değişiklikler olmaktadır. Aynı zamanda bina tipi puanlamadaki ağırlığı da değiştirmektedir. Örneğin Körfez ülkeleri için olan BREEAM versiyonunda su tasarrufu ile ilgili puanlarının değeri Avrupa için olan versiyonundan çok daha fazla olduğu görülmektedir. [12]

4.2.1 Breeam Değerlendirme Süreci

BREEAM değerlendirme süreci projenin kaydının yapılmasıyla başlar. BREEAM denetçisi bir firma ya da şahıs ile anlaşması gerekmektedir. Denetçiler BRE tarafından eğitilmiş ve yetkilendirilmiş kişi veya kurumlardır. Binanın son değerlendirmesi bu denetçiler tarafından yapılmaktadır. Denetçi kurum ya da şahıs proje takımından aldığı bilgileri ve kanıt dokümanları inceleyerek BREEAM kriterlerine uygunluğunu test etmekle yükümlüdür. Denetleme işlemi sonunda BREEAM sertifika seviyesi belirlenir ve değerlendirme notları kalite kontrolünden geçmesi için BRE'ye gönderilir. Kontrolde geçen değerlendirme uygun bulunduğu takdirde bina sertifikalandırılır. [12]

4.3 Bilgisayar Teknolojileri Kullanılan Sürdürülebilir Yapılar

Bu bölümde, tezde incelenen sürdürülebilir mimarlık ilkeleri uygulanan ve sürdürülebilir mimarlık ilkelerinin bilgisayar etkileşiminin yapılar üzerinde oluşturduğu etkileri incelemek üzere yapılar incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Sürdürülebilir mimarlığın gelişim süreci ile binalarda gelişmeye ve bu sürece ayak uydurmaya başlamışlardır. Bu süreç içerisinde yapılar yeni teknikleri kullanarak düşük enerjili ve çevreye duyarlı olarak tasarlanmaya başlamışlardır. Bu bölümün oluşturulmasındaki amaç, sürdürülebilir binalarda; bilgisayar teknolojilerinin hangi alanlarda, ne derecede kullanıldığını ve tasarımlarda oluşturduğu etkileri görebilmektir. Örnekler, dünyanın değişik bölgelerinden seçilmiştir. Örneklerinde tümünde binalarda bilgisayar sistemleri kullanılmıştır. Sürdürülebilir akıllı binaların ilk denemelerinden başlayan örnekler "0" enerji tüketen akıllı binalara kadar giden bir periyot izlenmiştir. Seçilen binaların; mimarı, bina türü, yapım yılı, inşa edildiği yer, yapı alanı, enerji tüketimi, yapım maliyeti, m2 maliyeti, Co2 salınımı, sensör sayısı, enerji tüketimi ve geleneksel olarak inşa edilmiş durumdaki enerji tüketimi binaların künyesini oluşturmaktadır.

1.) **Occidental Kimya Merkezi Binası :**

Mimar	: Cannon Design Architects	Yapım Maliyeti	:12.5 milyon Dolar
Bina Türü	: Şirket Merkezi	m2 Maliyeti	:630 Dolar
Yapım Yılı	: 1978 – 1981	Co2 Salınımı	: Bilinmiyor
Yer	: New York	Sensör Sayısı	: 16
Yapı Alanı	: 18,808 m2	Geleneksel	
Enerji Tüketimi	: 104 kWh/m2	enerji tüketimi	:316 kWh/ m2

o **Bina Özellikleri :**

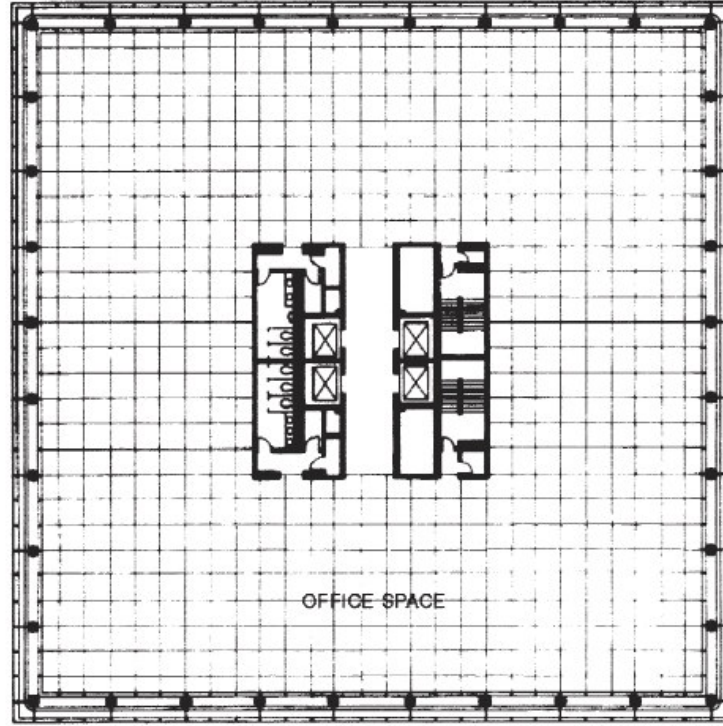
Oxy binası, Niagara şelalesinin Amerika Birleşik Devletleri tarafında kalan bölgede bulunmaktadır. Yapı ofis binası olarak tasarlanmış olup, temel amaç şirketin bünyesinde bulunan faaliyetleri tek çatı altında toplamaktır. İşveren, mimarlardan yapının Niagara şelalesinin çevresini hareketlenmesini ve yapının farklı bir anlayışla tasarlanmasını istemişlerdi. Yapıyı tasarlayan mimarlar, enerji korunumlu yapı inşa etme fikrini, işverenin petrol şirketi olmasına rağmen kabul ettirmişlerdir. [13]



Şekil 4.1 Occidental Kimya Merkezi

Yapının tasarımı yapan mimarlar, Niagara şelalesinin oluşturduğu manzaradan faydalanmak amacı ile cam yüzeylerin miktarını arttırmak istiyorlardı. Dönemin şartları, enerji kaybının fazla olmaması için pencere boyutlarının kısıtlı tutulmasını öngörüyordu. Mimarların yaptığı çalışmalar sonucunda pencere boyutlarının büyük tutulması ile yapıda iç mekana sağlayacağı gün ışığı, enerji tasarrufu açısından önemli fırsatlar sunmaktaydı. Cephenin çift cidarlı cam cephe ile kaplanması, yüksek derecede olan ısı kaybını önlemiş ve manzara açısından avantaj oluşturmasını sağlamıştır.

Yapı 9 kattan oluşup, kare plana sahiptir. Yapının taşıyıcı sistemi çelik kafes sistem ve kompozit beton döşemeden oluşmaktadır. Yapı 14971 m² kolonsuz ofis alanına ve 3826 m² ticari alana sahiptir. Yapıda 500 kişi çalışmaktadır. [13]



Şekil 4.2 Occidental Kimya Merkezi planı

○ **Yapay Zeka Faktörü :**

Zaman ve sıcaklık parametreleri ile çalışan sensörler, damperleri harekete geçirerek 2 katmanlı cam cephe arasındaki boşluğun havalandırılmasını sağlamaktadır. Cidar içinde bulunan fotosel sensörler, tüm cephede bulunan panjurları harekete geçirerek güneşe karşı önlem alınmasını sağlamaktadır. Sensörler beton plakaların içine

yerleştirilmiş olup binanın birçok noktasında bulunmaktadır. Binaya yerleştirilen sensörler, çevresel verileri toplayarak ve yapının ısı performansı hakkındaki bilgileri toplayarak analiz edilmesi sağlar. Güvenlik sistemi, alarm sistemi, yangın sistemi, aydınlatma sistemi ve enerji yönetimi bilgisayar kontrolünde yapılmaktadır.(Wigginton, 1996)

○ **Enerji Stratejisi :**

Yapının sahip olduğu çift cidarlı cam cephe sistemi, yapı ile dış çevre arasında tampon görevi görmekte ve dış koşullardaki değişimlere karşı kalkan görevi görmektedir. Cidarlar arasındaki boşluk, kışın yapının ısı kaybetmesini engellemektedir. Yazın ise cidarlar arası havalandırılarak sıcaklığın etkisinden uzaklaşmaktadır. Güneşin etkisinden uzaklaşmak için otomatik olarak açılan cidarlar arasındaki panjurlar kapatılarak güneşin etkisinden uzaklaşmaktadır. Bu stratejiler yapıya geleneksel yöntemler kullanıldığında harcanılanın 1/3 oranında daha az enerji tüketmesine olanak sağlamaktadır. [13]

○ **Isıtma Sitemi :**

Bina başlangıçta 2 milyon Btu gazı ile ısınan şekilde dizayn edilmiştir. Kullanım değişikliği sayesinde bir kata, yapının 24 saatlik ısınım kontrollerini yapmak için bilgisayar sistemi kurulmuştur. Binadaki chillerler tüm yıl boyunca çalışmaktadır ve atık ısıyı, ısıtma sezonunda kullanarak enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Bina içersindeki su, atık ısı kullanılarak ta ısıtılabilir. Gündüz vaktinde güneş ışınlarından korunmayı sağlayan panjurlar, gece vakti geldiğinde kapalı tutularak, bina ile dış çevre arasında izolatör görevi görmesini sağlar.

○ **Soğutma ve Havalandırma Sistemi :**

İki elektriksel tahrikli santrifüj soğutucu ısı geri kazanım ile ,baskın soğutma yükünü karşılayacak klima santrallerine soğutulmuş su sağlamaktadır. Bunlar 3 adet soğutma kulesi ile desteklenmektedir. 3 soğutma kulesinden biri, bilgisayar katında oluşan ısıyı dışarı atmak için kullanılmaktadır. Bina içersindeki ısı arttığı zaman ısı, soğutma kuleleri aracılığı ile dışarı atılmaktadır. Bu sisteme Hidronik ısı pompası adı verilmektedir.

Cephede kullanılan çift cam sistemi, yazın bina içerisinin ısınmasını azaltmada ve cidar arasındaki havalandırma ile binanın soğumasına yardımcı olmaktadır.

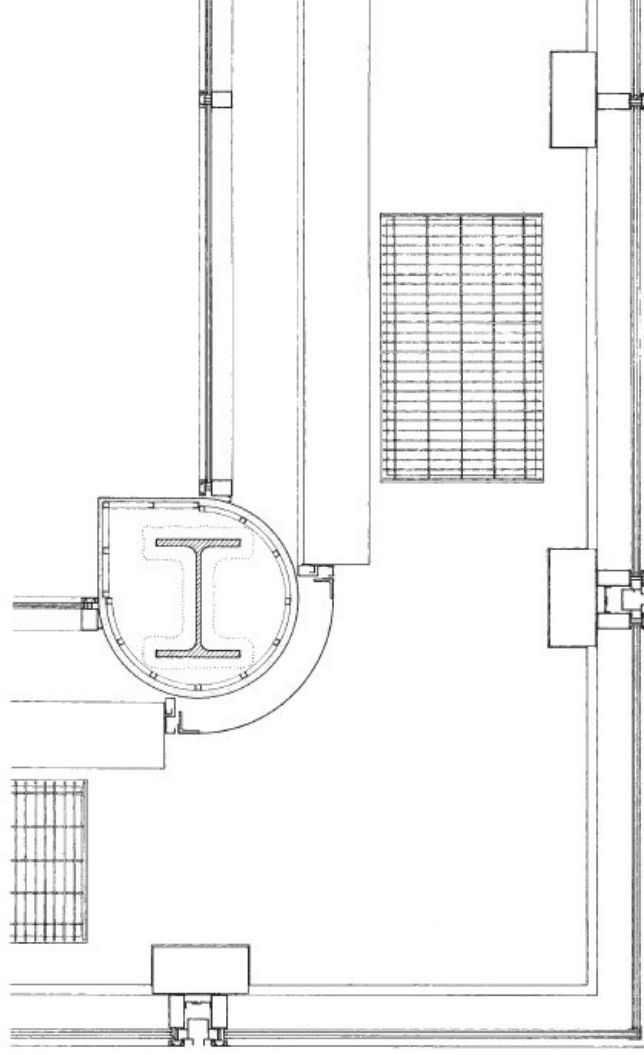
○ **Aydınlatma Sistemi :**

○ **Gün Işığı :**

Bina tasarlanırken Niagara şelalesinin manzarasından ve gün ışığından faydalanabilmesi için binanın cephesi cam olarak tasarlanmıştır. Bu sayede kullanılabilen kat alanlarının %50 si gün ışığından faydalanabilmektedir. Güneşi ve gün ışığını kontrol edebilmek için cam cephelerin arasına beyaz panjurlar konulmuştur.



Şekil 4.3 Panjurların kapalı olduğu durum



Şekil 4.4 Çift cidar cephe planı

○ **Yapay Aydınlatma**

Cam cephelerin arasındaki boşlukta, gün ışığından maksimum yararlanabilmek ve kullanılan enerjiyi minimize etmek için 2 kademeli ışık kuşağı kurulmuştur. Pozlama başına 2 adet sensör bulunmaktadır. Bu sistem aydınlatma miktarına göre yapı içerisindeki aydınlatma elemanlarının aydınlık seviyesini ayarlamaktadır. Kullanıcılar aydınlatma elemanlarının ışık seviyelerini değiştirebilme esnekliği sağlanmıştır.

○ **Performans**

Tasarımın derinlemesine analizi, Kaliforniya üniversitesinden Dr. Vladimir Bazjanac tarafından yapılmıştır. Dr. Vladimir Bazjanac, enerji harcamalarını etkileyen parametreleri matematiksel formüllere uygulayarak bilgisayar ortamında binanın enerji modelini geliştirmiştir. Enerji modellemesindeki değerlemeler, ısıtma, soğutma, aydınlatma, kullanıcı yönetiminde olan donanımları kapsamaktadır. Yapılan çalışmalar binanın enerji performansının optimize hale gelmesi için arasında panjur bulunan çift cephe sistemine sahip olması gerektiğini ortaya koymuştur. Binanın enerji karakteri, geleneksel olarak inşa edilen yapılardan daha kararlıdır. Bulunduğu iklim bölgesine göre kıyaslandığında, enerji korunumu en yüksek binalar arasında en üst sıralarda yer almaktadır. (Wigginton ve Harris, 2002)

2. SUVA Sigorta Şirketi Binası :

Mimar	: Herzog & Meuron Architects	Yapım Maliyeti	: Bilinmiyor
Bina Türü	: Şirket Merkezi	m2 Maliyeti	: Bilinmiyor
Yapım Yılı	: 1988 – 1993	Co ₂ Salınımı	: Bilinmiyor
Yer	: Basel - İsviçre	Sensör Sayısı	: 16
Yapı Alanı	: Bilinmiyor	Geleneksel	
Enerji Tüketimi	: Bilinmiyor	enerji tüketimi	: Bilinmiyor

○ **Bina Özellikleri :**

Bu bina; özel olarak işletilen ve İngiltere'deki ulusal sigorta şirketinin İsviçre versiyonu olan Suva şirketinin bölge müdürlüğü olarak tasarlanmıştır. Bina 1950'lerde geleneksel standart duvar pencere sistemine sahip olup, cephe kumtaşı ile kaplanmıştır. 6 katlı olarak inşa edilmiş olan bina 100 adet çalışanı içinde barındırabilecek kapasiteye sahiptir. Mimarlar eski binayı ele alırken, binanın termal ve aydınlatma performansını arttırmak için çalışmışlardır. Güneşin kötü etkilerinden korunabilmek ve doğal aydınlatmanın artırılması amaçlanmaktadır. Bu hedefler tamamlanarak binanın enerji korunumu sağlaması öngörülmüştür. Hedeflenenlere ulaşabilmek için binanın kumtaşı kaplı cephesi korunarak, binanın 100 mm etrafından yeni bir cephe inşa edilmiştir. Yeni cephe

alüminyum çerçeve ile oluşturulmuştur. Binanın mevcut pencereleri yüksek performanslı ahşap pencereler ile değiştirilmiştir. Yeni oluşturulmuş cephe, her katta yatay olarak bölünmüş 3 banttandır. En üst bantta, otomatik olarak kontrol edilen ve hareket edebilen pencere bulunmaktadır. Ortadaki bantta; izolasyonlu camlar olup, orijinalde var olan pencerelerin hizasında bulunmaktadır. Orta bantta bulunan pencereler; insanların dışarı görmelerini ve havalandırma yapılmasını sağlamaktadır. En altta bulunan bantta ise, Suva şirketinin logosu bulunan pencereler mevcuttur var olan taş parapeti kapatmaktadır. Bütün paneller, elektrikle çalışan motorlar tarafından hareket ettirilmektedirler. [14]



