

**BÜTÜNLEŞİK MİMARLIK SİSTEMLERİ
RÜZGAR TÜRBİNLERİNİN YÜKSEK BİNALAR İLE BÜTÜNLEŞİK
TASARIMI**

Serpil TOSUN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MART 2010
ANKARA**

Serpil TOSUN tarafından hazırlanan BÜTÜNLEŞİK MİMARLIK SİSTEMLERİ: RÜZGAR TÜRBİNLERİNİN YÜKSEK BİNALAR İLE BÜTÜNLEŞİK TASARIMI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Gülser ÇELEBİ

.....

Tez Danışmanı, Mimarlık Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Mimarlık Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Soofia Tahira Elias ÖZKAN

.....

Mimarlık Anabilim Dalı, O.D.T.Ü.

Prof. Dr. Gülser ÇELEBİ

.....

Mimarlık Anabilim Dalı, G.Ü.

Yrd. Doç. Dr. Arzuhan Burcu GÜLTEKİN

.....

Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Yrd. Doç. Dr. Pınar DİNÇ

.....

Mimarlık Anabilim Dalı, G.Ü.

Öğr. Gör. Dr. İdil AYÇAM

.....

Mimarlık Anabilim Dalı, G.Ü.

Tarih: 11/03/2010

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Serpil TOSUN

BÜTÜNLEŞİK MİMARLIK SİSTEMLERİ
RÜZGAR TÜRBİNLERİNİN YÜKSEK BİNALAR İLE BÜTÜNLEŞİK
TASARIMI
(Yüksek Lisans Tezi)

Serpil TOSUN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Mart 2010

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; ‘mimarlıkta bütünleşme’ ve ‘sistem’ kavramlarının irdelenmesi, yapı sistemleri ve ekosistemlerin bütünleşme sürecinde yenilenebilir enerji kaynaklarının önem kazanması kapsamında yüksek yapılar ile rüzgar türbinlerinin bütünleşmesi, bu bağlamda son yıllarda dünya literatüründe detaylı araştırmalar başlatılan gelişmiş ülkelerde alternatif bir enerji kaynağı olarak kullanımı giderek yaygınlık kazanan rüzgar enerjisinin, yapı sistemleri ile bütünleşme stratejilerinin araştırarak; konunun mimari, yapısal ve çevresel boyutlarının irdelenip, bütünleşme tasarım ölçütlerinin oluşturulmasıdır. Mimarlık sistemlerinin bütünleşme yöntemlerinin arayışı, çalışmanın çıkış noktasıdır. Günümüzde, enerji ihtiyacında görülen artış ve mevcut enerji kaynaklarının tükenmekte olması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını zorunla duruma getirmektedir. Bu nedenle, yenilenebilir enerji kaynaklarının yapı ve ekosistem (çevre) arasında bütünleşmeyi sağlayan yapıya entegre alt sistemler olarak ele alınmasını sağlamıştır. Bu çerçevede, uygulaması gerçekleşmiş, uygulama aşamasında olan ve henüz tasarım aşamasında olan literatüre geçmiş alanının öncüleri olarak kabul görmüş rüzgar türbinlerinin bütünleşik olarak kullanıldığı yüksek bina örnekleri (10 bina örneği) belirlenerek bütünleşme düzey ve şekilleri, tasarım ve oluşum özellikleri mimari tasarım ve yapı formu kapsamında saptanmaya

alışılmıştır. Bu saptama çalışması içinde, rüzgar türbinlerinin yerleşim şekli ve yapıların mimari tasarım kriterleri PhotoshopPortable ve Autocad 2009 programları aracılığıyla irdelenerek analiz sonuçlandırılmıştır. Sonuçta, bütünleşme düzey ve şekillerinin yapı formu ile ilişkili olarak farklılaştığı ortaya konulmuştur.

Bilim Kodu : 804.1.102
Anahtar Kelimeler : Mimarlıkta bütünleşme, sistem yaklaşımı, rüzgar türbinleri, yüksek binalar
Sayfa Adedi : 160
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Gülser ÇELEBİ

**INTEGRATED ARCHITECTURAL SYSTEMS
INTEGRATED DESIGN OF WIND TURBINES WITH HIGH-RISE
BUILDINGS
(M.Sc. Thesis)**

Serpil TOSUN

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
March 2010**

ABSTRACT

The aim of this study is to examine ‘integrated architecture’ and ‘system’ concepts, during the integration process of building systems and ecosystems, with renewable energy sources to become important, integration of high-rise buildings and wind turbines, in this context in recent years the wind energy about which detailed research is initiated in world literature and which is initiated to be used widely, examining the integration strategies, architectural, structural and environmental dimensions of the subject, creation of integration design criteria. The starting point of the study is; searching the integration method of architectural systems. Nowadays because of the increasing demand of energy and decreasing of present energy sources force alternative energy sources to be used. For this reason, it is provided to deal with renewable energies as sub-systems which satisfies the integration between building and ecosystem. In this context, 10 high-rise building integrated wind turbines are determined, then it is tried to determine the integration potentials, design and process features between architectural design and building form. In this study, shape of the placement of wind turbines and architectural design criterias of buildings is analyzed with PhotoshopPortable and Autocad 2009 programs. Eventually, this study introduces that the integration potential of wind turbines with high-rise buildings is related to building form.

Science Code : 804.1.102
Key Words : Integrated architecture, systems approach, wind turbines,
high-rise buildings
Page Number : 160
Adviser : Prof. Dr. Gülser ÇELEBİ

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, bilimsel destek ve yardımları ile güven veren, değerli hocam, tez danışmanım Prof. Dr. Gülser ÇELEBİ'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, tezime yaptıkları katkılar için tüm arkadaşlarıma, bu süreç içerisinde anlayış ve yardımlarını esirgemeyen bütün iş arkadaşlarıma ve idarecilerim Sn. Nazım AVCI, Sn. Remzi KIVRAK, Sn. Timsal ÖZER ve Sn. Dr. Umut Naci BAYKAN'a, maddi ve manevi destekleri ile her zaman yanımda olan aileme teşekkür ederek sevgilerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	.xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	.xiii
RESİMLERİN LİSTESİ	.xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR	.xv
1. GİRİŞ.	.1
2. SİSTEM YAKLAŞIMI.	.7
2.1. Sistem Yaklaşımının Temel Kavramları.....	.9
2.2. Sistem Hiyerarşisi.	.16
2.3. Sistem Çeşitleri.	.17
2.3.1. Kenneth Boulding’ın sınıflandırması.....	.18
2.3.2. Ludwing Von Bertalanffy’ın sınıflandırması.....	.19
2.4. Sistem Özellikleri	.20
2.5. Sistem Yaklaşımının Diğer Disiplinler ile İlişkisi.	.20
3. BÜTÜNLEŞME (ENTEGRASYON).....	.24
3.1. Bütünleşme Kavramı.....	.24
3.2. Mimari Bütünleşme (Bütünleşik Mimarlık).	.25
3.2.1. Teknolojik bütünleşme.....	.29

Sayfa

3.2.2. Tasarım sürecinde bütünleşme (Bütünleşik tasarım).	32
3.2.3. Çevre bilinçli bütünleşik tasarım.	37
4. MİMARLIK SİSTEMLERİ VE BÜTÜNLEŞME	44
4.1. Mimarlık Sistemini (Bütünü) Oluşturan Alt Sistemler.	46
4.1.1. Yapı sistemleri	47
4.1.2. Ekosistemler (Çevre sistemleri)	54
4.2. Yapı Sistemleri ve Ekosistemlerin Bütünleşmesi.	62
4.2.1. Ekosistem bileşeni olarak rüzgar enerjisi.....	74
4.2.2. Rüzgar enerjisinin yapı formu ile ilişkisi (Bina aerodinamiği).....	82
4.2.3. Yapı ile bütünleşik rüzgar türbinleri	96
4.2.4. Bütünleşme düzey ve şekilleri (Fiziksel, görsel, işlevsel, bütünleştirilmiş ve dinamik bütünleşme)	104
4.3. Örnek Bina İncelemeleri (Yapı ile Bütünleşik Rüzgar Türbinlerinin Uygulanmış Örnekleri Üzerinden İncelenmesi, Bütünleşme Düzey ve Şekillerinin Analizi).	110
4.3.1. Araştırmanın amacı, aşamaları, yöntem ve teknikleri.....	110
4.3.2. Bütünleşme düzey ve şekil analizleri (Bütünleşme ilkeleri).....	112
4.3.3. Analizlerden elde edilen verilerin irdelenmesi	144
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	151
KAYNAKLAR	155
ÖZGEÇMİŞ	160