Şekil 4.5 Suva Sigorta Şirketi Binası'nın eski ve yeni durumu

○ **Yapay Zeka Faktörü :**

Bina, zemin katta konumlanan bina kontrol sistemi ile yönetilmektedir. Bina kontrol sistemi; pencereleri, aydınlatma elemanlarını, güvenlik sistemini ve enerji kontrolünü yapmaktadır. Çatıda bulunan meteorolojik istasyon; bina yönetim sistemine, direkt ve dağınık olan gelen radyasyonu, cephe yüzeyinin sıcaklığını ve rüzgarın hızını ölçerek veriler göndermekte ve bina yönetim sisteminin bu verileri değerlendirmesini sağlamaktadır. Bina yüzeyindeki sensörler parapet sıcaklıklarını veri olarak merkez bilgisayara göndermektedir. Bilgisayar; güneşin açısını, hafızasına yüklenmiş olan binanın koordinatları ve bulunduğu tarihle hesaplayabilmektedir. Bilgisayar kontrolünde olan yeni cephede; her katta yatay olarak 3 parçaya bölünmüş bantlar bulunmaktadır. Bu bantlarda bilgisayar kontrollü pencereler bulunmaktadır. En üstteki bantta bulunan pencereler, güneşin açısına göre hareket etmektedirler. Ortadaki bantta bulunan pencereler bina içerisinden kullanıcıların isteğine göre elektronik olarak kontrol edilebilmektedirler. Alttaki bantta bulunan pencereler; sera etkisi oluşturabilmek için, kışın kapalı, yazın ise açık konuma otomatik olarak getirilmektedirler. Fırtına, dolu, yağmur, ve kar gibi durumlarda cephe kendisini otomatik olarak kapatmaktadır. Kışın, enerji kaybını önlemek için tüm cephedeki camlar kapalı tutulabilmektedir. Cephedeki camların kapalı tutulmasıyla $1.2W/m^2K$ tasarruf sağlanmaktadır. (Wigginton ve Harris, 2002)

○ **Isıtma Sitemi :**

Binanın dış cephesinde her katta yatay olarak bölünmüş bantların en alt bölümü ısıyı toplayıp orijinal binanın parapetine göndermektedir buda ısı kazanımını sağlamaktadır. Kış mevsiminde enerji tasarrufu ve ısı kazancı oluşturarak, binayı dış çevre etkilerinden korumak için tampon bölge oluşturulmuştur. Isıtma pencerelerin altında bulunan radyatörlerle sağlanmaktadır. Radyatörlere giden sıcak suyu, atıkların yakılması sonucu binaya ulaşan buhar ve buharla ısınan su yardımı ile yapılmaktadır. Bu hizmet binanın bulunduğu bölgede yapılmaktadır ve yapıların kullanımına sunulmaktadır. İnsanların kullanımına sunulan sıcak su, binanın çatısında bulunan $70 m^2$ lik bir alan yerleştirilmiş olan güneş kolektörleri ile sağlanmaktadır. [14]

○ **Soğutma ve Havalandırma Sistemi :**

İsviçre’de klima sisteminin kullanımı yasak olduğundan dolayı binanın soğutulması mekanik ve doğal yollardan yapılmaktadır. Dış cephe ile orijinal bina arasındaki hava sıcaklık bilgisayar tarafından ölçülerek müdahale edilmektedir. Gerekli paneller açılarak 2 cephe arasındaki boşlukta hava akımı oluşturulmakta ve bina kütesinin soğuması sağlanmaktadır. Döşeme içerisinde temiz hava girerek ve kirli hava tavandan çıkarak, hem soğutma hem de havalandırma işlemi gerçekleştirilmektedir.

○ **Enerji Stratejisi :**

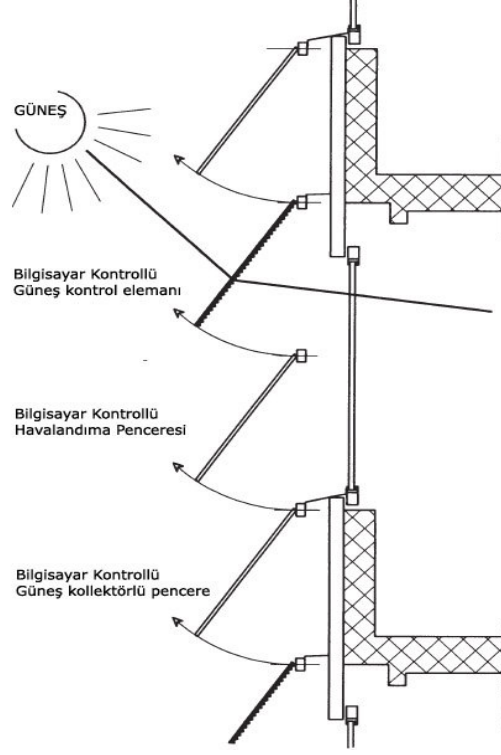
Binanın çatısına 75 m² alan kaplayan güneş panelleri yerleştirilmiştir. Güneş panelleri binaya 10.2 kilowatt enerji sağlamaktadır. Güneş panellerinden sağlanan enerji, binanın acil durumlarda kullanmak için kesintisiz enerji kaynağı sunmaktadır.

○ **Aydınlatma Sistemi :**

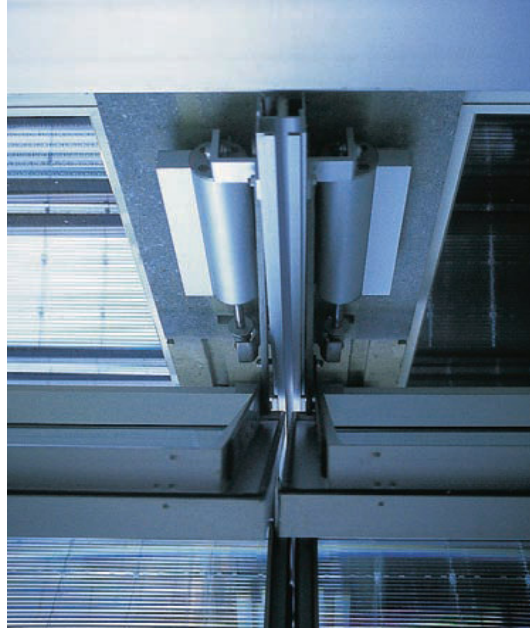
○ **Gün Işığı :**

Yeni cephenin en üst bandında izolasyonlu camlar ve prizmatik yüzeyler bulunmaktadır. Bu yüzeylere içeriden bakıldığında saydam olarak görünmektedirler. Ancak bu yüzeyler, güneşin direkt etkilerini kırarak yumuşatmaktadır. Bilgisayar sistemi, her 30 dakikada tüm cepheler için güneşin açısını hesaplayarak prizmatik yüzeylerin hareketini kontrol etmektedir. Prizmatik yüzeyler bu hareketle, güneşe her daim 90⁰ derece açı ile durmaktadır. Prizmatik yüzeyler maksimum 73.12⁰ derece açılabilir. Prizmatik yüzeyler genelde, kışın 19⁰ derece yazın ise 66⁰ lik açı ile durmaktadır.

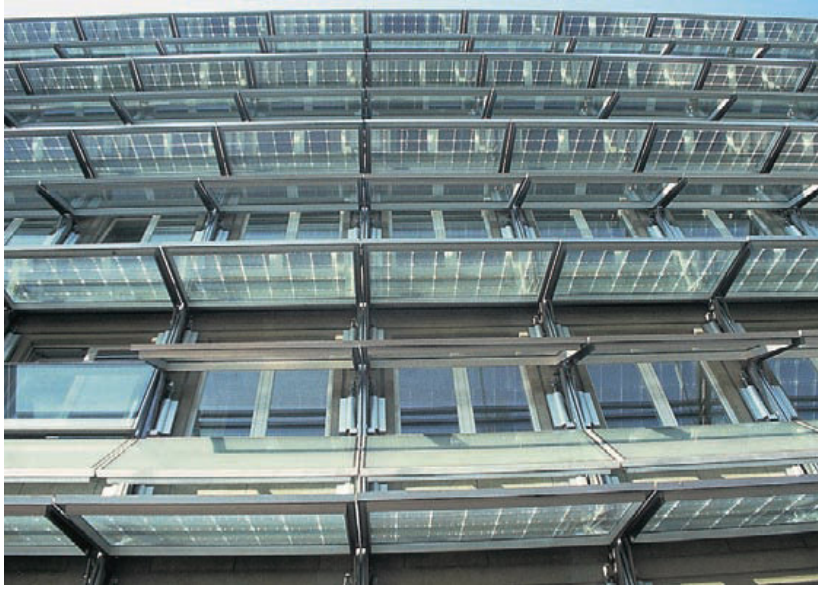
Yapay aydınlatma kontrolü bilgisayar kontrolünde olduğu kadar kullanıcı kontrolü ile de olmaktadır. Bina içerisine yerleştirilen sensörler sayesinde ofis alanlarında ışığın gerekli olup olmadığını kontrol edilmektedir. Bilgisayar sistemi, iş günü sonunda ışıkları otomatik olarak kendisi kapatmaktadır. Dış cephedeki panjurlar kapalı olduğu zaman, bilgisayarlar otomatik olarak bina içerisinde ışık seviyesini %130 arttırmaktadır. (Wigginton ve Harris, 2002)



Şekil 4.6 Cephedeki pencerelerin çalışma düzeneği



Şekil 4.7 Cephe hareketi sağlayan motorlu damperler



Şekil 4.9 Ek olarak yapılan cephe görünüşü

3. Headquarters of Götz :

Mimar	: Webler + Geissler Architect	Yapım Maliyeti	: Bilinmiyor
Bina Türü	: Şirket Merkezi	m2 Maliyeti	: Bilinmiyor
Yapım Yılı	: 1993 – 1995	Co ₂ Salınımı	: Bilinmiyor
Yer	: Würzburg / Almanya	Sensör Sayısı	: 250+
Yapı Alanı	: 3,400 m ²	Geleneksel	
Enerji Tüketimi	: 35 kWh/m ²	enerji tüketimi	: Bilinmiyor



Şekil 4.10 Götz Merkezini genel görünüşü

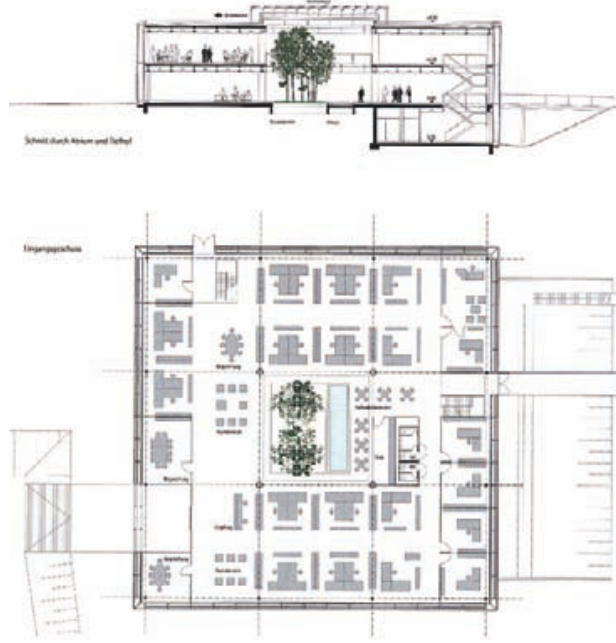
o **Bina Özellikleri :**

Götz ofis binası, Almanya'nın Würzburg şehrinin endüstri bölgesinde, etrafı kırsal alanla çevrilmiş bir bölgede inşa edilmiştir. Bulunduğu bölgenin iklimi karasaldır.

Götz kaplama şirketi; ödül almış olan bu binasını, kendi kaplama ürünlerinin enerji korunumu ile entegre edilmiş şekilde bir prototip olarak inşa etmiştir. Binada şirketin; yönetim merkezi, tasarım departmanı, satış ve pazarlama bölümü yer almaktadır.

Bina 2 kattan oluşmaktadır. Kare plana sahip olan bina 12 metrelik kirişlerle 12 x 12 metre boyutlarında döşeme plakaları oluşturulmuş çelik kafes sistemi ile inşa

edilmiştir. Döşemelerde çelik ve beton karışımı olan kompozit bir sisteme sahiptir. Binanın merkezinde 12x12 metrelik döşeme alanı boş bırakılarak 12 metre yüksekliğinde bir galeri boşluğu oluşması sağlanmıştır. Galerinin boşluğunu çatısı şeffaf ve döşemesinde bitkiler olduğu için binaya ferahlatıcı bir etki katmıştır. Bina planlamasında oluşturulan mekanlar, binanın içerisine giren aydınlık düzeyini düşürmemek için, bölücü elemanlar şeffaf olarak kullanılmıştır. Bina ortalama 100 çalışana hizmet verebilecek şekilde tasarlanmıştır. Çalışan başına 20 m² kullanım alanı bulunmaktadır. (Baird, 2001)



Şekil 4.11 Binanın planı ve kesiti

o **Yapay Zeka Faktörü :**

Binada, mantıksal zekaya sahip bina kontrol sistemi kullanılmaktadır. Bu sistem, bilgisayara neyin iyi olduğunu hakkında bilgi toplamasını ve karşılaşılan durumlarda en iyi cevabı verebilme ve öğrenebilme becerisi kazandırmıştır. Sürekli olarak güncellenen bilgileri ile sürekli değişen dış etkenlere karşı, binanın nasıl davranacağına karar verebilmektedir. Bilgisayar; binanın enerji işleyiş şeklini öğrenerek, değişen hava koşullarına karşı en uygun tepkiyi verebilmektedir. Bilgisayar sistemine önceden tanımlanmış parametreler ile karmaşık problemlere karşı düşünebilme becerisi ile esnek tepkiler vererek verimli sonuçlar alınabilmektedir.

Bilgisayar sistemi, sensörlerin aracılığıyla binanın her noktasıyla iletişim kurabilen bir sinir sistemini andırmaktadır. 250 adeti aşkın sensör, rüzgarın yönü ve hızı, yağış durumu, dışarıdaki havanın sıcaklığı ve nemi, çalışma alanındaki doluluk oranı, aydınlatma düzeyi, ışık yoğunluğu ve bina içerisindeki havanın sıcaklık ve nem oranı bilgilerini ana bilgisayara gönderir. Gönderilen bilgiler ışığında ana bilgisayar, 1000'in üzerinde olan kontrol edilebilir ünitelerle iletişime geçmektedir. Güneş kolektörleri, enerji tesisi, ısıtma ve soğutma sistemleri, panjurların açılıp kapanması, havalandırma sistemi ve yapay aydınlatma sistemi bu bilgiler doğrultusunda yönetilmektedir. [15]

Bina, cepheler arasında 60 cm olan ve kaplama malzemesi cam olan çift cephe sistemine sahiptir. Cephelerde, otomatik olarak kontrol edilen ve yüzeyler arasındaki termal durumu kontrol etmekte olan kapaklar bulunmaktadır. Binanın köşelerinde bulunan ve bilgisayar kontrolünde çalışan fanlar, kuzey ve güney cephe arasında bulunan ısısal farkları eşitlemek üzere kullanılmaktadır. Çalışma alanlarındaki aydınlık düzeyini seviyesini, sensörler aracılığı ile kontrol edilip düzenlenmektedir. Güneşin bulunduğu yöne göre yönlenen güneş kolektörleri (tracking solar collectors), ısıtma ve soğutmayı sağlayacak ısıyı elde etmektedir. Gereksinimler doğrultusunda otomatik olarak, cephedeki kapakların ve çatının açılması ile gece soğutması yapılmaktadır. Binayı kontrol eden bilgisayar sistemi, kendi kendine öğrenme becerisi bulunmaktadır. Bina kullanıcıları için, otomatik sistemler dışında, iklimlendirme için kullanıcı olarak kendilerinin de müdahale edebileceği kontrol paneli bulunmaktadır. Üst panjurlar ve rotaya sahip güneş panelleri, güneşin bulunduğu konumdan çıkan verilerin algoritmik olarak hesaplanması sonucu hareket etmektedirler. (Baird, 2001)

o **Enerji Stratejisi :**

Tasarım aşamasında, geleneksel olarak tasarlanıp inşa edilmiş bir bina ile kıyaslağında, geleneksel binaya oranla % 60 daha fazla enerji tasarruf sağlayacağı öngörülmüştür. Binada, elektrik üretim sistemi kurulmamıştır çünkü kurulum ve işletim maliyeti, elektrik şirketinin verdiği fiyat teklifinden daha pahalı hale gelmektedir. Marcus Puttmer'in doktora çalışmasına göre; ısıtma sistemi için 32kWh/m², soğutma sistemi için ise 3 kWh/m² enerji harcanmaktadır. Enerji tasarrufundaki yüksek oran, enerji üretim sistemine karşılık gelmektedir.

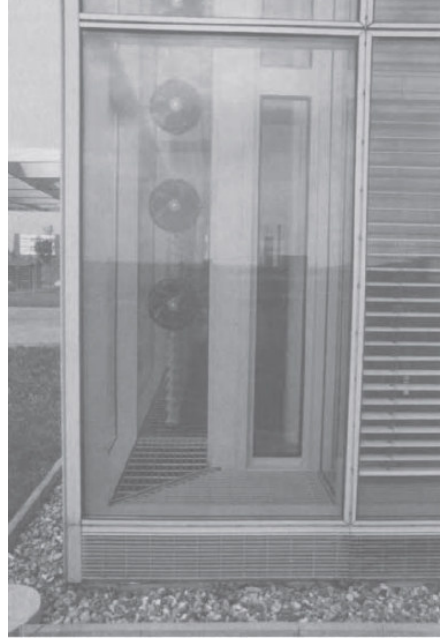


Şekil 4.12 Dış cepheden görünüş

○ **Isıtma Sistemi :**

Bina tasarlanırken, iç sıcaklık minimum 20° C 'de tutulması hesaplanmıştır. İç sıcaklığı korurken, pasif güneş enerjisinden, makine ve insanların ürettiği ısıdan faydalanılmaktadır. Düşük sıcaklıklarda, çift cephe sistemindeki hava akışı durdurularak cephe içerisindeki havanın ısınması sağlanmaktadır. Alt panjur gruplarının, bir yüzeyi siyah, bir yüzeyi de ışığı yansıtıcı özelliği sahiptir. Panjurların yansıtıcı tarafı kullanılarak cephe içindeki havanın ısınması sağlanmaktadır. Cephe içerisindeki havanın homojen olarak dağılabilmesi için binanın köşelerinde bulunan fanlar çalışmaktadır.

Binanın ısınması için ek olarak yerden ısıtma sistemi kullanılabilir. Güneş kolektörleri ile ısınan su veya doğalgaz ile ısıtmış olan su, döşemenin içinden dolaştırılarak ekstra ısınma sağlanabilir. Suyun ısınmasını sağlayan güneş kolektörleri 200 m²lik bir alana sahip olup, binanın dışına konumlandırılmıştır. Güneş kolektörleri, güneşin hareketine göre programlanmıştır ve ihtiyaç olmadığı zaman yüzlerini güneşin tersine çevirebilmektedirler. Yaz mevsiminde, bina içindeki sıcak su güneş kolektörlerinden sağlanmaktadır. (Miles, 1996)



Şekil 4.13 Cephenin köşelerinde bulunan fan detayı

o **Soğutma ve Havalandırma Sistemi :**

Binanın girişinde konumlanan ısı pompası, düşük dereceli ısıyı sıcak veya soğuk suya dönüşümünü sağlar. Oluşturulan soğuk su, döşeme içerisinde bulunan borulardan geçerek, binanın soğumasına katkıda bulunmaktadır. Havalandırılan çift cephe, güneşin bina üzerinde oluşturacağı fazla ısı yükünü, doğal yollardan azaltılmasını sağlar.

Yaz mevsiminde, geceleyin dışarıdaki soğuk hava dış cephenin ve iç cephenin kapakları açılarak içeri dahil edilmektedir. Soğuk havanın içeri girmesini hızlandırmak için açılabilir çatı aktif hale getirilmektedir.(Şekil 4.14) Bu işlemler sonunda bina ertesi güne soğuk havayı depolamış şekilde başlamaktadır. Çok sıcak günlerde, yapının dışarı ile ilişkisi kesilmektedir. Çift cephenin dış cephe tarafındaki tüm

kapaklar açılarak, cephe üzerinde oluşmuş olan ısı uzaklaştırılmaktadır. Binanın ortasındaki atriumda bulunan bitkiler ve su, bina içerisine nem ve taze hava sağlamaktadır. (Miles, 1996)



Şekil 4.14 Atriumun üzerinde bulunan ve açılıp kapanabilen cam çatı

○ **Aydınlatma Sistemi :**

○ **Gün Işığı :**

Binanın tüm cepheleri cam ile kaplı olduğundan dolayı, günışığından maksimum şekilde faydalanılmaktadır. Her katta cam kaplı cephelerin tavan hizasında bulunan panjurlar, ışığı yansıtarak, ışığın içeride parlamasını engellemektedir.



Şekil 4.15 Panjurların bir kısmının kapalı olduğu durum



Şekil 4.16 Binanın içinden görünüş

○ **Yapay Aydınlatma :**

Çalışma alanı doluluk sensörleri; gerektiğinde elektrikle çalışan aydınlatma elemanlarını aktif edip, aydınlık yoğunluk seviyesini en uygun seviyeye getirmektedirler. Her bir aydınlatma elemanı, ızgara sistemine sahip olan ve 240 cm x 240 cm boyutlarındaki tavan elemanlarının ortasına yerleştirilmiştir. Çalışma mantıklarında yalnız açılıp kapanma yoktur. Işık seviyesi düşük seviyeden yüksek seviyeye göre ayarlanabilmektedir. [15]

○ **Güneş Kontrol Sistemi :**

Çift cephe arasında bulunan ve hem otomatik hem de kullanıcıların kontrolünde açılıp kapanan jaluzele parlamayı önlemektedir. Atriumun üzerini kapatan cam çatıdan gelen parlamayı hafifletmek için çatıda yansıtıcı panjurlar kullanılmaktadır. (Geissler ve Webler, 1996)

4. GlaxoWellcome House West :

Mimar	: RMJM Architect	Yapım Maliyeti	:17,84 milyon Euro
Bina Türü	: Yönetim Binası	m ² Maliyeti	:2135 Euro
Yapım Yılı	: 1995 – 1997	Co ₂ Salınımı	:119 kg/m ²
Yer	: İngiltere	Sensör Sayısı	: 183
Yapı Alanı	:8350 m ²	Bu bina tipinden beklenen	
Enerji Kullanımı	: 300kWh/m ²	enerji kullanımı	:568kWh/ m ²

○ **Bina Özellikleri :**

Bina 4 kattan oluşmaktadır. Plan tipi dikdörtgen şeklinde olup 72 metre uzunluğunda ve 32 metre enindedir. Binanın uzun cephesi kuzeybatı ve güneydoğu yönüne bakmaktadır. Bina, çift cephe sistemi ile inşa edilmiştir. Bina 180 kişiye hizmet edebilecek şekilde tasarlanmıştır. [16]



Şekil 4.17 GlaxoWellcome House West binası ön cephesi

○ **Yapay Zeka Faktörü :**

Yapının soğutma ve ısıtma sistemi bina yönetim sistemi (BMS) ile yapılmaktadır. Yapıda oluşan güneşin zararlı etkileri, yapı yüzeyindeki sensörler tarafından algılanarak, otomatik olarak motorlu janziler ile bu etkiler azaltılmaktadır. Yapı sıcaklığını ayarlamak için çift katmanlı olarak inşa edilmiş olan cephe yüzeylerinin içerisine hava girişi, motorlu damperler ile otomatik olarak sağlanmaktadır.

○ **Enerji Stratejisi :**

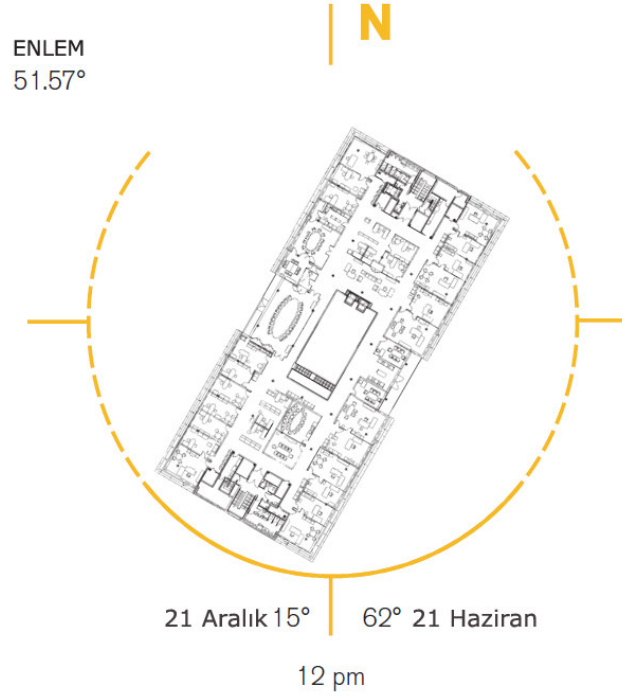
Yazın soğutulmuş mekanları, güneşin sıcaklığı artırıcı etkisinden koruyabilmek için çift cephe içerisindeki bilgisayar kontrollü panjurlar güneş açısına göre yönlendirilerek bunu engellemeye çalışmaktadır. Yapının çift cepheli olması dolayısı ile dışarıdaki hava sıcaklığından doğrudan etkilenmeyeceği için ısınma ve soğutma giderlerinin azaltılması düşünülmüştür. Yazın çift cephe arasındaki boşluğu havalandırarak, kışın ise cepheler arasındaki boşluğa sıcak hava vererek yapı dış hava koşullarından korunmaktadır. [16]



Şekil 4.18 Çift cephe sistemi ve bilgisayar kontrollü panjurlar

o **Gün Işığı Stratejisi :**

Binanın merkezinde bulunan galeri boşluğunun sahip olduğu çatı aydınlıkları, hem bina için aydınlık hem de yangın sırasında dumanın çıkmasını sağlamaktadır.



Şekil 4.19 Yapının konumlanış şekli

○ **Yapay Aydınlatma :**

Aydınlatma düzeni ofis bölümlerinin 400 lux seviyesindeki aydınlık düzeyini korumak üzere tasarlanmıştır. Bu düzeni oluşturabilmek için 2.4 metre aralıklarla otomatik olarak karartılabilen aydınlatma elemanları konulmuştur. Aydınlatma elemanları bilgisayar kontrolünde olmasına rağmen lokal çözümler sunabilmek için her masaya kendi alanlarını etkileyen aydınlatma elemanlarını kontrol yetkisi verilmiştir. Ofis alanları dışında kalan yapı çekirdeği ve koridor gibi ortak kullanım alanları sensörler aracılığıyla bilgisayar kontrolü altındadır.

○ **Performans :**

Arup cephe mühendislerinin yaptığı hesaplamalar sonucu çift cephe sistemi inşa edilmiştir. Çift cephe sisteminin içinde bulunan panjurların ve hava giriş çıkışını sağlayan damperlerin bilgisayarla kontrolü ile sağlanan veriler aşağıdaki tabloda listelenmektedir. [17]

Güneşin oda ısını etkileme faktörü	0.08 – 0.12 (0.26 norm)
Yaz U değeri (sıcaklık kaybetme değeri)	1.2W/m ² K (1.8 W/m ² K)
Kış U değeri(sıcaklık kaybetme değeri)	1.5W/m ² K (2.4 W/m ² K)
Cepheler arasındaki boşluk sıcaklığı (yaz değeri)	28.6 °C – 35.8°C
Yapı içi cam sıcaklığı (yaz değeri)	24.5 °C – 29.8°C (45.33°C norm)
Ses izolasyonu	30dB(A) (24dB(A) norm)

Çizelge 4.1 Bilgisayar kontrollü çift cephe uygulaması verileri [16]



Şekil 4.20 Yapının genel görünüşü

5. Enviromental Building :

Mimar	: Feilden Clegg Architects	Yapım Maliyeti	:2.65 milyon Euro
Bina Türü	: Bina Geliştirme Merkezi	m2 Maliyeti	:1293 Euro
Yapım Yılı	: 1994 – 1996	Co ₂ Salımını	:34 kg/m ²
Yer	: İngiltere	Sensör Sayısı	: 300
Yapı Alanı	:2050 m ²	Geleneksel	
Enerji Tüketimi	: 83kWh/m ²	enerji tüketimi	:120kWh/ m ²

○ **Bina Özellikleri :**

Yarışma sonucunda inşa edilen Enviromental Building 3 kattan oluşmaktadır. Plan tipi L şeklinde olup, 7,5 metre derinlikte ve 30x13,5 metre boyutlarındadır. Bina çelik kolonlar üzerine beton prekast elemanlar kullanılarak inşa edilmiştir. Bina 100 personele ofis olarak hizmet ve 140 kişiye kadarda seminer verilebilecek olanak sunmaktadır. Bina 70 araçlık otoparka sahiptir.



Şekil 4.21 Enviromental Building genel görünüşü

○ **Yapay Zeka Faktörü :**

Binayı kontrol eden BMS havalandırma sistemini, ısıtma sistemini, soğutma sistemini, pencere durumunu, gölgelendirme elemanlarını ve aydınlatma düzeyini düzenlemesi Trend Echelon Lon-Works tarafından geliştirilmiştir. BMS, yapı içerisindeki sıcaklığa bakarak, pencerelerin açılıp kapanma sıklığını ayarlamaktadır. BMS, güneşin bulunduğu açığa ve kullanıcı isteklerini de göz önünde bulundurarak gölgeleme elemanlarının açısını ayarlamaktadır. Tüm sistem 5 dakika aralıklarla networkün bağlı bulunduğu merkeze, yapı ile ilgili verileri gönderip bilgilendirmede sağlanmaktadır. Yapıda büyük oranda, bilgisayar kontrolünde bulunan pencereler vasıtasıyla doğal

havalandırma yapılmaktadır. Yapı içindeki aydınlık düzeyi bilgisayar tarafından kontrol edilmekte olup gün ışığı seviyesine göre ayarlanmaktadır. Yapı kullanıcılarına esneklik sağlayabilmek için, havalandırma elemanları (pencere vs.), gölgelendirme elemanları ve koridor gibi alanlardaki ışıklandırma uzaktan kumanda ile kontrol edilebilmektedirler. Yapının beton strüktürü, bilgisayar kontrolünde otomatik olarak soğutulmaktadır. Ayrıca diğer kullanıcı gereksinimlerini düzenleyebilmek için; ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri optimum seviyede tutulması, bilgisayarlar tarafından yönetilmektedir. (Wigginton ve Harris, 2002)

○ **Enerji Stratejisi :**

Yapının güney cephesinde 47 m² lik bir yüzeye pv panelleri uygulanmıştır. Panellerin elektrik üretme kapasitesi 1.5 kW dir. Elektrik DC olarak üretilip binanın elektrik santraline gönderilmektedir. Santralde 240V AC ye dönüştürülmektedir. Yapının yıllık enerji tüketim hedefi 83kWh/m² dir ve bu değere de ulaşılmıştır. BREEAM değerlendirme sistemine göre 42 üzerinden 39 alarak dünyada ki en yüksek puanlı BREEAM belgesine sahip bina ünvanını almıştır. [18]

○ **Isıtma Sitemi :**

Yapı, 240 kWh ısıtma gücü bulunan ve yerden ısıtmalı bir sisteme sahiptir. Isıtma sistemini kontrol eden bilgisayar, öğrenibilme yeteneği kazandıran bir yazılma sahiptir. Öğrenibilme yeteneği sayesinde ısıtma sistemi en verimli şekilde kullanabilmektedir. Kışın taze hava ihtiyacı sırasında mekanın soğumasını engellemek için döşemede var olan beton kanallarda hava ısıtıldıktan sonra mekana dağıtılmaktadır.