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Sistemlerin içerdği ortak noktaları gösteren tablo	9
Çizelge 2.2. İndirgemeci ve sistem yaklaşımlarının karşılaştırılması.....	13
Çizelge 2.3. Sistem bileşenleri arasındaki ilişkileri gösteren tablo.....	15
Çizelge 2.4. Farklı sistem çeşitleri arasındaki hiyerarşik ilişkileri gösteren tablo.....	17
Çizelge 3.1. RIBA çalışma planı ile TMMOB standart mimarlık hizmetleri iş aşamaları karşılaştırması	35
Çizelge 4.1. “Kaynakların korunumu” ilkesini gerçekleştirmeye yönelik strateji ve yöntemler	71
Çizelge 4.2. 2003 yılı itibariyle Avrupa Birliği’nde rüzgar kurulu gücü.....	79
Çizelge 4.3. 3 m/sn ve üstü ortalama rüzgar hızına sahip yerlerimiz	81
Çizelge 4.4. Bina rüzgar etkileşimini etkileyen faktörler	86
Çizelge 4.5. Yaşanabilir çevrelerin tasarımı ilkeleri	96
Çizelge 4.6. Enerji santrallerinin yakıt türlerine göre su tüketim miktarları	98
Çizelge 4.7. Enerji kaynaklarının üretim teknolojilerine göre gerekli alan	98
Çizelge 4.8. Yapı sistemlerinin bütünleştirme düzeylerini gösteren tablo.....	105
Çizelge 4.9. Bachman’a göre mimarlık sistemlerinin bütünleştirme düzeyleri	106
Çizelge 4.10. Tez kapsamında incelenecek örnek binaların analiz tablosu	109
Çizelge 4.11. Seçilen örnek binaların bulunduğu ülkelerin ve Türkiye’nin 2003 yılı itibariyle rüzgar kurulu gücü	112
Çizelge 4.12. Strata binası kimlik kartı (a) Bütünleşme düzey analizi, (b) Bütünleşme şekil analizi, (c) Bütünleşme performans analizi	114
Çizelge 4.13. David Fisher’s Rotating Tower kimlik kartı (a) Bütünleşme düzey analizi, (b) Bütünleşme şekil analizi, (c) Bütünleşme performans analizi	117

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.14. The Lighthouse Binası kimlik kartı (a) Bütünleşme düzey analizi, (b) Bütünleşme şekil analizi, (c) Bütünleşme performans analizi	120
Çizelge 4.15. The Burj al-Taqa (Enerji Kulesi) kimlik kartı (a) Bütünleşme düzey analizi, (b) Bütünleşme şekil analizi, (c) Bütünleşme performans analizi	123
Çizelge 4.16. Vauxhall Tower Binası kimlik kartı (a) Bütünleşme düzey analizi, (b) Bütünleşme şekil analizi, (c) Bütünleşme performans analizi	126
Çizelge 4.17. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi kimlik kartı (a) Bütünleşme düzey analizi, (b) Bütünleşme şekil analizi, (c) Bütünleşme performans analizi	129
Çizelge 4.18. Anti-Smog Binası kimlik kartı (a) Bütünleşme düzey analizi, (b) Bütünleşme şekil analizi, (c) Bütünleşme performans analizi	132
Çizelge 4.19. Atlanta's Aquarius Tower Binası kimlik kartı (a) Bütünleşme düzey analizi, (b) Bütünleşme şekil analizi, (c) Bütünleşme performans analizi	135
Çizelge 4.20. Ecological Housing (COR) Binası kimlik kartı (a) Bütünleşme düzey analizi, (b) Bütünleşme şekil analizi, (c) Bütünleşme performans analizi	138
Çizelge 4.21. The Pearl River Tower Binası kimlik kartı (a) Bütünleşme düzey analizi, (b) Bütünleşme şekil analizi, (c) Bütünleşme performans analizi	141
Çizelge 4.22. İncelenen örnek binaların mimarlık sistemleri bütünleşme düzey analizleri	145
Çizelge 4.23. İncelenen örnek binaların mimarlık sistemleri bütünleşme şekil analizleri	147
Çizelge 4.24. İncelenen örnek binaların genel analiz değerlendirmesi.....	148
Çizelge 4.25. İncelenen örnek binaların performans değerlendirmesi.....	149

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Sistemin bileşenleri şekli	11
Şekil 2.2. Basit sistem şekli	12
Şekil 2.3. Sistem biliminin diğer disiplinlerle olan ilişkisi	21
Şekil 4.1. Rüzgar hızı ölçen bir anemograf kaydı örneği.....	75
Şekil 4.2. Yeryüzü sınır tabakasında rüzgar hızı değişim gradyanlarının yapma çevre özelliklerine bağlı biçimlenişleri	75
Şekil 4.3. Enerji kaynaklarının yıllık küresel büyüme oranları	78
Şekil 4.4. Binalar etrafında oluşan hava akımları şemaları.....	83
Şekil 4.5. Dikdörtgen binanın etrafındaki hava akışı.....	84
Şekil 4.6. Dikdörtgen ve L biçimli bina yüzeylerinde hava basıncı	84
Şekil 4.7. Vorteks yüklerinin oluşumu.....	85
Şekil 4.8. Rüzgarın yapı ile etkileşiminde görülen basınç davranışları	85
Şekil 4.9. Rüzgar yüklerinin düşey doğrultuda değişiminin gözönüne alınması.....	87
Şekil 4.10. Bina modeli üzerindeki rüzgar akış hareketleri	93

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Vest-Adger Klinikken güneş panellerinin uygulandığı cephe resmi.....	27
Resim 3.2. Bahrain Dünya Ticaret Merkezi binası (Teknolojik bütünleşme örneği) resmi	31
Resim 3.3. Bahrain Dünya Ticaret Merkezi binası (Teknolojik bütünleşme örneği) resmi	31
Resim 4.1. Green Pix Zero Energy Media Wall	62
Resim 4.2. Green Pix Zero Energy Media Wall ön cephe resmi	63
Resim 4.3. Burj Dubai Tower Binası	90
Resim 4.4. (a) The Marina City Towers (b) Millennium Tower (c) Toronto City Hall (d) The U.S. Steel Building	91
Resim 4.5. The Shanghai World Financial Center Binası	92
Resim 4.6. Pearl River Tower Binası.....	95
Resim 4.7. Pearl River Tower Binası rüzgar tüneli modeli	95
Resim 4.8. Vauxhall Tower, Londra.....	100
Resim 4.9. Alman Pavyonu, Expo 2000	101
Resim 4.10. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi.....	102

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
Kwh	Kilowatt saat
MW	Megawatt
Kısaltmalar	Açıklama
AWEA	Amerikan Rüzgar Enerjisi Kurumu (American Wind Energy Association)
BIWT	Yapı bütünleşik rüzgar türbinleri (Building Integrated Wind Turbine)
BOS	Bina otomasyon sistemi (Building automation system)
BPRU	Yapı performans araştırma ünitesi (Building Performance Research Unit)
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
GST	Genel sistem teorisi
HVAC	Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme (Heating, ventilating and air conditioning)
IDP	Bütünleşik tasarım süreci (integrated design process)
PV	Fotovoltaik (photovoltaic)
SCSD	Okul inşaat sistemleri geliştirme (School Construction Systems Development)

1. GİRİŞ

Mimarlıkta Bütünleşme ve Sistem Yaklaşımı kavramı, birçok araştırmacı ve mimar tarafından farklı yöntemlerle incelenmiştir. Bazıları, kavramların doğuşu ve tarihsel gelişim sürecini, bazıları ise yapı sistemleri arasındaki bütünleşme düzeyini incelemiştir. Bu çalışma kapsamında ise, mimarlıkta bütünleşme ve sistem kavramları, bütünleşme ve sistem çeşitleri incelenerek, yapı sistemleri ile çevre (ekosistem) sistemlerinin bütünleşmesi bağlamında yüksek yapılar ile rüzgar türbinlerinin bütünleşme potansiyel ve süreci ele alınacaktır.