○ **Soğutma ve Havalandırma Sistemi :**

Kuyu suyunun 10-12 C lik sabit sıcaklığından faydalanarak, kuyudan saniyede 1.5 litre su çekebilen pompa ile binanın ısıtma borularının içerisine pompalanmaktadır. Soğuk su ile yapılan bu işlem yapı içerisindeki sıcaklığın düşmesini sağlamaktadır. BMS sistemi sensörler vasıtasıyla yapı içerisindeki sıcaklığı algılayarak yapıya müdahale etmektedir. Sıcaklığın yüksek olduğu durumlar gerekli pencereleri açarak çapraz havalandırmayı sağlamaktadır. Yapı içerisindeki CO₂ seviyesi sensörler tarafından algılanarak, gerektiği durumlarda baca ve pencereler ile yapının havalandırılması otomatik olarak gerçekleşmektedir.



Şekil 4.22 Mekan ve döşemede bulunan beton kanallar

○ **Aydınlatma ve Güneş Kontrol Sistemi :**

Yapı yüzeyi geniş cam yüzeylerle kaplanarak gün ışığından maksimum şekilde faydalanılmaktadır. Yapı tümüyle otomatik aydınlatma sistemine sahiptir. Yüksek verimli lambalar(Philips T5) kullanılmıştır. Yapı içi aydınlatma, sensörlerin algılarına göre çalışmaktadır. Gün ışığı seviyesine ve mekan içerisindeki hareket durumuna göre yapı içerisinde aydınlık seviyesi otomatik olarak ayarlanmakta ve mekanda kimse yoksa ışıklar kapatılmaktadır. Otomatik kontrol önemli miktarda enerji tasarrufu sağlamaktadır. Güneş ışınlarının rahatsız edici etkileri BMS kontrolündeki sensörlerin algıları ve hesaplamaları sonucunda güneş kırıcıları hareket ettirilerek, güneşin rahatsız edici etkilerinden korunulmaktadır. (Wigginton ve Harris, 2002)



Şekil 4.23 Güneş kırıcıların açık ve kapalı durumu



Şekil 4.24 Güneş kırıcıları hareket ettiren damperler

6. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi :

Mimar	: Atkins Architects	Yapım Maliyeti	:150 milyon \$
Bina Türü	: Ticaret Merkezi	m2 Maliyeti	: Bilinmiyor
Yapım Yılı	: 2004-2008	Co ₂ Salınımı	: Bilinmiyor
Yer	: Bahreyn	Sensör Sayısı	: Bilinmiyor
Yapı Alanı	: Bilinmiyor	Geleneksel	
Enerji Tüketimi	: 1.200.000 kWh	enerji tüketimi	: Bilinmiyor
Yükseklik	: 240m	Kat Adedi	: 50 adet



Şekil 4.25 Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi

○ **Bina Özellikleri :**

Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi; Bahreyn'in ticaret bölgesi olan Manama da inşa edilmek üzere tasarlanmıştır. Kompleksin bünyesinde; otel, alışveriş merkezi ve ofis binası bulunmaktadır. Bina 50 kattan oluşan 240 metre yüksekliğinde, iki adet kuleden oluşmaktadır. Bahreyn'in 2. en yüksek binası olma özelliğine sahiptir. Binanın konsepti, körfezden gelen hava dalgasını yenilenebilir enerjiye dönüştürmektir. Körfezden gelen rüzgarı kullanmak için 2 kulenin ortasına 3 adet rüzgar tribünü inşa edilmiştir. Bina tasarımı ile bütünleşik olarak inşa ettirilen rüzgar binaya dünyadaki ilk rüzgar tribünlü gökdelen olma ünvanını kazandırmıştır. Bina sürdürülebilirlik alanında; 2006 LEAF ödülü ve Arap inşaat dünyasından sürdürülebilir tasarım ödülü olmak üzere toplam 2 adet ödül almıştır. Binanın tasarım aşamasında ve inşaat sonrası durumu için bir çok denetlemeden ve onaydan geçmiştir. Bu kriterler aşağıda listelenmiştir;

- Uzaktan kumanda sensörlerinin yeterliliği,
- Elektrik kesintisi etkisi,
- Elektrik panosu kabulü,
- Soğutma sistemi yeterliliği,
- Bakım işlemlerinin sürdürülebilirliği,
- Yağmur suyu rüzgar tribününden uzaklaştırılması,
- Titreşimlerin sönümlenmesi,
- Köprü rezonans frekansının test edilip uygun koşullara göre inşa edilmesi
- İnşaat tolerans-v-köprü rezonans frekansının uygun koşullarda bulunması,
- 2 kuleyi birbirine bağlayan köprü üzerinde girdap oluşmasının engellenmesi,
- Binayı yöneten yapay zekanın güvenilirliğinin test edilmesi,
- Binaya yıldırım çarpmasına karşı özel önlem alınması,
- Rüzgar tribününde bulunun pervanelerin kopması,
- Rüzgar tribününde bulunan pervanelerin keskinliği,
- Rüzgar tribününde bulunan pervanelerin köprüye çarpma durumu,
- İklimden dolayı oluşan kum fırtınalarına binanın vermesi gereken tepki,
- Kulelere ve kuleye monte edilmiş rüzgar tribününe kuş sürülerinin çarpması,
- Güvenilirlik ve tamir edilebilme durumu,
- Kullanılabilirlik ve dayanıklılık,

- Tribün performansları,
- Proje işletim ve kontrol stratejisi,
- Binada oluşabilecek olağandışı malzeme yorgunluk belirtileri,
- Rüzgar tribünlerindeki pervanelerde biriken kirlerin temizlenmesi,
- Bir tribünün 1 dakika içerisinde dönebileceği maksimum dönüş sayısı
- Rüzgar tribününü çalıştıran motorların ve tribünün dönmesi sonucu oluşan sesin emilmesi
- Tribünlerden dolayı oluşan sürekli ve titreşim gölgelerin engellenmesi,
- Tribünlerden dolayı pencereler üzerinde oluşan tribün yansımalarının engellenmesi,
- Elektromanyetik parazitlerin engellenmesi,
- Elektrik sistemindeki dalgalanmalar test edilmiştir. [18]



Şekil 4.26 Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi genel görünüşü

○ **Yapay Zeka Faktörü :**

Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi, birçok akıllı binanın sahip olduğu bina yönetim ve kontrol sistemine sahiptir. Isıtma sistemi, soğutma sistemi, havalandırma sistemi, aydınlatma sistemi ve güneş kontrolü gibi görevleri, binada var olan bilgisayar sistemleri otomatik olarak gerçekleştirmektedir. Binanın en önemli özelliklerinden biri olan ve devasa boyutlardaki rüzgar tribünün kontrolü çok ciddi bir konu olarak ele alınmaktadır. Rüzgar tribünlerinin kontrolü bilgisayarlar tarafından sağlanmaktadır.

Rüzgar tribünlerinin kontrolü 3 adet bilgisayar sisteminde bulunan 3 adet kontrol mekanizması ile kontrol edilmektedir. Birincisi sadece doğrudan rüzgar tribünü, ikincisi genişletilmiş rüzgar tribünü izleme sistemi, üçüncüsü ise bina izleme sistemidir. Birinci sistem, sanayide kalite kontrol sistemi olarak kullanılan bir programdır. Rüzgar tribünleri kontrol ve görüntülenmesi sağlanmaktadır. Rüzgar tribünlerinin çalışmasının riskli olduğu durumlarda, çalışmayı durdurma yetkisine sahiptir. Birinci sistem acil durumlarda rüzgar tribünün kontrolünü sağlamak ve veri toplamak amacı ile çalışmaktadır. Birinci sistemden toplanan veriler ikinci sisteme aktarılır. Üçüncü sistem ise bu iki sistemin koordinasyonunu sağlar. Birinci sistemin elde ettiği veriler ve yaptığı görevler;

- Rüzgar yönü
- Binanın elektrik harcama miktarı,
- Bina bakım sistemi (acil durumlarda çalışmaları durdurur),
- 2 kule arasındaki köprüye ulaşım izin verilmesi,
- Zeminde ve bina arasında bulunan köprülerdeki rüzgar hızı,
- Rüzgar tribünündeki pervanelerin köprüye olan uzaklığıdır.

İkinci sistemde birinci sisteme ek olarak 43 adet sensör bulunmaktadır. İkinci sistemin görüntülediği veriler ve yaptığı görevler aşağıda sıralanmıştır;

- Yerde ve bina arasında bulunan köprülerdeki rüzgar hızı,
- Zemindeki rüzgar yönü,
- Ortam sıcaklığı ve atmosfer basıncı,
- Rüzgar tribünündeki pervanelerin zorlanma durumu,
- Rüzgar tribünlerinde oluşan ivme,
- Rüzgar tribünündeki pervanelerin köprüye olan uzaklığı,
- Rüzgar tribünündeki pervanelerin dönme konumudur.

Üçüncü sistem ise bu iki sistemin kendi arasındaki koordinasyonunu sağlamaktadır. Bütün yapılan kontroller sonucunda, pervanelerin çalışması tehlikeli bir durum arz ediyorsa, rüzgar tribünlerinin mekanizmasında bulunan hidrolik sistemler devreye sokularak pervanelerin dönmesi engellenebilir. (Bas ve Smith, 2008)



Şekil 4.27 Pervanelerin zeminde montajı

○ **Enerji Stratejisi :**

Projenin başlangıcında binaya rüzgar tribünü ekleyerek binanın yenilenebilir enerji kullanılması öngörülmüştür. Proje maliyetleri incelendiği zaman geleneksel olarak inşa edilen rüzgar tribünleri projeye ek olarak % 30 maliyet getirmekteydi. Maliyetlerin fazlalığı ilk etapta rüzgar tribünlerinin projeden çıkartılmasına sebep olmuştur. Yapılan araştırmalar ve tasarım değişikliği sonucunda yeni yapılan imalat, projenin yaklaşık % 3 'ü kadar bir maliyete ihtiyaç duyarak projenin tekrar hayata geçmesini sağlamıştır. 2 kulenin ortasında, 29 metre çapında 3 adet rüzgar tribünü bulunmaktadır. Rüzgar tribünleri tam kapasite çalıştığı zaman 2 kulenin toplam enerji ihtiyaçlarının % 11–15 kadarını karşılayabilmektedir. Rüzgar tribünlerinin verimli çalışabilmesi ve rüzgar enerjisini maksimum şekilde kullanabilmek için kuleler eliptik olarak tasarlanmıştır. Rüzgar tribünlerine gelen rüzgarın hızını arttırmak için, rüzgarın giriş yönündeki açıklık geniş, rüzgarın çıkış noktasındaki açıklık dar olarak tasarlanmıştır. Bu tasarım şekli rüzgar hızının % 30 oranında artmasını sağlamaktadır. Laboratuardaki rüzgar tünellerinde yapılan deneylerde, bina formu en verimli hale getirilmiştir. (Bas ve Smith, 2008)



Şekil 4.28 Köprü – Pervane ilişkisi

Rüzgar tribünlerinin en çarpıcı özelliklerini ölçüklerinin büyük olması ve yerden yüksekliklerinin 160 metre olması olarak sıralayabiliriz. Ölçeğin büyük olması ve yerden yüksekliğinin fazla olması üretilen enerji miktarını arttırmıştır. Rüzgar tribünleri, yıllık toplam 1,100 MWh – 1,300 MWh arasında enerji üretebilmektedir. Karbon emisyon ortalaması ise 55,000 kgC'dir. Bu değerler yüksek koruyuculuk özelliği göstermektedir. Rüzgar tribünlerinin ortalama yıllık enerji kazanımları aşağıda sıralanmış olarak belirtilmiştir. (Bas ve Smith, 2008)

- Rüzgar Tribünü-1 (zemine en yakın olan tribündür) : 340-400 MWh/yıl
- Rüzgar Tribünü-2 (iki tribün arasında olan tribündür) : 360-430 MWh/yıl
- Rüzgar Tribünü-1 (zemine en uzak olan tribündür) : 400-470 MWh/yıl



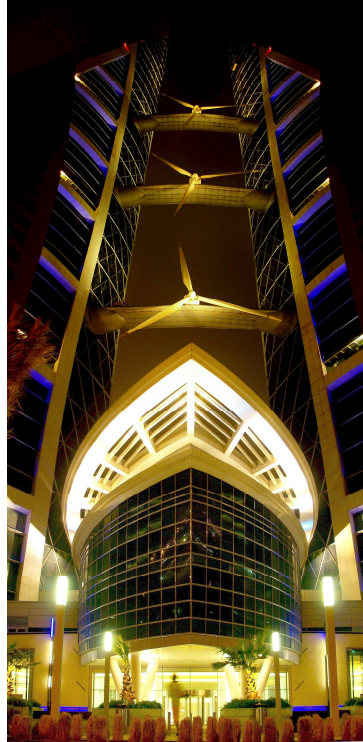
Şekil 4.29 Kule – Köprü - Pervane ilişkisi

○ **Sürdürülebilir Tasarım Özellikleri :**

Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi; dünyada ilk rüzgar tribünü entegreli gökdelen ünvanına sahiptir. Sürdürülebilirlik alanında yapılan bu cesur tasarıma 2 adet ödülde layık görülmüştür. Binada rüzgar tribünü özelliğine sahip olmak dışında başka sürdürülebilir özelliklere de sahiptir. Bunlar aşağıda sıralanmıştır.

1. Dış çevredeki hava ile iç mekanda iklimlendirilen hava arasında tampon bir alan oluşturarak, iç mekandaki havanın dış mekandan etkilenmemesini sağlamaktır. Bu sebeple bazı alanlarda çakıl kaplı çatılar kullanılmıştır.
2. Cephedeki cam yüzeylerdeki gölgelenme oranına önem verilmiştir.
3. Bina cephesindeki balkonlar ve çıkıntılar, ısınımı azaltmak ve gölgeleme oluşturmak için kullanılmıştır.
4. Düşük sızıntılı pencereler kullanılmıştır.
5. Yüksek ısı yalıtımlı çatı elemanları kullanılmıştır.