Bu bölümde; öncelikle çalışmanın problemi, daha sonra önemi ve amaçları, varsayım, sınırlılıklar, izlenilen yöntemler ve tezin farklı bölümlerinin içeriği üzerinde durulacaktır.

1970’li yıllardan bu yana uzanan dünyadaki enerji sorununa karşın son yıllarda yapı teknolojilerinin, mimarlık sistemlerinin gelişmesi, çeşitlenmesi ve mevcut enerji kaynak stoğunun yapı stoğu ihtiyacını karşılayamayacak düzeye gelmesi, mimarlık sistemlerinin teknolojiye ayak uydurabilme pahasına çevreye verilen zararlı artıkları arttırmaktadır. Çevre (ekosistem) kaynaklarının zarar görmeye başlaması ve bu zararın insan yaşamı için oluşturduğu olumsuzluklar nedeniyle tüm dünyada çevre ile ilgili çalışmalar önem kazanmıştır. Özellikle Avrupa Birliği Ülkeleri konu ile ilgili araştırmalarına hız vermiş, yapıların enerji performansı, yenilenebilir enerji kaynaklarının tespiti ve yapılarda kullanım potansiyellerinin belirlenmesi konusunda ciddi çalışmalar başlatılmıştır. Yapıda en elverişli ve verimli şekilde kullanılabilecek enerji kaynakları tespit edilerek ülkelerde mevcut yasal düzenlemeler ve uygulamalar bu doğrultuda yenilenmiştir. Enerji verimliliği için belirli standartlar oluşturulmuş ve yapıların enerji kimlik kartları olarak tanımlanabilecek kodlar verilerek sertifikasyona tabii tutulmuştur.

Yapı sektöründe ağırlıklı olarak yenilenemeyen fosil tabanlı yakıtların enerji kaynağı olarak kullanılması nedeniyle sürdürülebilir mimarlık ve enerji etkin tasarımların önemi her geçen gün artmaktadır. Bu bağlamda, sistem ve bütünleşme kavramlarının

mimari bakış açısı ile tekrar sorgulanması ve enerji ihtiyacının alternatif kaynaklar ile karşılanması ne denli önem taşıdığı ortaya çıkmaktadır.

Teknolojik gelişmelerin hayatımızda her alanda öne çıktığı bugünlerde dünyanın temel problemlerinden biri olan enerji tüketiminde mimarlık ürünleri olarak yapıların önemli rolü olduğu açıktır. Dünya’da enerji tüketiminin büyük oranda binalar tarafından gerçekleştirildiği gerçeği mimarların sürdürülebilir bir gelecek üzerinde önemli bir role sahip olduğunu göstermektedir. Bu noktada, dünyadaki artan enerji ihtiyacına karşın sınırlı olan enerji kaynaklarının yapılarda dikkatli kullanımını sağlayacak mimari tasarım kararları ve yöntemleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu nedenle, gelişen yapı teknolojisi ile birlikte daha önceleri birbirinden ayrı olarak ele alınmakta olan yapı ve çevre (ekosistem) olgularının arayüzünde yapılarda kullanılan alternatif enerji kaynakları büyük önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, günümüz mimarisinde binaların enerji ihtiyacının karşılanmasında yenilenebilir enerji kaynaklarından uygulanabilirliği en uygun olan rüzgar enerjisinin yapılarda tasarım aşamasından itibaren mimarlık sistemlerinin alt sistemi olarak yapı ile bütünleşik kullanımının teşvik edilmesinin zorunlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bütünleşik mimarlık kavramını bir bütün olarak düşünmek gerekirse, bu bütünü oluşturan parçalar zamanla çeşitlenmiştir. Artık, yapı alt sistemleri yanında teknolojik bütünleşme, tasarım sürecinde bütünleşme (bütünleşik tasarım) ve çevre bilinçli bütünleşik tasarım kavramları da mimarlık disiplini (bütünü) ile bütünleşik ve bütünü oluşturan parçalar haline gelmiştir.

Yapı malzemesinin gelişimi sürecinde, teknolojik gelişim ve yenilikler meydana gelmiştir. Bu gelişimler doğrultusunda mimarlıkta bütünleşme ve sistemler yaklaşımı önem kazanmış olup yeni sistem sınıflandırması ve bütünleşme yöntem ve çeşitleri artmıştır. Teknolojik gelişmelerin etkisi ile yapılarda enerji ihtiyacı arttığından, tasarım ve kullanım süreçleri boyunca enerjinin korunumu ilkesi önem kazanmıştır. Böylece yapı sistemleri yanında, çevre (ekosistemler) de sistem yaklaşımının ortaya koyduğu mimarlık sistemleri içerisinde yapı sistemleri ile birlikte ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda, M.Ö. 500’lerden bu yana zamanla kullanım alanı genişleyen alternatif

ve yenilenebilir enerji kaynağı olarak rüzgar enerjisi, özellikle gelişmiş ülkelerde mimari tasarım parametresi olarak öne çıkmaktadır. Bu tez kapsamında, incelenen sistem ve bütünleşme (entegrasyon) kavramlarının tanımı yapılarak öncelikle genel olarak mimarlık sistemleri daha sonra ekosistem oluşumları üzerindeki etkileri, bütünleşik ekosistem alt sistemi olan rüzgar türbinlerinin bütünleşik olarak yer aldığı yüksek bina örnekleri üzerinden değerlendirilmiştir.

Özellikle Avrupa ülkeleri, A.B.D. ve Dubai’de yapımı planlanan ve yapımına başlanılan yapılarda, daha önceleri sadece rüzgar çiftliklerinde tekil olarak gördüğümüz rüzgar enerjisinin (türbinlerin) bütünleşik olarak ele alındığı tasarımlar zamanla artmaktadır. Rüzgar potansiyeli yönünden zengin olan ve yapı ile bütünleşik rüzgar türbinlerinin kullanımı için yeterli düzeye sahip olan ülkemizde de rüzgar çiftliklerinin ötesinde yapıların tasarımında rüzgar enerjisinin tasarım parametresi olarak yer alması gerekmektedir.

Bu çalışmada amaç, enerji korunumu kapsamında, alternatif enerji kaynaklarının önem kazanması ile, yapı sistemleri ve ekosistemlerin bütünleşmesi bağlamında rüzgar türbinlerinin önem kazandığının, bütünleşme potansiyel ve etkilerinin ortaya konulmasıdır. Bu amaçla literatür taramasına dayalı olarak konuyla ilgili daha önce yazılmış tezler, makaleler, kitaplar, sempozyum ve kongre bildirileri ve internet dokümanları incelenerek ekosistemin yapı sistemleri ile bütünleşmesinde rüzgar enerjisinin etkisine değinilmediği tespit edilerek literatür bu yönde desteklenmek istenmiştir. Bu çalışma ile birlikte son yıllarda dünya literatüründe detaylı araştırmalar başlatılan gelişmiş ülkelerde alternatif bir enerji kaynağı olarak kullanımı giderek yaygınlık kazanan rüzgar enerjisinin, yapı sistemleri ile bütünleşme stratejilerinin araştırarak; konunun mimari, yapısal ve çevresel boyutlarının irdelenip, bütünleşme tasarım ölçütlerinin oluşturulması ile bu konuda yapılacak çalışmalara ışık tutulması amaçlanmaktadır.