6. Geleneksel yöntemlerden farklı olarak, değişken olarak kendi gücünü ayarlayabilen pompalar kullanılarak daha az enerji kullanılması sağlanmaktadır.
7. Kirlenmiş soğuk hava, yapı içerisine alınmış taze havanın soğutulmasında kullanılmaktadır. Böylece soğutma için daha az enerji harcanmış olmaktadır.
8. Yüksek frekansta, yüksek etkinlikte ve enerji verimliliği yüksek olan floresan aydınlatma elemanları kullanılmaktadır.
9. Çift drenaj sistemi sayesinde yağmur suyunu pisliklerden ayırdırdıktan sonra, ayırıştırılmış olan suyu arıtılmak üzere depolayıp kullanılmaktadır..
10. Binanın çevresinde bulunan yansıtma havuzları evaporatif soğutma sağlamaktadır.
11. Dış aydınlatma elemanlarının güneş enerjili sistemlerle çalışması olarak maddeleri sıralayabiliriz. [19]



Şekil 4.30 Bina girişı gece görüntüsü

7. Amerikan Bankası Kulesi:

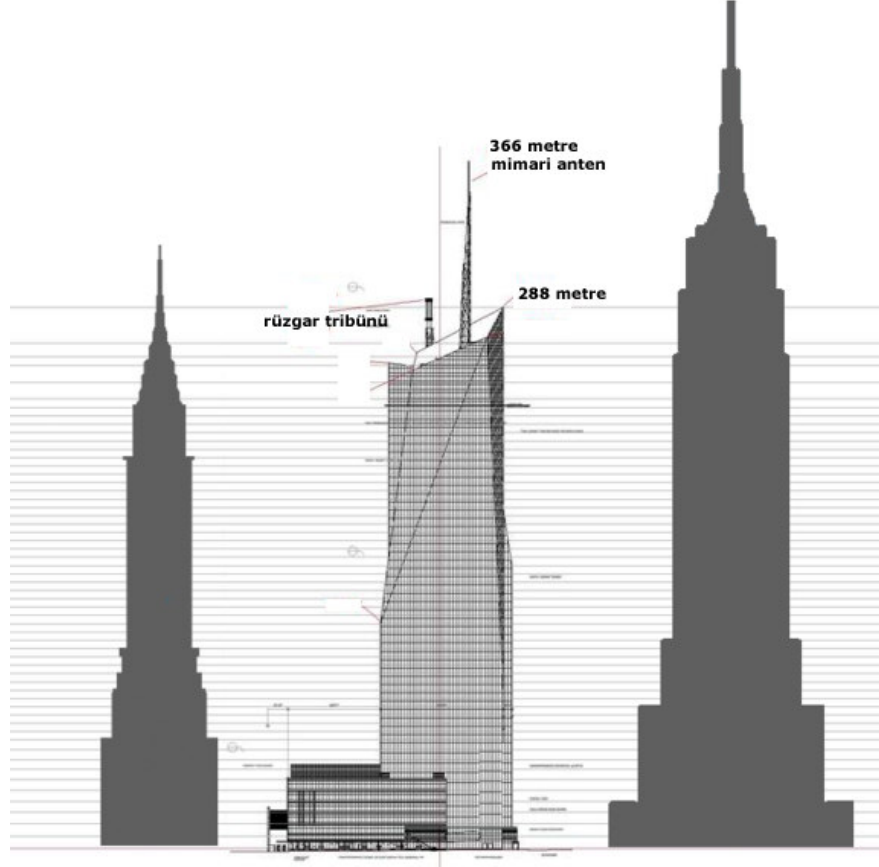
Mimar	: Gensler, Cook+Fox Architects Adamson Associates Architects	Yapım Maliyeti	: 1 milyar \$
Bina Türü	: Ofis Binası	m2 Maliyeti	: 5128 \$
Yapım Yılı	: 2004-2009	Co ₂ Salınımı	: Bilinmiyor
Yer	: New York / A.B.D	Sensör Sayısı	: 12,000 +
Yapı Alanı	: 195,000 m ²	Geleneksel	
Enerji Tüketimi	: Bilinmiyor	enerji tüketimi	: Bilinmiyor
Yükseklik	: 366 m	Kat Adedi	: 58 adet



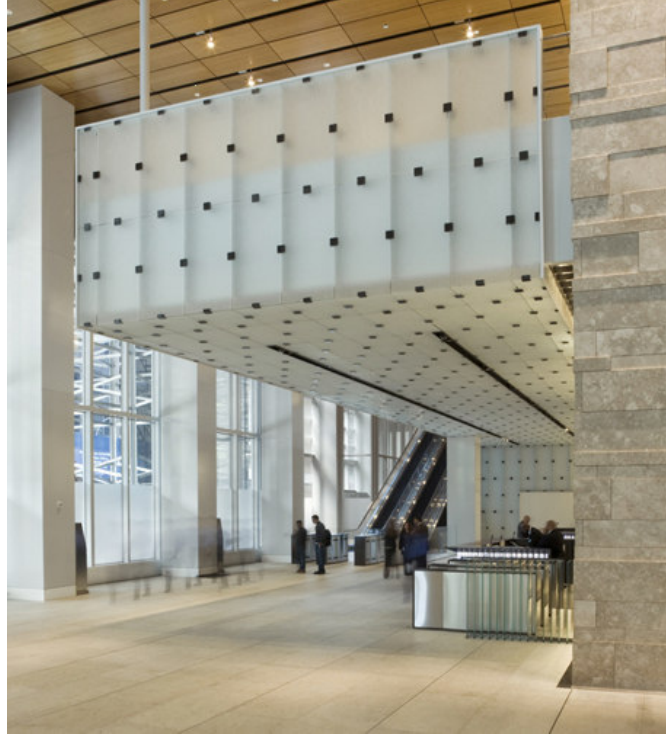
Şekil 4.31 Amerikan Bankası Kulesi genel görünüşü

○ **Bina Özellikleri :**

Amerikan Bankası Kulesi Amerika Birleşik Devleti'nde New York şehrinin Manhattan bölgesinde yer alan 366 metre yüksekliğe sahip olan çevre dostu bir gökdeldir. New York şehrinde, Empire States binasından sonra en yüksek 2. bina, A.B.D genelinde ise 4. en yüksek bina olma ünvanına sahiptir. Binada düşey sirkülasyonu sağlıklı yapılabilmesi için 53 adet asansör yerleştirilmiştir. Bina Cook+Fox Mimarlık ve Gensler tarafından, dünyanın en verimli ve en ekolojik binalarından birisi olmak üzere tasarlanmıştır. Bina sürdürülebilirlik sertifikalarından olan LEED Platinum sertifikasını almıştır. Bina LEED Platinum sertifikasını alan ilk gökdelen olmuştur. [20]



Şekil 4.32 Chrysler Bulding(sol) Amerikan Bankası kulesi(orta) Empire States (sağ) yükseklik karşılaştırması



Şekil 4.33 Bina girişi

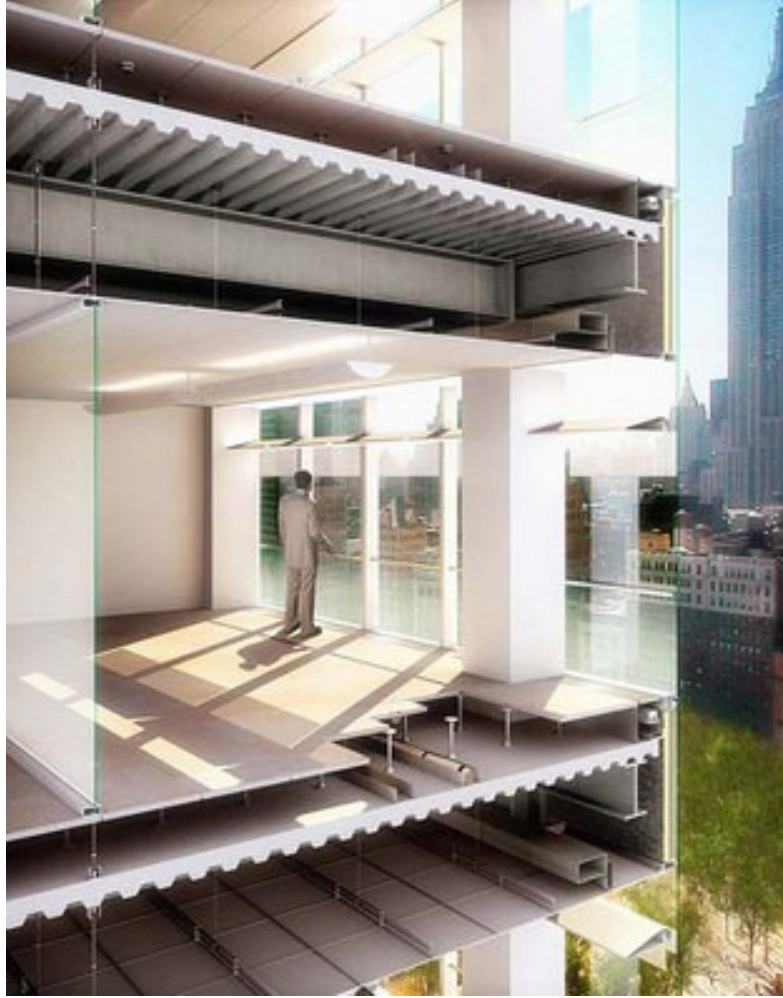
○ **Yapay Zeka Faktörü :**

Amerika Bankası Kulesi, birçok akıllı binanın sahip olduğu bina yönetim ve kontrol sistemine sahiptir. Isıtma sistemi, soğutma sistemi, havalandırma sistemi, aydınlatma sistemi ve güneş kontrolü gibi görevlerini, binada var olan bilgisayar sistemleri otomatik olarak gerçekleştirmektedirler.

○ **Sürdürülebilir Tasarım Özellikleri :**

Binanın tasarımı çevre dostu özelliklere sahiptir. Bina içerisinde gün ışığı maksimum derecede kullanılmıştır. Bunu sağlamak için döşemeden tavana izolasyonlu cam duvarlar yaparak sağlanmıştır. Gün ışığı maksimum şekilde kullanıldığı için aydınlatma giderleri azalmıştır. Bina, otomatik olarak çalışan gün ışığı karartma özelliğine sahiptir. Kule, yağmur sularını ve atık suları arıtarak tekrar kullanma özelliğine sahiptir. 4 adet ara katta dev yağmur suyu depoları bulunmaktadır. Binanın su korunumu yıllık olarak yaklaşık 8 milyon galondur. Binada % 55 çimento, % 45 çürüf kullanılarak, kullanılan çimento miktarı düşürülmüştür. 1 ton çimentonun üretilmesi sırasında 1 ton karbondioksit meydana çıkmaktadır. Bu hesapla bakıldığı zaman,

düşürülen çimento oranı ortaya çıkan karbondioksit miktarını büyük ölçüde azaltmıştır. [21]



Şekil 4.34 Bina sistem kesiti

Karbondioksit sensörleri, karbondioksit miktarı arttığında bilgisayara haber göndererek bina içerisine taze hava girişini sağlamaktadır. Binada bulunan soğutma sistemi, gece soğutması ve toprak ısısından faydalanarak buz depolaması yapmaktadır. Yapılan buz depolaması, 1995 yılında Tokyo şehrinde bulunan New Otani otelindeki sistemin benzeridir. Buzun faz değişiminden elektrik elde edilmektedir. Binadaki su korunumu politikası sayesinde yıllık 8 milyon galon su tasarruf edilmekte ve karbondioksit emilimini düşürmektedir. [22]

Bina 4.6 mWh lık kojenerasyon enerji tesisine sahip olmasından dolayı, binada kullanılan enerji miktarı büyük ölçüde azaltılmaktadır. Diğer gökdelenlerle

kıyaslandığında Amerikan Bankası Kulesi geleneksel yöntemlerle inşa edilen ve bu bina boyutlarında olan binalarla kıyaslandığında yaklaşık %50 oranında daha az enerji harcamaktadır. (Foley, DeVault ve Sweetser, 2007)

New York çok fazla gökdelene sahip olduğu için şehrin kullanılan yüzey alanı çok fazladır. Bu yüzden dolayı şehir içindeki sıcaklık artmaktadır. Örneğin New York 'ta hava sıcaklığı 29 dereceyken Empire States binasında hava sıcaklığı 37 dereceye çıkmaktadır. Amerikan Bankası Kulesi'nin 53. katında bulunan dev bir hava filtresi bulunmaktadır. Hava binaya yalnız 53. Katta bulunan hava filtresinden girmektedir. Hava kirlerinden arındırıldıktan sonra yarısı binanın içinde kullanılmaktadır geri kalan temiz hava ise şehrin kullanımına sunulmaktadır. Bina büyük ölçüde geri dönüşümlü malzemelerden yapılmıştır. Malzemenin taşıma maliyetlerini azaltmak için, malzeme 80 km çapında bir alandan sağlanmıştır. 2008 yılında New York Bilim Akademisi binanın bu sürdürülebilir özelliklerine dikkat çekmiştir. (Taylor, 2006)



Şekil 4.35 Bina içinden görünüş

8. The Burj al-Taqa:

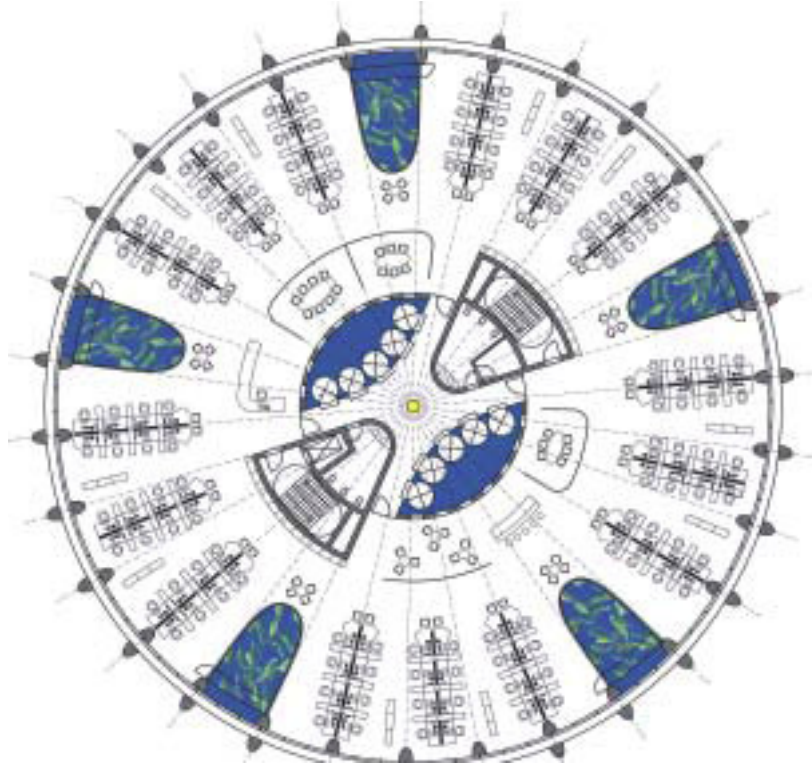
Mimar	: Gerber Architeecten	Yapım Maliyeti	: 300 milyon £
Bina Türü	: Çok işlevli Yapı	m2 Maliyeti	: Bilinmiyor
Yapım Yılı	: 2008 – İnşaat aşamasında	Co ₂ Salınımı	: 0 emisyon
Yer	: Dubai / Birleşik Arap Emirlikleri	Sensör Sayısı	: Bilinmiyor
Yapı Alanı	: 130,000 m ² +	Geleneksel	
Enerji Tüketimi	: 0 kWh (Sıfır Enerji Tüketimi)	enerji tüketimi	: Bilinmiyor
Yükseklik	: 312 m	Kat Adedi	: 68 kat



Şekil 4.36 The Burj al-Taqa genel görünüş

○ **Bina Özellikleri :**

Tasarımı 2006-2007 yılları arasında yapılan ve inşaatına 2008 yılında başlanan ve halen devam etmekte olan The Burj Al-Taqa, dünyanın ilk sıfır emiyonlu yüksek binası olma özelliğine sahiptir. Bu özelliğini Ortadoğu'nun geleneksel mimarisinden esinlenerek yapılan tasarım sonucunda ortaya konulmuştur. The Burj Al-Taqa; Birleşik Arap Emirlikleri'nin Dubai kentinde inşa edilmek üzere, yenilenebilir enerjileri kullanan sürdürülebilir bir gökdelen olarak tasarlanmıştır. Binanın tasarımını Gerber Architeckten yapmıştır. Binanın 1800 m² oturma alanı bulunmaktadır. 68 kattan oluşan bina 322 metre yüksekliğinde olup tamamlandığında dünyanın en yüksek 22. binası olacaktır. Bina dairesel plana sahiptir. Binada yapı malzemesi olarak çelik ve cam kullanılmıştır. Binanın; ofis, konut ve otel olmak üzere 3 işlevi bulunmaktadır. [23]