Dünyada, son yıllarda enerji ihtiyacının karşılanmasında fosil tabanlı yakıtların kullanılması çevre kirliliği sorunun ortaya çıkmasına neden olmuştur. Tüm ülkelerin etkilendiği çevre sorunlarının çözümü kavuşturulması için konunun sadece yapı

malzemeleri boyutunda incelenmesi ve bu noktada yasal düzenlemelere gidilmesi yeterli olmamaktadır. Konunun yapı ve çevre bütününde irdelenmesi ve bu doğrultuda mimari tasarım parametreleri oluşturulması gerekmektedir.

Ekosistem dengesini sağlayarak insanların yaşam kalitesini yükseltmek, yapı ürünlerinin yapım, kullanım ve yıkım aşamalarının tümünde çevreye verdikleri zararlı salınımları azaltmak sürdürülebilir tasarım, ekolojik tasarım olarak adlandırdığımız çevre bilinçli tasarımın temel prensipleri arasında yer almaktadır. Bu noktada, tüm disiplinlerin ötesinde geleceğin yaşam alanlarını tasarlayan mimarlara önemli görev düşmektedir. Gün geçtikçe, yeni üretim ve kullanım teknolojileri gelişmekte, gelişen her teknoloji, ekosisteme çevre kirliliği olarak dönmekte, bu nedenle insan ve çevre geri dönüştürülemez zararlar ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu bağlamda, yapı ve çevreyi (ekosistem) ayrı ayrı sistemler olarak ele almak yerine birlikte etkileşim göstererek bir bütünü oluşturan alt sistemler olarak ele almak gerekmektedir. Artık yapılardan beklenen performans değişmiş, bu noktada şeklini değiştirerek çevrenin bir parçası olan, çevreye karşı durmak yerine bütünleşen yapılar tasarlanması zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

Çevre bilinçli bütünleşik tasarım, farklı disiplinlerin etkileşim içinde yer aldığı çok boyutluluk içermektedir. Bu çok boyutluluk nedeniyle, çalışma konusu aşağıda belirtildiği gibi sınırlandırılmaktadır:

- Sistem yaklaşımı tanımlanmaktadır; farklı disiplinlerin de temelini oluşturan ‘sistem’ kavramının mimarlık disiplinindeki yeri incelenmektedir.
- Bütünleşme kavramı tanımlanmaktadır; teknoloji, mimari ve performansa dayalı çevre bilinçli tasarım parametrelerinde bütünleşme kavramının yeri ele alınmıştır.
- Ekosistemler tanımlanmaktadır; çevrede yer bulan canlı ve cansız varlıkların irdelenmesi yerine enerji ihtiyacının yapılarda kullanımına etki eden rüzgar enerjisi ekosistem olarak incelenmiştir.
- Yapı sistemleri ve çevre (ekosistem) ilişkisi araştırılmaktadır; yapı malzemelerinin yaşam döngüsü, yapı ürünlerinin üretim, kullanım ve atık

oluşumu süreci ve yapı malzemelerinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini incelemek yerine yapı sistemleri ve ekosistemlerin bütünleşme ilişkileri tanımlanmaktadır.

- Sürdürülebilir, ekolojik ve yeşil mimarlık kavramları açıklanmaktadır; söz konusu kavramların ülkelerdeki yasal düzenlemeler ve direktifler yönünden incelenmesi yerine alternatif enerji kaynaklarının mimari tasarım aşamasında kullanım kriterlerine değinilmiştir.
- Rüzgar enerjisi ve rüzgar türbinleri incelenmektedir; yapıya ekolojik olma özelliği kazandıran en kolay ulaşım ve kullanım alanına sahip olan yenilenebilir enerji kaynakları güneş ve rüzgar enerjisidir. Güneş enerjisinin yapılarda bütünleşik olarak kullanımıyla ilgili bugüne kadar çok sayıda araştırma yapılmakla birlikte rüzgar enerjisi son yıllarda önem kazanmıştır. Bu nedenle, rüzgar türbinlerinin mimarlık alt sistemi olarak karşımıza çıkan çevre sistemi (ekosistem) olarak yapılarda mimari bütünleşmesi incelenmiştir.

“Bütünleşik Mimarlık Sistemleri: Rüzgar Türbinlerinin Yüksek Binalar ile Bütünleşik Tasarımı” çalışması, literatür taraması yöntemi ile verilerin toplanması, yapı ile bütünleşik rüzgar türbinlerinin uygulanmış örnekleri üzerinden incelenmesi ve bütünleşme düzey ve şekillerinin analizi, sonuçların çözümlenmesi ve yorumlanması sonucu ortaya konmuş ve çalışmanın bölüm konuları bu doğrultuda düzenlenmiştir.

Giriş bölümü ile birlikte beş bölümden oluşan çalışmada; öncelikle giriş bölümünde problem tanımlanmış, çalışmanın amacı, önemi, kapsamı, sınırlılıkları ve yöntemi belirtilerek yapılan çalışmaya dair bilgi verilmiş ve izlenecek yol ortaya konmuştur. Sonra ikinci bölümde, literatür araştırmasına dayalı olarak çalışmanın öneminin daha iyi anlaşılması açısından; Avrupa’da aydınlanma çağıyla birlikte önem kazanan, Ariston’un değimiyle ‘Bütün, parçaların toplamından büyüktür’ felsefesiyle ele alınan sistem yaklaşımının temel kavramları, sistem hiyerarşisi, sistemin özellikleri, sistem yaklaşımının diğer disiplinlerle ilişkisi ve farklı sistem çeşitlerine ilişkin sınıflandırmalara değinilmiştir.

Üçüncü bölümde, aynı şekilde literatür araştırmasına dayanarak mimari düşüncenin son yıllarda önem kazanan ifadesi olarak bütünleşme kavramı detaylı olarak anlatılmış, mimari bütünleşme (mimari entegrasyon) parametreleri olan teknolojik bütünleşme, tasarım sürecinde bütünleşme (bütünleşik tasarım) ve çevre bilinçli bütünleşik tasarım kavramları açıklanarak incelenmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde; mimarlık sistemleri ve bütünleşme yaklaşımı ile ilgili ‘mimarlık sistemini (bütünü) oluşturan alt sistemler’ ortaya konularak ‘‘yapı sistemleri ve ekosistemlerin bütünleşmesi’ ile son yıllarda önem kazanan ‘rüzgar enerjisinin yapı formu ile ilişkisi (bina aerodinamiği)’ ve ‘yapı ile bütünleşik rüzgar türbinleri’ kavramları açıklanarak fiziksel, görsel, işlevsel, dinamik bütünleşme ilkeleri tartışılmış, belirlenen 10 yüksek bina örneği üzerinde öncelikle kimlik kartları hazırlanmış ve bina örneklerinde yer alan rüzgar türbinlerinin mimari tasarım parametreleri ışığında bütünleşme potansiyellerinin saptanması amacıyla analiz tabloları oluşturulmuştur. Bu saptama çalışması içinde, rüzgar türbinlerinin yerleşim şekli ve yapıların mimari tasarım kriterleri PhotoshopPortable ve AutoCAD 2009 programları aracılığıyla irdelenmiştir.

Sonuç bölüm olan beşinci bölümde ise; bu tablolar sonucunda elde edilen bulgular değerlendirilerek araştırmanın sonuçlarına ulaşılmış, bütünleşme ve sistem yaklaşımı ve mimari düşüncelerde meydana gelen yenilikler sonrasında önem kazanan yapı sistemleri ve ekosistemlerin bütünleşme performanslarının önümüzdeki yıllarda ne şekilde ele alınabileceği sorgulanmıştır.

2. SİSTEM YAKLAŞIMI

Avrupa’da aydınlanma çağıyla birlikte, Aristo’nun “Bütün, parçalarının toplamından büyüktür.” felsefesinin yerine, “Bütünü mümkün olduğu kadar parçalarına ayırarak incelemek gerekir.” yaklaşımı giderek daha çok kullanılmaya başlanmıştır. Bu yaklaşım özellikle, fiziksel sorunlara pratik ve yararlı çözümler getirerek Newton’la birlikte üstünlüğünü uzun bir süre korumuştur.

Bilimin belirli bir düzeye ulaşması ile birlikte, insanlar tarafından yaşamın amacı sorgulanmaya başlanmıştır. Ancak uygulanan çözümleme yönteminin bu sorulara cevap vermekte yetersiz kaldığı görülmeye başlanmıştır. Çözümleme yönteminin yetersiz kaldığını ilk farkedendenlerden biri Ludwig Von Bertalanffy adlı bir biyologdur. Bertalanffy, Aristo felsefesinin çağdaş deyimlerle ifadesi olan ve “Bütün, parçaların toplamından büyüktür” felsefesiyle ele alınan “Genel Sistem Teorisi (GST)”ni bilim dünyasına kabul ettirmiştir.

‘Sistem Yaklaşımı’ veya ‘Genel Sistem Teorisi’, 19. Yüzyılın başında şekillenmeye başlamıştır. Bu konuda en eski ve temel kavramlar Alman filozofu, George Wilhelm Friedrich Hegel (1770-1831) tarafından ileri sürülmüş, ancak o dönemde yeterince ilgi uyandıramamıştır. Ancak, 1927 yılında Ludwig Von Bertalanffy’in ‘Genel Sistem Teorisi’ adıyla sunduğu bir bildiri, bu alandaki en önemli çalışmalardan biri olmuştur. Dünyadaki her nesne hem kendi başına bir sistem, hem de başka sistemlerin bir parçası olmaktadır. Sahilde bulunan en küçük bir kum tanesi; molekül ve atomlarının içsel etkileşimleri ve rüzgar ya da deniz dalgaları ile taşınabilme potansiyeli sebebinden dolayı bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Bunun yanında; dünyanın sistemleri çok yüksek derecede doğrusallık taşımamaktadır. Bunun için, görünüşte önemsiz gibi olan olaylar, sistemin ana faaliyetleri içinde sonuçlanmaktadır. Oluşan doğrusal olmama sebebi ile, sistemi daha küçük hale getirmeden sistemin hiç bir parçasının yeri değiştirilemez.

“Genel Sistem Teorisi (GST)” ne göre, yaşayan cisimlerin temel karakteri organizasyonlardır. Bu nedenle, geleneksel olarak tek tek parçaların ya da süreçlerin

incelenmesi yaşamsal olayın tam olarak açıklamasını yapamamaktadır. Çünkü bu şekildeki bir araştırma, parçalar ve süreçler arasındaki koordinasyon hakkında herhangi bir bilgi vermemektedir. Bu nedenle, biyolojinin ana görevi, biyolojik sistemlerin kanunlarını (bütün organizasyon düzeylerinde) bulmak olmaktadır. Yeryüzünde temel olarak kuramsal biyolojinin esaslarının bulunması gerektiğine inanarak, bir araştırma yöntemi olarak bu görüşe, organizmik biyoloji ve organizmanın sistem kuramını açıklamak için bir girişim adı verilmektedir.

Organize bir bütünü anlayabilmek için hem bütünün parçalarını, hem parçalar arasındaki ilişkileri hem de sistemin çevreyle olan ilişkilerini anlamak gerekmektedir. Yani parçalardan çok hem parçalar arası, hem de parçaların ve bütünün çevreyle olan ilişkileri önemli olmaktadır. Bu ilişkiler ya da etkileşimler yumağıyla da ancak sistem düşüncesiyle, yani sistemi çevresiyle birlikte bir bütün olarak ele alan yaklaşımlarla başa çıkılabilmektedir. Bu nedenle, sistem yaklaşımında kullanılan bilimsel yöntemin çözümleme yöntemi olamayacağı belirtilmiştir. Yeni yöntem sentez yaklaşımıdır. Bu yaklaşıma göre sistemin ne olduğu ortaya konulmalı sonra etkileşimler ve daha sonra parçalar üzerinde durulmalıdır.

Organizmanın sistem kuramını ele alan bu görüşün, yaşayan bir organizma olan yapılar için de ele alınması mümkündür. Yapının tekil olarak her bir parçasının özellikleri yanında, bütün bir sistem olan yapı ile ilişkisi ve parçaların birbirleri ile olan ilişkisi yine sistem yaklaşımı altında ele alınabilir.

Bu çalışma kapsamında; öncelikle sistem yaklaşımının temel kavramları ele alınarak, birçok araştırmacı tarafından ele alınan farklı sistem tanımları ve bileşenlerine yer verilecektir. Tanımlamaların ardından, sistem hiyerarşisi, Kenneth Boulding ve Ludwig von Bertalanffy tarafından sınıflandırılan sistem çeşitleri ve sistem yaklaşımının diğer disiplinler ile ilişkisi konuları incelenerek, bu doğrultuda ilerleyen bölümlerde mimarlık sistemleri irdelenecektir.

2.1. Sistem Yaklaşımının Temel Kavramları

Sistem, günümüzde çok sık kullanılan sözcüklerden birisidir. Hemen her türlü metinde bu sözcükle karşılaşmak olasıdır. Çevremizde olup biten her türlü faaliyet bir sistem olarak düşünülebilir. Böyle geniş anlamlar içeren bir sözcüğü tek bir tanımın içine sığdırmak güçtür. Yine de sistem olarak adlandırılan tüm kavramların içerdiği ortak noktalar bulunmaktadır. Bu noktalar, Çizelge 2.1’de kısaca açıklanmaktadır.

Çizelge 2.1. Sistemlerin içerdiği ortak noktaları gösteren tablo [Erkut, 1989]

BİLEŞEN	Sistem içindeki herhangi bir nesne
ÖZELLİK	Sistem içindeki öğelerin nitelikleri
FAALİYET	Sistemde değişimi sağlayan süreçler (prosesler)
DURUM	Belli bir zaman noktasına sistemin öge, nitelik ve faaliyetlerinin tanımı

Sistem, belirli parçalardan (alt sistemlerden) oluşan, bu parçalar arasında belirli ilişkileri olan, bu parçaların aynı zamanda dış çevre ile ilişkili olduğu bir bütün olarak tanımlanmaktadır. Birçok araştırmacı sistemi farklı şekillerde tanımlamışlardır:

- Boulding’e (1985) göre sistem, kaos olmayan herhangi bir durumdur.
- Churchman (1979) ise sistemi, organize edilmiş unsurlardan oluşan bir yapı olarak tanımlamıştır.
- İş Yönetimi alanında sistem, bir amacı gerçekleştirmek için organize edilmiş iletişim hatları ile birbirlerine bağlı insan, makine ve materyal toplamı olarak tanımlanmaktadır.
- Skyttner tarafından ise 1996 yılında sistem, bazı fonksiyonları gerçekleştirmek için tasarlanmış entegre bir bütün oluşturan, karşılıklı olarak birbirlerini etkileyen birim ya da elemanlar topluluğu olarak tanımlanmıştır.