Şekil 4.37 The Burj al-Taqa ofis planı



Şekil 4.38 The Burj al-Taqa işlev bölgelemesi

○ **Yapay Zeka Faktörü :**

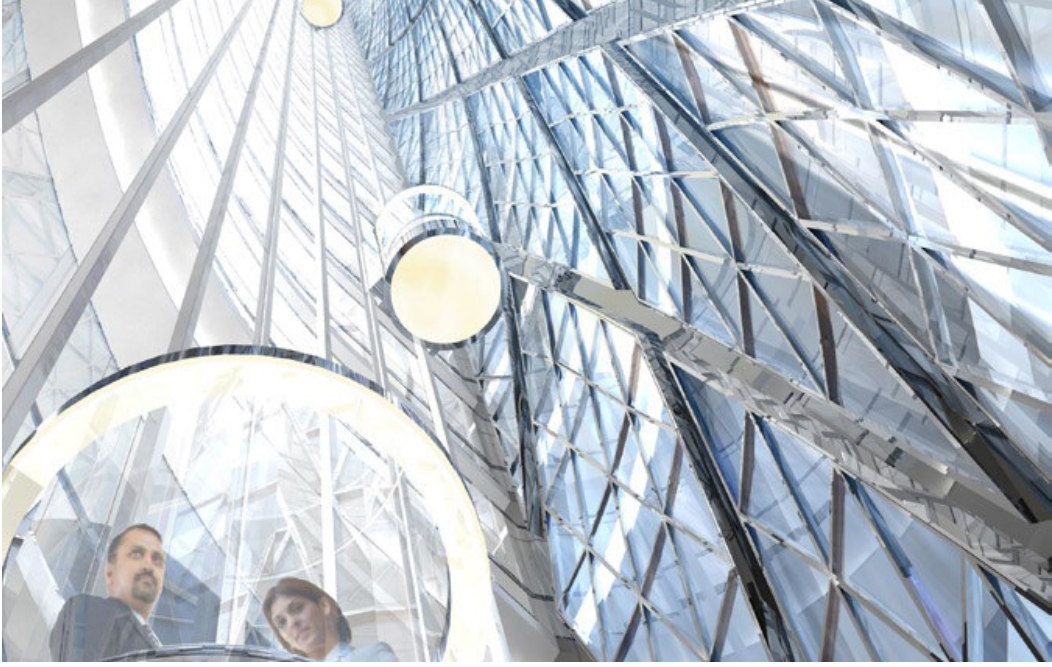
The Burj Al-Taqa, birçok akıllı binanın sahip olduğu bina yönetim ve kontrol sistemine sahiptir. Isıtma sistemi, soğutma sistemi, havalandırma sistemi, aydınlatma sistemi ve güneş kontrolü gibi görevlerini, binada var olan bilgisayar sistemleri otomatik olarak gerçekleştirmektedirler.

○ **Sürdürülebilir Tasarım Özellikleri :**

The Burj Al-Taqa, kendi eşdeğerinde olan ve geleneksel sistemlerin kullanıldığı binalara oranla % 60 daha az enerjiye ihtiyaç duymaktadır. İhtiyaç duyduğu % 40 lık enerjiyi ise yenilenebilir enerji kaynaklarının karşılamaktadır. Binanın enerji tasarrufunun % 30 unu doğal havalandırma yöntemi sayesinde, geri kalan % 30 luk tasarrufu ise güneşten korunum, güneş ile soğutma, güneş ile suların ısıtılması, camların mineral esaslı olup binanın termos etkisinin oluşturulması gibi yöntemlerle sağlanmaktadır. Binanın ihtiyaç duyduğu enerjinin bir kısmını binanın tepesinde bulunan ve 60 metre çapında olan rüzgar tribününden sağlanmaktadır. Binanın ihtiyaç

duyduğu enerjinin bir bölümünü de güneş enerjisinden elde etmektedir. Kulede 15,000 m² güneş paneli, inşa edilmiş olan yapay adada 17,000 m² olmak üzere binada toplam 32,000 m² lik alana yayılmış olan güneş panelleri bulunmaktadır. [24]

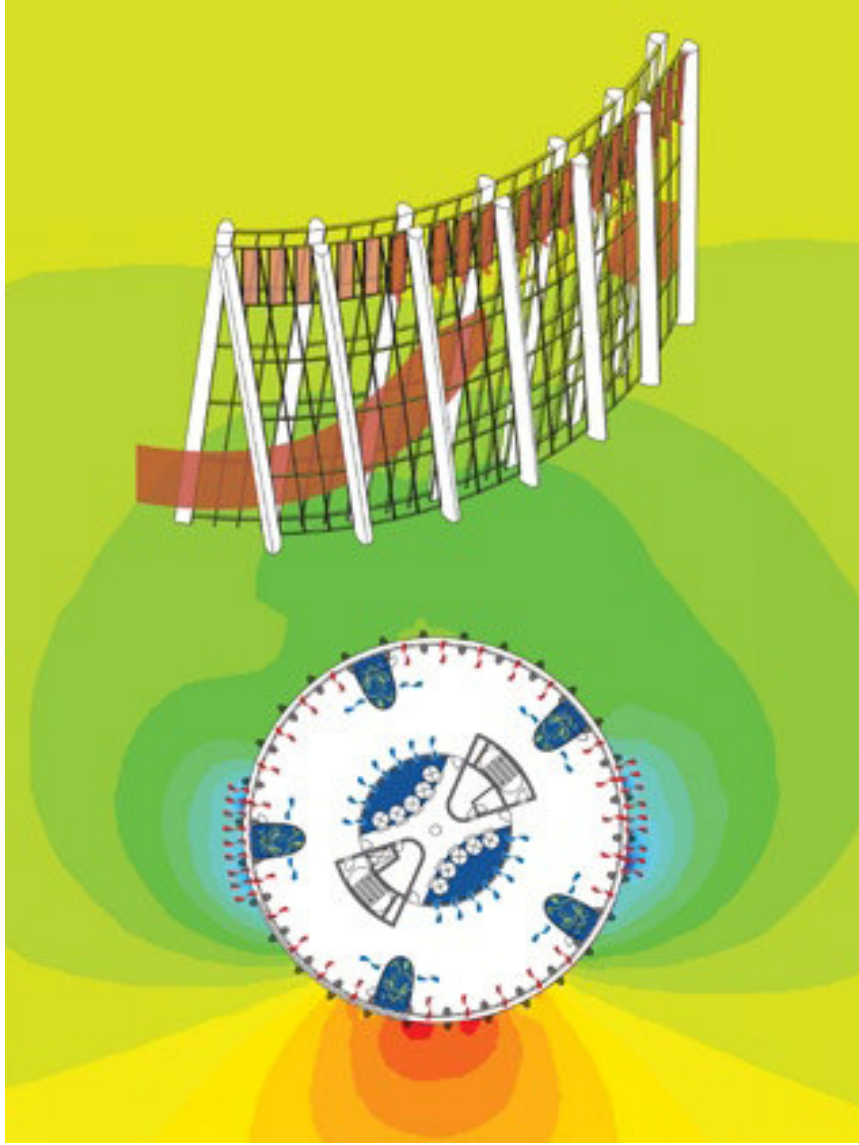
Binanın en temel özelliklerinden birisi, geleneksel İran mimarisinde kullanılan rüzgar kulelerindeki havalandırma mantığının günümüzdeki teknoloji, estetik ve ihtiyaçlar doğrultusunda kompleks bir yapıda uygulanmasıdır. Binanın ortasında bulunan boşluk sayesinde bina içerisindeki havanın basınç farkıyla yerden emilerek kulenin en üst noktasından dışarı atılması sağlanmaktadır. [25]



Şekil 4.39 Bina içerisinde bulunan atriumdan görüntü

Bina içerisindeki hava sıcaklığının dengelemek amacı ile yer altında bulunan soğutma üniteleri kullanılmaktadır. Toprak altındaki sabit sıcaklık dengesinden faydalanarak kullanılan deniz suyu, döşemelerin içindeki tüplere gönderilmektedir. Dubai’de hava sıcaklıkları 50 °C ye kadar çıkmaktadır. Güneşin bina üzerinde oluşturduğu bu yoğun etkiyi azaltmak için binanın şekli silindirik olarak tasarlanmıştır. Bina yerden en yüksek noktasına kadar binayı 60 °C ye saran bir güneş kalkanına sahiptir. Güneş kalkanı sayesinde hiçbir mekan direkt olarak güneşin ışığına maruz kalmamaktadır. Çift cephe sistemine ve dairesel plana sahip olan binanın cephesinde oluşan sıcaklıkları azaltmak için hava basıncı farkından yararlanılmaktadır. Negatif basıncın

yüksek olduğu noktalarda kapaklar açılmakta ve hava değişimi sağlanmaktadır. Doğal kural esaslı olan bu sistem etkin bir yöntemdir. [26]



Şekil 4.40 Hava basıncı farkından oluşan hava akımı

9. The Pearl River Tower:

Mimar	: Gordon Gill (SOM)	Yapım Maliyeti	: ?
Bina Türü	: Ofis ve Konferans Binası	m2 Maliyeti	: ?
Yapım Yılı	: 2006-2010	Co ₂ Salınımı	: 0
Yer	: Guanzo / Çin	Sensör Sayısı	: ?
Yapı Alanı	: 214,100m ²	Geleneksel	
Enerji Tüketimi	: ? kWh	enerji tüketimi	: %58 den daha fazla
Yükseklik	: 310 metre	Kat Adedi	: 71 adet



Şekil 4.41 Pearl River Tower gündüz ve gece görselleri

○ **Bina Özellikleri :**

Guangzhou'nun büyük firmalarından olan Guangdong Tobacco Company için yapılan proje, Çin'in korbondiyoksit emisyonunu % 10 oranında azaltma kararı aldığı ve uygulama alanı için pilot bölge seçilen Guangdong eyaletindeki Guangzhou şehrinde yer almaktadır. Pearl River Tower binasının tasarımı 2005 yılında SOM tarafından yapılmıştır. 2010 yılının sonunda inşaatının tamamlanması planlanmaktadır. Pearl River Tower, tamamlandığı zaman sıfır emisyonlu bir gökdelen olma özelliğini kazanacaktır. Ofis ve konferans binası olarak tasarlanan bina, 310 metre yüksekliğinde ve 71 kattan oluşmaktadır. Bina 214,000 m² alana sahiptir.

Mimarların binayı tasarlanırken temel amaçları, yüksek performanslı ve enerji gereksinimleri düşürülmüş olan bir binaya sahip olmaktır. Bu bağlamda mimarlar, bina yapımı için ayrılan bütçe, koşullar ve tasarım kriterlerini göz önünde bulundurarak sıfır enerji tüketen bir bina tasarlamaya karar verdiler. Yapılan analizler sonucunda sıfır enerji tüketen bir bina inşa edemeseler dahi dünyanın enerji tüketimi konusunda en verimli binaları arasında yer alacak bir bina tasarladılar. Böylece şehir şebekesinden alınacak elektrik büyük ölçüde azaltılmış olacaktır. Bu konseptte başarılı olabilmek için tasarım ekibinin proje alanı analizi başta olmak üzere; kullanılacak aktif ve pasif enerji kaynakları, malzemeler, bina içi hava kalitesi, rüzgar yönü, güneşin hareketleri ve bunlarla uyumlu çalışacak çift cephe sistemi, güneş panelleri ve rüzgar tribünleri gibi yeni teknolojilerle beraber analiz edilip hedefler doğrultusunda çalışmalar yapılmıştır. (Frechette, 2008)

○ **Yapay Zeka Faktörü :**

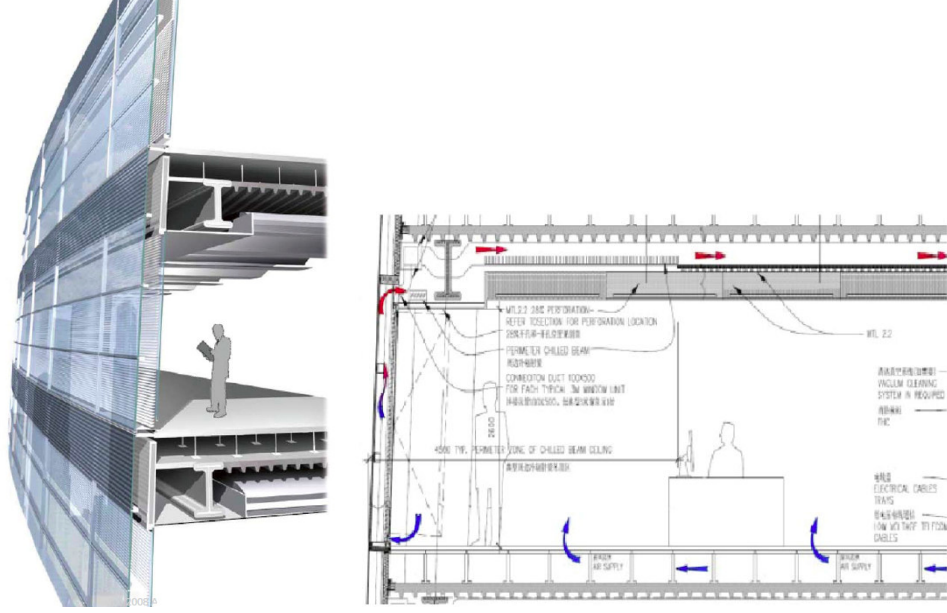
The Pearl River Tower, birçok akıllı binanın sahip olduğu bina yönetim ve kontrol sistemine sahiptir. Isıtma sistemi, soğutma sistemi, havalandırma sistemi, aydınlatma sistemi ve güneş kontrolü gibi görevlerini, binada var olan bilgisayar sistemleri otomatik olarak gerçekleştirmektedirler.

○ **Sürdürülebilir Tasarım Özellikleri :**

Pearl River Tower, yüksek performanslı bilgisayar kontrollü çift cephe sistemine sahiptir. Cephede bilgisayar kontrollü panjurlar bulunmaktadır. Bu panjurlar sayesinde, cephe içerisine giren hava akışı kontrol edilmektedir. Çift cephe sistemi ile birlikte, saydam yüzey alanı artmıştır. Saydam yüzeylerin çokluğu sebebi ile dış görüş

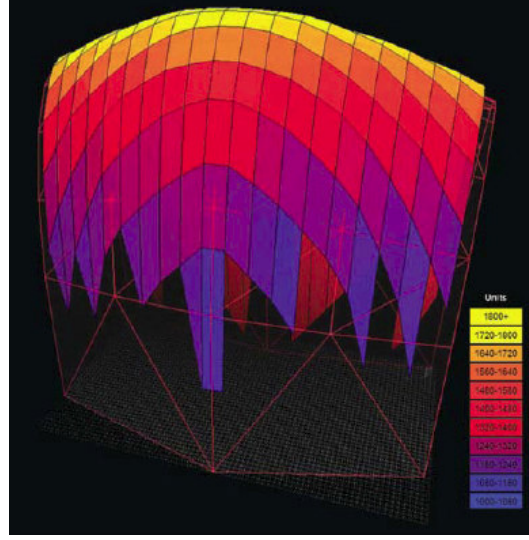
açısı, iç mekana giren gün ışığı ve termal performans artmıştır. Güneşin oluşturduğu ısı birikmesi ve dış mekandan iç mekana gelen ses miktarında azalma olmuştur.