- Başka bir tanımda ise sistem, bir ilişkiler sistemi ve etkileşim içinde olan sistem parçalarının veya bileşenlerinin düzenli bir şekilde biraraya getirildiği, organize veya karma bir bütündür. Gerçekler, ilkeler ve doktrinlerin belli bir düşünce ve bilgi alanında, düzenli ve kapsamlı bir şekilde bir bütün oluşturmasıdır.
- Sistem, birbirleri ve birbirlerinin nitelikleri arasında ilişkiler olan nesneler dizisidir.

Bir sistemin varolabilmesi için gerekli ve yeterli koşullar şu şekilde sıralanabilir:

1. Farklı bileşenlerden (parçalardan) oluşması ki bu sistemin yapısını temsil eder.
2. Sistemin bileşenleri arasında belirli bir düzen içinde karşılıklı ilişki ile etkileşimin gerçekleşmesi ki bu sistemin işlevini temsil eder.
3. Belirli bir sistem, hiyerarşik bir düzen içinde başka bir sistemin alt veya üst sistemi olarak düşünülebilir [Evrendilek, 2004].

Sistem Yaklaşımı her ne kadar modern yönetim düşünceleri arasında sayılsa da sistem anlayışı çok eskilere dayanmaktadır. Aristo'nun "bütün, parçaların toplamından daha fazladır" sözü, sistem görüş açısını ifade etmektedir [Erkut, 1989].

20. yüzyılın başlarında Köhler, konuyu fizik alanında incelemiş, Lotka, 1925 yılında sistem kavramını genel olarak ele almış ve temel formüller geliştirmiştir. Norbert Wiener ise, matematik alanında konuyu incelemiş ve sibernetik alanında öncülük yapmıştır.

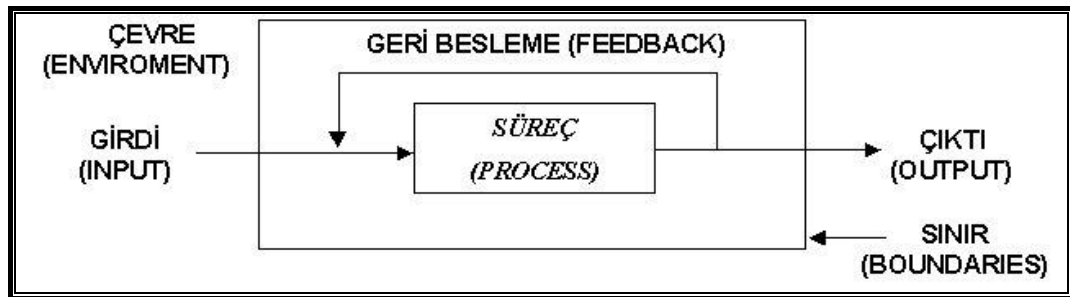
Bu dönemlerde sistemleri açıklamaya yönelik iki görüşten sözedilmekteydi; birincisi, her oluşumun esasının fiziksel ve kimyasal etkenlere bağlı olduğunu savunmakta olan "Mekanistik Görüş"; İkinci görüş ise buna tepki olarak canlılığın metafizik kurallara bağlı olduğunu ileri sürmekte olan "Vitalistik Görüş" tür.

Ancak, Bertalanffy, o güne kadar fizik alanında çalışılan tüm sistemlerin kapalı olduğuna, dış dünya ile etkileşim içinde olmadıklarına dikkat çekmiştir. Böylece,

yaşayan bir organizmanın çevresinden ayrıldığında, kısa bir süre içinde oksijen, besin ve su yetersizliğinden öleceğini hatırlatarak organizmaların açık sistemler olduğunu ve açık sistemlerin sürekli olarak çevreleriyle madde ve enerji değişimi yapmadan yaşayamayacaklarını dile getirmiştir. Böylece ilk kez dış çevre faktöründen bahsedilmiştir.

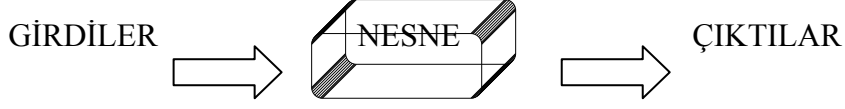
Yapı, iç ve dış girdi ve çıktılar arasında işlemci görevi görmekte olan sistemlerden oluşmaktadır. Örneğin; canlı sistemlerdeki deri gibi, yapı kabuğu, iç ve dış çevre arasında enerji iletimini ve dönüşümünü sağlayan yapı sistem çeşitleri arasında yer almaktadır. Ayrıca, son yıllarda önem kazanan ve tezin konusu olarak ele alınan rüzgar türbinleri de bir dönüştürücü görevi üstlenmiş sistem bileşenleridir.

‘Sistem’, dış çevreden ve diğer sistemlerin nesnelerinden veriler alan; bu verileri çıktıya dönüştüren nesneler koleksiyonudur. Bir sistemin odak noktası, genellikle sürecin özünü ya da özetini yakalayan bir hareket fiilidir [Olson, 2006]. Sistem yaklaşımı Şekil 2.1’de de görüldüğü gibi, örgütün temelde beş bileşenden oluştuğunu vurgular: girdi, süreç, çıktı, dönüt ve çevre.



Şekil 2.1. Sistemin bileşenleri şekli [Erkut, 1989]

Bir sistemin temel ve en yüksek seviyesinde, girdiler ve çıktılarla birlikte bir nesne bulunmaktadır. Şekil 2.2’de grafik olarak gösterildiği gibi; blok içine yerleştirilmiş olan nesne bir şehri, üretilen bitkiyi, bir yapıyı, bir deney tüpünü, bir insanı, bir tek hücreyi ya da herhangi bir şeyi temsil edebilir. Genellikle; girdi ve çıktılar, etkileşim çeşidini gösteren oklarla birlikte yöneltilmiş yaylar ya da yollar üzerine yerleştirilmiştir [Olson, 2006].



Şekil 2.2. Basit sistem şekli

Bir yaklaşıma göre ise sistem; bir veya daha fazla amaca yada sonuca ulaşmak üzere bir arada bulunan ve aralarında ilişkiler olan fiziksel ya da kavramsal birden çok bileşenin (öğenin) oluşturduğu bütündür [Erkut, 1989].

Burada dört önemli bileşen vardır:

- Sistemin parçaları olan birden çok soyut veya somut bileşenin bulunması,
- Sistemi bir yığın olmaktan kurtaran ve birbirine bağlayan bileşenler arasındaki ilişkiler,
- Bu bileşenlerin oluşturduğu bütün,
- Bu bütünün bir amacının olmasıdır [Erkut, 1989].

Sözlük tanımına göre, ‘sistem’ karmaşık bir birim oluşturmak için birbirine bağlanmış veya birleştirilmiş set veya takımdır. Belli bir plan veya projeye göre sırayla düzenlenen parçaların oluşturduğu bütündür [The Oxford English Dictionary, 1938].

Zaman içerisinde sistem kavramı, farklı disiplinlerde ortaya konulmuş ve farklı tanımlamalar oluşturulmuştur. Bu gelişmeler ışığında farklı disiplinlerde ortaya çıkan ve önem kazanan sistem yaklaşımı, günümüzde yapı sistemlerine farklı disiplinlerin etkileri ve yönlendirmeleri ile birlikte mimarlık disiplini içinde önemli olmaya başlamıştır. Endüstri Devrimi sonrasında meydana gelen teknolojik gelişmelerle birlikte mimarlıkta tasarım aşamasından, yapım aşamasına kadar her yapım sürecinde farklı disiplinlerin etkisi görülmeye başlanmıştır. Böylece, mimarlık bütünü oluşturulan alt sistem çeşitleri ve bütünleşme potansiyelleri artmış bulunmaktadır.