Soğutma ve havalandırma giderlerini azaltmak için döşeme içerisinden doğal havalandırma sistemi oluşturulmuştur. Böylelikle yapı içerisinde sürekli taze hava dolaşmaktadır. Bu sistemin getirdiği diğer avantaj ise kat yüksekliklerinin döşemeden döşemeye 4.2 metreden 3.9 metreye düşmüş olmasıdır. Her katta var olan kat yüksekliğindeki azalma bina toplamında 5 kata denk gelmektedir. [27]



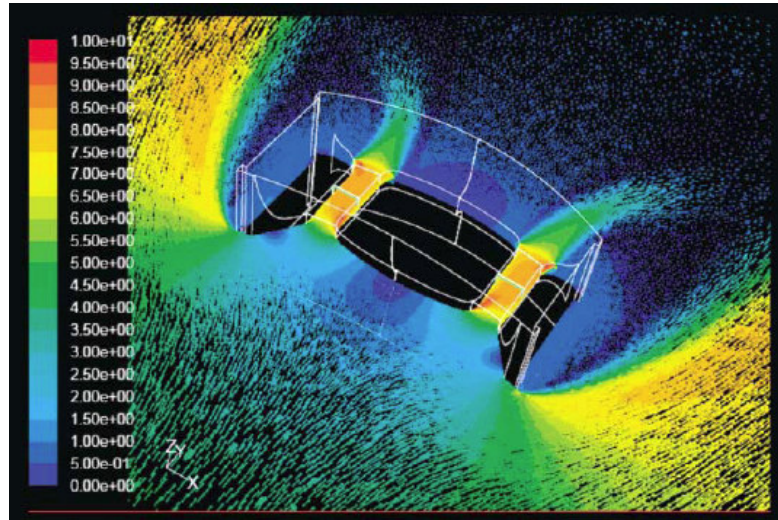
Şekil 4.42 Yüksek performanslı aktif cephenin görüntüsü ve döşemedeki hava akışı

Binanın bir diğer özelliği de güneş enerjisinden faydalanan olmasıdır. Binada güneş panelleri kullanılmadan önce bina ve güneş ilişkisi üzerine analizler yapılmıştır. Bu analizler sonucunda güneş panellerinin, binaya harici bir eleman olarak monte etmeden, güneş paneli entegreli bir şekilde cephe sistemi oluşturma yoluna gidilmiştir. Bu güneş panelleri hem cephe elemanı olmasının yanı sıra güneş enerjisinden faydalanıp elektrik üretecek ve binayı güneşin negatif etkilerinde koruyacaktır. Bu sistem geleneksel yollardan monte edilen güneş panellerinde daha ucuza mal olmuş ve yaşam süreleri geleneksel yollardan monte edilen güneş panellerinde daha uzun olmuştur. (Frechette, 2008)

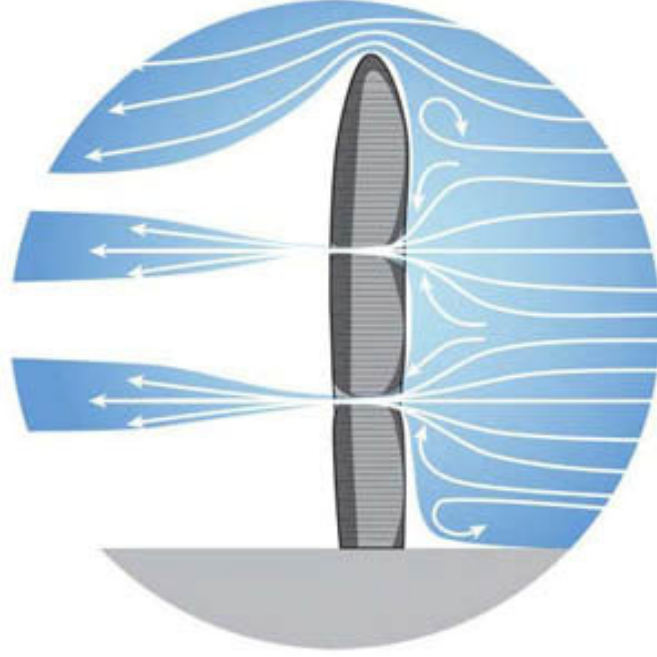


Şekil 4.43 Pearl River Tower güneş stres modeli

Pearl River Tower'ın en temel sürdürülebilir özelliklerinden birisi de rüzgar enerjisini etkin olarak kullanmasıdır. Tasarımcılar rüzgar parametresini tasarımın içine dahil etmişlerdir. Binada, boyutları 3x4 metre olan 4 adet rüzgar tüneli bulunmaktadır. Rüzgarın hızını arttırmak ve bina üzerindeki rüzgar basıncını azaltmak için rüzgar tünellerinin çevresinin çizgileri yumuşatılmıştır. Rüzgar tünellerinin boyutu ve etrafındaki çizgilerin yumuşatılması işlemleri bilgisayarlarda yapılan belirli hesaplamalar sonucunda ortaya çıkmıştır. [28]

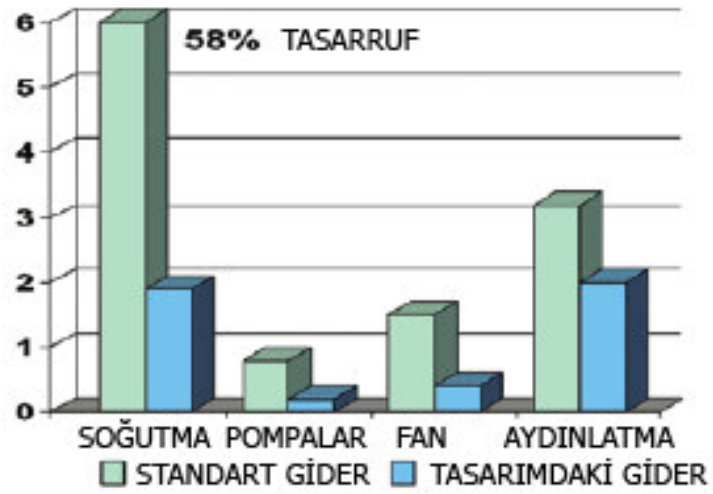


Şekil 4.44 Fluent programı ile yapılmış makine dairesindeki rüzgar hızı simülasyonu



Şekil 4.45 Rüzgarın bina ile karşılaştığı durumdaki hareketi

Binanın bu şekli rüzgarı tünelden geçerken 2.5 kat daha fazla hızlandırmakta ve 15 kat daha fazla enerji elde edilmesini sağlamaktadır. Bina hava esaslı soğutulduğu için pompalama giderleri de düşmüştür. Binada yapılan tasarruflar %58 oranına ulaşmıştır.[28]



Şekil 4.46 Pearl Tower Binasının enerji harcamaları





5. SONUÇLAR

Enerji, dünyanın yaşayabilmesi ve işlevini devam ettirebilmesini sağlamaktadır. Enerji, devlet bütçelerinin fazla veya az çıkmasında en büyük rolü oynar. Enerji ihtiyacı dünyada ülkelerin sınırlarını baştan şekillendirmekte ve insanların yaşam biçimlerini etkilemektedir. 1970' lerde meydana gelen petrol krizi buna en güzel örneklerden biridir. Arap devletlerinin petrol ambargosuyla başlayan bu kriz, petrol fiyatlarının kat ve kat artmasına sebep olmuştur. Pencere oranı yüksek ve tek katlı cam kullanılan binaların enerji maliyetlerinin artması, mimarları ve bilim adamlarını önlem almaya sevk etmiştir. 1970'te Türkiye'de de yaygın olarak inşa edilen, pencere oranı yüksek ve ısı yalıtım değeri düşük olan binalarda, petrol krizinden sonra azalma meydana gelmiş ve bilim adamları mevcut ısıyı koruyabilmek için birçok malzeme geliştirmiştir. Ancak tek çözüm ısıyı tutucu malzeme geliştirmek değildir. Yoğun şehirleşmenin başlaması ve şehirlerin rant merkezi olması sebebi ile unutilan sürdürülebilir bina yapım modelinin tekrar hayata geçirilmesi gerekmektedir. Eskiden yapılan ve yerel özelliğe sahip birçok yapı, sürdürülebilir özelliğe sahiptir. İran'ın Yazd şehrindeki badgir adı verilen rüzgar bacaları, Mardin'de bulunan evlerin birbirleri ile olan ilişkisi ve tasarımı, Karadeniz evlerinin yağmura karşı direnci, Harran evlerinin topraktan yapılan, yüksek kubbeye sahip ve yazın içerisini soğuk tutan evlerini, sürdürülebilir yapılara örnek olarak verebiliriz. Şunu da bilmeliyiz ki, teknolojinin her geçen gün daha çok geliştiği, şehir yoğunluklarının giderek arttığı bir dünyada yaşıyoruz. Tarihi yapıları incelediğimizde tek katlı yada birden fazla işlevi olmayan binalarla karşılaşmaktayız. Karşımıza en büyük problem olarak; insanların ihtiyacını karşılaması doğrultusunda, binalar karmaşıklaştıkça, sürdürülebilirlikten uzaklaşması ve enerjiyi emen dev bir kütle halindeki yapılara dönüşmesidir. Bu anlamda teknolojinin nimetlerinden enerji harcıyor diye vazgeçilecek değildir. Biz mimarların yapması gereken dünyamız için olumsuz gibi gözükken bu teknolojinin doğru bir şekilde kullanılmasıdır. Bu problemin çözümü doğrultusunda, gelişen teknolojiyi ve geçmişteki sürdürülebilir yapım mantığını birbiri ile entegre etmemiz gerekmektedir. Bunun ilk denemelerini 1978 yılında yapılan Occidental Chemical binasında görmekteyiz. Binayı incelediğimizde petrol krizinden önce yapılan binalardaki gibi geniş pencereci cepheler oluşturulmuştur. Ancak bu cephe sistemi enerjinin fazla harcanmasından öte enerji korunmasına sebebiyet vermiştir. Teknoloji ile sürdürülebilir yapım mantığının birleşmesi, doğru sonuçlara ulaşan bir bina meydana getirilmesini sağlamıştır. Binada var olan sensörler hem bina dışındaki hem de bina içindeki verileri toplayarak binanın tepki vermesini sağlamaktadır. Bu anlamda harcanan ufak enerji büyük ve olumlu geri dönüşümlere sebebiyet vermektedir.

1978’de başlayan ilk denemelerle birlikte her geçen gün yapılan teknolojik ve sürdürülebilir bina sayısı artmıştır. Bu gelişim sürecinde binaların aktif olarak tepki verilebilmesinin sağlanması ile beraber anlık müdahaleler kolaylaşmıştır. Binalarda teknolojinin aktif olarak kullanılması ile birlikte binalar yeni görevler üstlenmişlerdir. Güneş panellerinin güneşe doğru otomatik yönlenebilmesi, dış çevrede gelişen iklim olaylarına tepki verip içerideki iklim konforunun korunması, içerideki aydınlık düzeyini otomatik olarak ayarlanabilmesi, hava sıcaklığını korumak için cephe üzerindeki yapı elemanlarının otomatik olarak kontrol edilebilmesi, binaların öğrenme ve sonuç çıkartabilme gibi özellikler kazanması ile beraber, tasarımların yönü ve şekli değişmeye başlamıştır. Suva Insurance binasında eski bina üzerine yapılan yeni tasarımla beraber bilgisayar teknolojisinin bina üzerinde mimari anlamda bıraktığı etki, enerji ve iklimlendirmedeki verimlilik noktasına da olumlu yansımıştır. Bilgisayar kontrolü ile çalışan ikinci cephe içerideki ışık seviyesini düzenlemekte, binayı güneşin zararlı etkilerinden korumak amacı ile güneşin pozisyonuna göre açısını ayarlamakta ve binadaki hava sıcaklığını düzenlemektedir. Teknoloji geliştikçe binalarda kullanılan bilgisayar teknolojileri gelişmektedir. Headquarters of Götz binasında gelişen bu teknoloji ile birlikte öğrenebilen ve karşısındaki probleme karşı çözüm üreten bilgisayar sistemi kullanılmıştır. Bilgisayar, karşılaştığı durumlarda nasıl davranılması gerektiğini, daha önce vermiş olduğu kararları ve sonuçları da analiz ederek eyleme geçmektedir.

2000’ li yıllara gelindiği zaman, sürdürülebilir yapı mantığı ile teknolojinin entegrasyonu çok verimli sonuçlara ulaşmıştır. Rüzgar teknolojisi, bilgisayar teknolojisinin mimari tasarım ve uygulamalarında kullanılması ile beraber kullanılmaya başlanmıştır. The Pearl River Kulesi için bilgisayarda yapılan analizler sonucunda, binada konumlandırılması düşünülen rüzgar tribünlerinin yeri ve şekli ortaya çıkmıştır. Bina üzerinde ve konumlandığı alanın etrafı yumuşatılmış olarak tasarlanan binada rüzgardan elde edilen enerji 15 kat daha fazla olmuştur. The Pearl River Kulesinde uygulanan bilgisayar kontrollü doğal havalandırma ve soğutma sayesinde kat yüksekliği azaltılarak binanın 5 adet kat daha fazla alana sahip olmasını sağlamıştır.

Gelişen teknolojinin etkin bir biçimde tasarım ve uygulama alanında kullanılmaya başlaması ile günümüzde sıfır emisyon ve sıfır enerjili yapılar inşa edilmektedir. Bahreyn’de inşa edilen Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi rüzgar enerjisini elde etmede, bina içerisindeki enerji harcamalarını bilgisayar kontrolü ile sağlamakta ve verimli sonuçlar elde edilmektedir. Dubai’de inşa edilen The Burj al-Taqa geçmişteki sürdürülebilir yapı mantığı ile günümüz teknolojisinin birlikte uygulandığı sıfır enerji tüketen ve sıfır emisyonu sahip başarılı örneklerden birisidir. İran’da bulunan badgir adı verilen baca uygulamasının modern

									
Mimarı	Cannon Design	Herzog & Meuron	Webler + Geissler	RMM Architect	Feilden Clegg	Akins	Genster	Gerber Architects	SOM
Yer	A.B.D	İsviçre	Almanya	İngiltere	İngiltere	Bahreyn	New York	B.A.E	Çin
Yapım Yılı	1978-1981	1988-1993	1993-1995	1995-1997	1994-1996	2004-2008	2004-2009	2008-devam	2006-2010
Bina Alanı	18808 m2	n/a	3400 m2	8350 m2	2050 m2	n/a	195000 m2	130000 + m2	214000 m2
Kat Adedi	9	6	2	3	3	50	58	68	71
Maliyeti	12,5 milyon \$	n/a	n/a	17,84 milyon £	2,64 milyon £	150 milyon \$	1 milyar \$	300 milyon £	n/a
Yıllık Enerji Tüketimi	104 kWh/m2	n/a	35 kWh/m2	300 kWh/m2	83 kWh/m2	1.200.000 kWh/m2	n/a	0 kWh/m2	n/a
Bina Yönetim Sistemi	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Öğrenme Becerisi	-	-	+	-	-	+	+	+	+
Hava Durumu Bilgisi	-	+	+	-	+	+	+	+	+
Ayarlanabilir Işık	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Güneş İzleme Sistemi	+	-	+	-	+	+	+	+	+
Isıtma Kontrolü	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Soğutma Kontrolü	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Havalandırma Kontrolü	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Bilgisayar Kontrolü	+	+	+	+	+	+	+	n/a	+
Pencere / Panjur									
Güneş ıstıtmalı su	-	+	+	-	-	+	+	+	n/a
Güneşten Yenilenebilir Enerji	-	+	+	-	+	+	+	+	+
Rüzgar Yenilenebilir Enerji	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Gece Soğutma Sistemi	-	+	+	-	+	n/a	+	+	+

Çizelge 5.1 Seçilen Örneklerin Karşılaştırılması

mimaride uygulanmış halini görmekteyiz. Bu örnek geçmişte inşa edilen binaların sürdürülebilir mantığının uygulanabileceğini göstermektedir.

Çizelge 5.1 de karşılaştırılan binalara bakıldığı zaman; bina yönetim sistemi, ilk örneklerden itibaren tüm binalarda kullanılmaktadır. Öğrenebilme becerisi ilk örnekler de olmamakla birlikte Headquarters of Götz binasında kullanılmıştır. Ancak bu örnekten sonra 2004 yılında Bahreyn Dünya Ticaret Merkezinde kullanılmaya başlayıp diğer örneklerde de kullanılmaya devam edilmiştir. Hava durumu bilgisinin binaya aktarılması durumu ilk örnekte görülmemekle birlikte örnek binalarda standart bir özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayarlanabilir ışık seviyesi ve güneş izleme sistemi ilk örnekte mevcut olup yalnız 1 binada bulunmamaktadır, diğer binalarda ise bu özellik bulunmaktadır. Isıtma, soğutma ve havalandırma kontrolü bütün binalarda standart özellik olarak yer almaktadır bu özellik sayesinde enerji harcamalarındaki düşüşte bilgisayar kontrolünün etkisi görülmektedir. Bilgisayar kontrollü pencere ve panjur sistemi ilk örneklerden itibaren incelenen diğer yapılarda da görülmektedir. Sadece The Burj-al Taqa 'da bu sistemin var olup olmadığı konusunda bilgi alınamamıştır. Güneş ısıtmalı su sisteminin kullanımının tercihen olduğu gözlemlenmiştir. Son örneklerde bu sistemin kullanıldığı gözlemlenmiştir. Güneşten yenilenebilir enerji elde edilmesi için gerekli sistemi 2 bina hariç diğer binalar kullanmıştır. Rüzgardan yenilenebilir enerji elde edilmesi için gerekli sistemi ilk örneklerde görememekteyiz. 2004 yılına gelindiğinde Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi ile birlikte güncel örneklerde bu sistemin kullanıldığını görmekteyiz. Güncel örneklere doğru gelindiğinde bilgisayar teknolojisinin kullanım alanı artmaktadır. Böylelikle binalarda enerji tüketim oranını azalarak "0" emisyonlu binalara doğru yol alınmıştır. Böylelikle çevreye verilen zarar azaltılmıştır.

Türkiye'de de sürdürülebilir bina yapmanın önemi her geçen gün artmaktadır. Türkiye'de Leed sertifikasına sahip binalar bulunmaktadır. Leed gold sertifikasını Türkiye'ye ilk getiren bina Siemens Aş.'nin Gebze'deki fabrikası olmuştur. Türkiye'de Leed sertifikası alan ilk konut projesi Varyap Meridian binasıdır. Varyap Meridian enerji tasarrufuyla ilgili yapılan düzenlemeler arasında; binaları güneş ve rüzgara yönüne göre konumlayarak ısı kayıplarını en düşük seviyede tutmak, uygun ısı yalıtım malzemeleri kullanmak, enerji tüketimi az olan A sınıfı elektrikli ürünler kullanmak, doğal aydınlatmadan maksimum yararlanmak, az elektrik tüketen lambalar kullanmak, yağmur sularını toplamak ve çevre düzenlemede az su ihtiyacı olan bitkilere yer vermek gibi önlemler bulunuyor. Bu önlemlerle binada % 40'a varan enerji tasarrufu elde edilmektedir.

Dünyamız, yakın gelecekte 11 milyar insan nüfusuna sahip olacaktır. Bu durum şu anda kullandığımız kaynaklarını eskisi gibi kullanamayacağımız anlamına gelmektedir. Zaten kaynaklar aynı savurganlıkla kullanılmaya devam ederse hem kaynaklar tükenmiş olacak hem de dünyanın dengesinin hızla bozulmasına neden olacaktır. Geçmişte yapılan eserler incelendiğinde doğa ile barışık ve mutualist yaşam süren binaları görmekteyiz.

Şehirlerin nüfusları arttıkça ve yoğunlaştıkça binalar karmaşık işlevlere sahip olmaktadır. Karmaşık işlevlere sahip olan binaların, ısıtma ve soğutma gibi en temel ihtiyaçlarını teknolojik ürünler kullanarak ve yüksek miktarda enerji harcayarak karşılamaktadır. Teknolojik ürünler ve bilgisayarlar doğru şekilde kullanıldıkları zaman yüksek düzeyde harcama aracı olmaktan çıkıp enerji kullanımını minimum düzeyde tutan bir araç haline gelecektir. Böylelikle enerji kaybını arttıran pencere oranı yüksek tasarım, enerji kazanımına yol açan bir duruma bürünecektir.

Dünyanın çeşitli devletlerinde kamu binalarını inşa ederken Leed sertifikasına sahip olma kriteri aranmaya başlanmıştır. Türkiye’de sürdürülebilir bir bina inşa edildiğini görmek istisnai bir durum olsa da gelecekte bu durumun istisnai bir durum olmaktan çıkıp, sürdürülebilir ve yeşil binaların inşa edilmesi standart hale geleceğini öngörmekteyim.

Sonuç olarak çağımız estetiğin ve enerjinin önemli olduğu bir çağ olacaktır. Estetik ve enerji verimliliğini ortaya koyabilen ürünler her zaman tercih edilmesi öngörülmektedir. Bu anlamda bilgisayar teknolojilerinin bina işletim sistemlerinde kullanılması, sürdürülebilir binaların yaygınlaşmasında ve daha verimli bir şekilde enerji etkin tasarımlar elde etmekte en büyük yardımcılarından birisi olacaktır. Gelecekte de bu tasarımların yaygınlaşacağını söyleyebiliriz.

KAYNAKLAR

- Altın, V., Enerji Dosyamız, Bilim ve Teknik Dergisi. Sayı:470, Yeni Ufuklara Eki
- Azami, A., (2005), "Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment", International Conference, Santoni, Greece
- Baird, G., (2001) The Architectural Expression of Environmental Control Systems
- Bas, S. K., Smith, R. F., (2008), Harnessing Energy in Tall Buildings: Bahrain World Trade Center and Beyond
- Brant, W., (2001), Sommerwaerme im Winter – Winterkaelte im Sommer, Underirdische thermische
- Buldurur, M., (1983), Kentsel Tasarımda Güneş Enerjisinden Optimum Yararlanma Konusunda Bir Araştırma ve İstanbul'da Çeşitli Uygulama Örnekleri, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul
- CIB, (1999), Agenda 21 on Sustainable Construction, Report Publication 237, Rotterdam
- Edwards, B., (2001). Guide to Sustainability, RIBA Companies Ltd., London
- Erengözgin, Ç., (2007), Güneşevi Eğitim ve Uygulama Parkı Projesi, T.C. Diyarbakır Büyükşehir Büyükşehir Belediyesi
- Frexhette, R. E., (2008) "Towards Zero Energy" A Case Study of the Pearl River Tower, CTBUH 8. Dünya Kongresi
- Foley, G., DeVault, R., Sweetser, R., (2007) The Future of Absorption Technology in America. U.S. DOE Energy Efficiency and Renewable Energy (EERE)
- Geissler, G., Webler, M., (1996) Solar Energy in Architecture and Urban Planning, 4. European Conference on Architecture, Würzburg
- Günel, H. M., Iğın, E. H., (2008) "Bir Mimari Kriteri Olarak Rüzgar Enerjisi Kullanımı", Ege Mimarlık
- Hawken, P., (1993), The Ecology of Commerce - A Declaration of Sustainability, HarperCollins Publishers Inc., New York
- Hui, S.C., (2002), Sustainable Architecture
- J.Garcia – Serna, L. Pérez-Barrigón ve M.J. Cocero, (2007) New trends for design towards sustainability in chemical engineering: Green engineering , Elsevier
- Karaosmanoğlu, F., (2003) Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Türkiye, Görüş Dergisi, İstanbul
- Kremers, J., (1995), "Defining Sustainable Architecture", Architronic

Maver, T., (1999), Information technology and building performance, ABACUS, Department of Architecture and Building Science University of Strathclyde, Glasgow

Meadow, D., (1972), Limits to Growth Earth Island, 1972

Miles, A. (1996) Second skin - Gotz headquarters building, Architectural Review

Owen, C., Dovey, K., (2008), Fields of Sustainable Architecture , The Journal of Architecture 1360-2365 DOI: 10.1080/13602360701865373

Ray-Jones, A., (2000) Sustainable Architecture in Japan: Green Buildings of Nikken Sekkei, John-Wiley and Sons, London

Reeves, A., (2003) Wind Energy for Electric Power Renewable Energy Policy Project, Worldwatch Institute, ABD

Sakınç, E., (2006), Sürdürülebilirlik Bağlamında Mimaride Güneş Enerjili Sistemlerin Etkin Sistemlerin Tasarım Ögesi olarak Değerlendirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım, Ytü Fen Bilimleri Entitüsü, İstanbul

Scheuer, C., (2003), “Life cycle energy and environmental performance of a new university building: modeling challenges and design implications “, Enerji and Building Volume 35

Scullion, M., (2000), Digest of United Kingdom Energy Statistics 2000, A National Statistics Publication, The Stationery Office

Seçkin, N. Z., (2007), “Ekolojik Tasarımda Güneş Kontrolü”, Ekolojik Mimarlık ve Planlama Ulusal Sempozyumu, Antalya Mimarlar Odası, Antalya

Shaviv, E., (1998), “Solar Architecture and Building Technology” EuroSun98,

Sitarz, D., (1994), The Earth Summit Strategy to Save Our Planet, The Earth Press, Boulder, Colorado,

Smith, P. F., (2002), Sustainability at the Cutting Edge, 2nd edition, Architectural Press

Smith, P. F., (2005), Architecture in a Climate of Change, 2nd edition, Architectural Press, Oxford

Şerefhanoglu, M., (1988) Güneş Işınımından Yararlanma ve Korunma, Ytü Basımevi, İstanbul

Thomas, B. J. ve Kelly, H., (1993), “ Introduction to Photovoltaic Energy”, Renewable Energy, Island Press

Tabakoğlu, Ö., (2007) Hidrojen Enerjisi & Hidrojenin Binalarda Kullanımı, Enerji-Ekoloji Paneli, Diyarbakır

Taylor, T., (2006), Urban Design Case Studies, Vol 3, No 3

Tönük, S., (2001), Bina Tasarımında Ekoloji, YTÜ Basım Yayın Merkezi, MF.MİM-01.005, İstanbul

UK Energy in Brief 2000, (2000), Department of Trade and Industry (DTI), Government Statistical Service

Uyar, T. S., (1998), Enerji Üretiminde Yenilenebilir Enerji”, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi

Ryn, V. ve Cowan, S. (1996). "Ecological Design." Washington, Island Yayınları.

Yazıcı, M., (2002) “Yenilenebilir Enerji”, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi

Yerebakan, M., (2001) Rüzgar Enerjisi, İTO Yayınları

Yüksek, İ., Esin, T., (2009), “5. Uluslar arası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS’09), Karabük Üniversitesi, Türkiye

West, J., Atkinson, C. and Howard, N., (1994), Embodied Energy and Carbon Dioxide Emissions for Building Materials, Proceedings of the First International Conference on Buildings and the Environment, BRE, Watford

Wigginton, M., (1995), The Intelligent Façade: A Research Proposal

Wigginton, M., (1996), Glass in Architecture, Phaidon

Wigginton, M., Harris, J., (2002), Intelligent Skins, Elsevier

Williamson, T., (2003), Understanding Sustainable Architecture, Spon Press, London

İNTERNET KAYNAKLARI

- [1] McWilliams, R., (2002), History of Dialogue Related to U.S. Government Commitment to Sustainable Forest, <http://www.oppapers.com/essays/History-Dialogue-Related/140818> (Son erişim: Nisan, 2010)
- [2] BP Amoco Statistical Review of World Energy, (2009), <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622> (Son erişim: Nisan, 2010)
- [3] Kelvin Grove Urban Village, (2003), “Ecological Sustainable Development” Design Guidelines, <http://www.matrixmedia.com.au/ernstyong/files/005nv2.pdf> (Son erişim: Nisan, 2010)
- [4] Boake, T.M., (1995), “Passive Versus Active Solar Design, Opposing Strategies in Support of a New Sustainable Vernacular”, <http://architronic.saed.kent.edu/v4n3/v4n3.03a.html> (Son erişim: Nisan, 2010)
- [5] http://www.emo.org.tr/ekler/a7609ee5789cc4d_ek.pdf (Son erişim: Nisan, 2010)
- [6] Erengözgin, Ç., (2005), “Enerji: Yaşamın Çekirdeği”, <http://www.evkultur.com/cevre/enerjiasamin/enerjiasamincekirdegi6.htm> (Son erişim: Nisan, 2010)
- [7] eng.harran.edu.tr/~ccetiner/gunes/gunes_lab_foy.doc (Son erişim: Nisan ,2010)
- [8] http://en.wikipedia.org/wiki/Geothermal_power (Son erişim: Nisan ,2010)
- [9] <http://www.starlight2007.net/pdf/proceedings/CesarPortela.pdf> (Son erişim: Nisan ,2010)
- [10] <http://www.arkitera.com/g152-leed.html?year=&aID=2741> (Son erişim: Nisan ,2010)
- [11] <http://www.usgbc.org> (Son erişim: Nisan ,2010)
- [12] http://www.mmo.org.tr/resimler/ekler/5464e0031fd7f46_ek.pdf
- [13] http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/ds/hooker.pdf
- [14] <http://www.bbri.be/activefacades/new/download/Bibliography%20study%20of%20contro1%20strategies%20in%20buildings%20equipped%20with%20VDSF.dfv2%20-%20final.pdf>
- [15] http://findarticles.com/p/articles/mi_m3575/is_n1197_v200/ai_19018102/
- [16] <http://www.cabe.org.uk/case-studies/glaxo-wellcome-house-west>
- [17] <http://www.aee-intec.at/0uploads/dateien326.pdf> (Son erişim: Nisan ,2010)
- [18] A Performance Specification for the Energy Efficient Office of The Future,(1995), Energy Efficient Best Practice Programme, Crown Copyright http://openlibrary.org/b/OL17276391M/Performance_specification_for_the_energy_efficient_office_of_the_future. (Son erişim: Nisan ,2010)

[19] <http://www.ctbuh.org/Publications/TechnicalPapers/tabid/71/language/en-GB/Default.aspx> (Brief on the Construction Planning of the Burj Dubai Project, Dubai, UAE) (Son erişim: Nisan ,2010)

[20] http://en.wikipedia.org/wiki/Bank_of_America_Tower_%28New_York_City%29 (Son erişim: Nisan ,2010)

[21] <http://www.archinomy.com/case-studies/285/the-bank-of-america-megastructure-at-one-bryant-park> (Son erişim: Nisan ,2010)

[22] http://wapedia.mobi/en/Bank_of_America_Tower_%28New_York_City%29 (Son erişim: Nisan ,2010)

[23] <http://www.designbuild-network.com/projects/dubai-tower/> (Son erişim: Nisan ,2010)

[24] <http://www.metaefficient.com/renewable-power/skyscraper-creates-all-its-own-energy.html> (Son erişim: Nisan ,2010)

[25] <http://www.technovelgy.com/ct/Science-Fiction-News.asp?NewsNum=1040> (Son erişim: Nisan ,2010)

[26] [http://www.gerberarchitekten.de/index.php?id=88&L=1&stp_context_navigation\[parent\]=22%2C82&stp_context_navigation\[image\]=3](http://www.gerberarchitekten.de/index.php?id=88&L=1&stp_context_navigation[parent]=22%2C82&stp_context_navigation[image]=3) (Son erişim: Nisan ,2010)

[27] www.som.com/content.cfm/pearl_river_tower (Son erişim: Nisan ,2010)

[28] <http://archrecord.construction.com/features/archives/0612casestudy-1.asp> (Son erişim: Nisan ,2010)

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	11.10.1985	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1996-2003	Büyükşehir Hüseyin Yıldız Anadolu Lisesi
Lisans	2003-2007	Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü
Yüksek Lisans	2007-2010	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Bilgisayar Ortamında Mimari Tasarım Programı

Çalıştığı Kurumlar

2004-2006	Form Yapı
2006-2008	Tanker İnşaat
2008- Devam ediyor	3TE Mimarlık