Dünyamızı oluşturan alt sistemlerin zamansal ve mekansal olarak karşılıklı etkileşim özelliği, hem farklı nesilleri hem de farklı coğrafyaları birbirine bağlamaktadır. Bu bağlamda sistem dinamiği yaklaşımı, etrafımızda gerçekleşen olaylar arasındaki sebep-sonuç döngülerini daha iyi anlamamıza yardımcı olan önemli bir araçtır. Geribildirimli kontrol sistemlerini anlamaya yönelik 1920’li ve 1930’lu yıllarda yapılan çalışmalar sonucunda, sibernetik bilimi ortaya çıkmıştır. Sibernetik, sistem teorisi ve sistem dinamiği birbirleriyle yakından ilişkilidir. 1948 yılında sibernetik bilimini kuran Norbert Wiener, sibernetik sözcüğünü “*kubernetes*=kılavuz veya dümenci” sözcüğünden türetmiştir. Bu sözcük ilk olarak Plato tarafından “yönlendirme veya yönetme sanatı” anlamında kullanılmıştır [Evrendilek, 2004].

Çizelge 2.2. İndirgemeci ve sistem yaklaşımlarının karşılaştırılması [Evrendilek, 2004]

İndirgemeci Yaklaşım	Sistem Yaklaşımı
Parçaları bütünden tecrit eder ve parçalar üzerine yoğunlaşır.	Parçaları birleştirir ve parçalar arasındaki etkileşim üzerinde yoğunlaşır.
Etkileşimlerin doğasını araştırır.	Etkileşimlerin etkilerini araştırır.
Ayrıntıların doğruluğunu vurgular.	Bütün olarak algılamayı araştırır.
Bir değişkeni değiştirirken diğerlerini sabit tutar.	Değişkenleri eş zamanlı olarak değiştirir.
Zaman boyutundan bağımsızdır geriye dönüşümü mümkün olan durumları hesaba katar.	Zaman boyutunu ve geriye dönüşümü mümkün olmayan durumları hesaba katar.
Bir teori çerçevesinde deneysel kanıtlar ile gerçekleri doğrular.	Modelin davranışı ile gerçeğin karşılaştırılması sonucu gerçekleri doğrular.
Gerçek hayatta daha az yararlı olan fakat hassas ve ayrıntılı modelleri kullanır.	Karar ve eylemlerin belirlenmesinde yararlı fakat bilginin temelini oluşturmada yetersiz modelleri kullanır.
Etkileşimler doğrusal ve zayıf olduğunda etkindir.	Etkileşimler güçlü fakat doğrusal olmadığında etkindir.
Adisiplin ayırımının belirgin olduğu öğretime yönlendirir.	Disiplinler arası öğretime yönlendirir.
Ayrıntılı olarak programlanmış eylemlere yönlendirir.	Amaçlar yoluyla eylemlere yönlendirir.
İyi şekilde tanımlanmış ayrıntılara fakat belirsiz amaçlara sahiptir.	İyi şekilde tanımlanmış amaçlara fakat belirsiz ayrıntılara sahiptir.

Evrendilek'e göre indirgemeci yaklaşım ve sistem yaklaşımının karşılaştırmasının yer aldığı Çizelge 2.2'de belirtildiği gibi; bir bütünü yalnızca onu oluşturan parçaların özelliklerine indirgemek yerine, bütünü oluşturan parçaların karşılıklı etkileşimleri (holism) üzerine odaklanmaktadır. Bu teori ile biyolojik sistemlerin açık olduğu yani çevre ile etkileşim halinde bulunduğu ve bu sistemlerin zamanla ortaya çıkan yeni özelliklere sahip oldukları vurgulanmıştır. Gerçekte indirgemeci yaklaşım ve sistem yaklaşımı bir arada varolan ve birbirini tamamlayan niteliktedir.

Bir sistem çok geniş ya da çok küçük olabilir. Bir sistem büyük bir sistemin parçası olabilmektedir. Aynı zamanda bir sistem kendi içinde küçük sistemlere sahip olabilmektedir. Bu durumda; küçük sistemler, '*alt sistemler (subsystems)*' olarak tanımlanmaktadır. Küçük sistemleri kuşatan sistemler de, yaygın olmamakla birlikte '*süper-sistemler (super-system)*' olarak tanımlanmaktadır [Olson, 2006].

Sistem, bir çok alt sistemden oluşan, ve bu alt sistemlerin her birinin kendi özellikleri olmasıyla birlikte, birbirleriyle karşılıklı etkileşim içinde bulunduğu bir bütündür. Sistem yaklaşımı bütünü oluşturan bu parçaları, bunların birbirleriyle olan ilişkilerini bir arada incelemektedir.

Bütünü oluşturan parçalar birbirlerini etkilediği gibi bütünü de etkilemektedir. Alt sistemlerden herhangi birinde aksaklık olduğunda bu, bütüne de yansımaktadır. Yani, sistemdeki bir durumu anlayabilmek, onu oluşturan alt sistemleri ve bu sistemlerin birbirleriyle olan ilişkilerini inceleyerek mümkün olmaktadır. Sistem yaklaşımının temeli, asıl önemli olanın bütün olduğu ve parçaların bu bütünü etkilediği oranda önemli olduğu görüşüne dayanmaktadır.

Sistem içerisindeki bileşenlerin birbirleri arasındaki her türlü akış ilişki olarak adlandırılmaktadır. Sistem bileşenleri arasındaki ilişkiler, Çizelge 2.3'te de gösterildiği gibi değişik türden olabilmektedir.

Çizelge 2.3. Sistem bileşenleri arasındaki ilişkileri gösteren tablo [Erkut, 1989]

Sistem bileşenleri arasındaki ilişkileri gösteren tablo	
Mekansal İlişki	Örneğin bir imalat sistemindeki tezgahlar arasındaki uzaklık ilişkisi bir mekansal ilişkidir
Fiziksel öğelerin, bir mekan içinde belli bir ilişki içinde bulundukları sistemler	
Zamansal İlişki	Örneğin bir arabanın hızı ile kat ettiği uzunluk arasında bir zaman ilişkisi vardır. Ya da bir imalat sisteminde bir mamulün izleyeceği işlem sıraları arasında bir zaman ilişkisi olabilir. Mamul X tezgahında işlenmeden Y tezgahında işlenemiyor olabilir
Sistem içinde olayların sırasını ayırt etmeye yarar.	
Neden Sonuç İlişkisi	Örneğin bir ekonomik sistemde bir ürünün fiyatı belirlenirken herhangi bir nedenle o ürüne olan talep artarsa bu nedenin sonucu olarak o ürünün fiyatı artacaktır
Neden sonuç ilişkisi sistem öğeleri arasında da bulunan önemli bir doğa ilkesidir.	
Enerjinin Korunumu İlişkisi	Örneğin bir doğa yasası olarak sistemler için de geçerlidir
Maddenin bir biçimden diğerine geçerken enerji ve madde korunur.	
Mantıksal İlişki	Örneğin bir otomobil sistemi taşıma yapma amacına hizmet eder, üretim hattı imalat gerçekleştirir ya da bir eğitim sistemi insanları eğitmeyi amaçlar.
Özellikle soyut sistemlerde görülen bir ilişki türüdür. Her sistemin yöneldiği bir daha fazla amaç vardır.	

Bu çizelgeden de görüldüğü gibi, mimarlık sistemleri zaman ve mekan içerisinde değişim göstermektedir. Sistemlerin hiyerarşik (iç içe geçmiş) organizasyonu teorisine göre, sistemler bir bütün olarak, bileşenlerinin tek başına sahip olduğu özelliklerin ötesinde yeni özelliklere sahiptir. Diğer bir deyişle, bu holistik görüş, sistemin bir bütün olarak, parçalarının toplamından daha büyük olduğunu belirtmektedir. Bu teori doğrultusunda, bir sonraki bölümde sistemler arası hiyerarşi kavramına değinilecektir.

2.2. Sistem Hiyerarşisi

Sistem, çeşitli alt sistemlerin bütünleşmesinden oluşan bir ana sistemdir. Sistem kavramı içerisinde farklı sistem çeşitleri ve sınıflandırmaları bulunmaktadır. Farklı sistem çeşitleri arasında ise, hiyerarşik bir yapı gözlenmektedir.

Sistemleri; açık ve kapalı sistemler, canlı ve cansız sistemler, doğal ve insan yapısı sistemler, statik ve dinamik sistemler, soyut ve somut sistemler, basit ve karmaşık sistemler olarak sınıflandırmak mümkündür.

Sistem çeşitleri arasındaki hiyerarşik yapı incelendiğinde, öncelikli olarak yapı cansız ve canlı sistemler olarak ikiye ayrılmakta ve her bir alt sistemde farklı hiyerarşik düzeyler tanımlanmaktadır.

İlk olarak cansız sistemleri ele almak gerekirse: Cansız Sistemler,

- *Birinci düzey*, statik yapı düzeyidir. Çatı (ana) düzey adı da verilir (framework).
- *İkinci düzey*, gerekli faaliyetleri önceden düzenlenmiş ilkel dinamik sistemler düzeyidir. Bu düzeye, saat gibi işleyen sistemler düzeyi denir. Güneş sistemi buna en iyi örnektir.
- *Üçüncü düzey*, denetim düzenine sahip sibernetikleri içeren denetim düzeyidir. Sibernetik, geribesleme ve bilişim teorileri kullanılmaktadır. Termostat örnek olarak verilebilir [Erkut, 1989].

İkinci olarak ise canlı sistemleri ele almak gerekirse: Canlı Sistemler,

- *Dördüncü düzey*, açık sistemler veya kendi varlığını sürdürebilen sistemler düzeyidir. Canlılık başlamıştır bu yüzden hücre düzeyi adı verilir.
- *Beşinci düzey*, ilkel organizmalar düzeyidir. Daha az bilgiyle varlığını sürdüren nispeten gelişmiş bir iş bölümüne sahip yaşayan organizmalardan oluşmaktadır. Bu düzeye bitkiler örnek verilebilir.

- *Altıncı düzeyde*, hayvanlar düzeyine ulaşılır. Bu düzeyin en büyük özellikleri, artan hareketlilik, çevreyle iletişim ve kendi varlığının farkında olmalarıdır. Bu düzeydeki sistemler, gelişmiş sinir sistemine sahiptir [Erkut, 1989].

Bunlara ek olarak, Çizelge 2.4'te de görüldüğü gibi, bir sonraki düzey, insan düzeyidir. Hayvanların sahip olduğu özelliklerin hemen hepsine ilave olarak daha karmaşık düşünebilme yeteneğinin yanında insan, sadece bilmeyip bildiğini de bilmektedir (kendi kendinin bilincindedir).

Çizelge 2.4. Farklı sistem çeşitleri arasındaki hiyerarşik ilişkileri gösteren tablo

SİSTEM HİYERARŞİSİ	CANSIZ SİSTEMLER	CANLI SİSTEMLER
Birinci Düzey	Statik yapı düzeyi	
İkinci Düzey	İlkel dinamik sistemler düzeyi	
Üçüncü Düzey	Sibernetikleri içeren düzey	
Dördüncü Düzey		Açık sistemler düzeyi
Beşinci Düzey		İlkel organizmalar düzeyi
Altıncı Düzey		Hayvanlar düzeyi
İnsan Düzeyi		Düşünebilen insan düzeyi

Hiyerarşik yapıyı tamamlamak için sembolik sistemler adında bir düzey eklemeye gerek duyulmuştur. İlk yedi düzeyde olmayıp da sistem özelliği gösteren dil, mantık, matematik, sanat ve hatta bugün bilmediğimiz tüm sistemler bu düzeyin konusudur [Erkut, 1989].

2.3. Sistem Çeşitleri

Sistem çeşitleri farklı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde ele alınmıştır. Kenneth Boulding ve Ludwing von Bertalanffy bu alanda çalışmalar yapmıştır. Kenneth Boulding çalışmasında sistemleri statik yapı düzeyindeki sistemler, bazı belirli hareketlere sahip basit dinamik sistem düzeyi, kontrol mekanizmalı sistem veya sibernetik sistem, kendi kendini koruyucu ve çevre ile etkileşimi olan açık sistem, genetik-toplumsal düzey sistemi, hayvan sistemi, insan sistemi, sosyal sistemler ve fizik ötesi sistemler olarak dokuz sınıfa ayırmıştır.

Ludwing von Bertalanffy ise, sistemleri, gerçek sistem, kavramsal sistem, soyut sistem, canlı ve cansız sistemler ve açık/kapalı sistemler olarak beş sınıfta ele almıştır. Bu sınıflandırmalar sırası ile irdelenecektir.

2.3.1. Kenneth Boulding'in sınıflandırması

Kenneth Boulding yeryüzündeki sistemleri basitten karmaşığa doğru belirli bir hiyerarşi içinde dokuzlu bir sınıflamaya tabii tutmuştur.

1. Statik yapı düzeyindeki sistemler; buna örnek olarak masa, sandalye, binalar gösterilebilir.
2. Bazı belirli hareketlere sahip basit dinamik sistem düzeyi; buna örnek olarak da güneş sistemi, yıldız sistemleri, saatlerin çalışması gösterilebilir.
3. Kontrol mekanizmalı sistem veya sibernetik sistemi; bu sistem dengeyi koruma bakımından kendi kendini otomatik olarak ayarlayabilmektir. Buna örnek olarak termostat, makineli tüfekler gösterilebilir.
4. Kendi kendini koruyucu ve çevre ile etkileşimi olan açık sistem; buna örnek olarak canlı hücreleri gösterebiliriz.
5. Jenetik-toplumsal düzey sistemi; bu sistem çevresiyle etkilileşim halindedir. Ancak hareketli değildir. Örnek olarak bitkileri gösterebiliriz.
6. Hayvan Sistemi; bu sistem çevresiyle etkileşim halinde olduğu gibi artan bir hareketliliğe sahiptir. Kendinin farkındadır, diğer bir deyimle yaşamak için yiyecek arar, tehlikelerden kaçır, dost bildiklerine sığınır.
7. İnsan Sistemi; bu sistem çevre ile etkileşim, hareketlilik, kendi farkında olma yanında dil ve sembol kullanarak fiziki çevresi sınırları dışında da etkili olabilmektir.

8. İnsan örgütü sistemleri veya Sosyal Sistemler; aile, ordu, millet, devlet, okul, işletme, arkadaş grubu gibi biçimsel olarak kurulsun veya biçimsel olmayan şekilde kendiliğinden oluşsun, insan gruplarının meydana getirdiği sistemlerdir. Tüm insanları birarada tutan ve kaynaştıran, ortak amaçları, dilleri, değer ve inanç sistemleri ile maddi ve manevi çıkarları vardır. Bu insanlar belirli gün veya günün belirli saatlerinde belirli bir yerde ve düzen içinde birarada olmayı sadece çıkarlar açısından değil duygusal açıdan da uygun görmektedirler. Çünkü insan, yalnız olduğu zaman kendisini zayıf ve güçsüz hisseder, başka insanlarla birarada bulunmak ister, diğer bir deyimle, sosyaldır. Her insan, kendisi bir sistem olduğu gibi, sosyal sistemlere girerek onun bir parçası, elemanı veya alt sistemi olmaktadır.
9. Fizik ötesi sistemler; bunlar kaçınılmaz bilinmeyenler, nedeni tam izah edilemeyen olaylardır. Sistematik yapıyı ve ilişkileri ortaya koyar. Matematikteki postula ve bağıntılar gibi, bunları ispat etmek mümkün değildir. Ancak, varlıkları kabul edilmektedir [Erkut, 1989].

2.3.2. Ludwing von Bertalanffy'in sınıflandırması

Ludwig Von Bertalanffy'ye göre ise sistem çeşitleri (1972):

- Gerçek Sistem (*Somut ya da Fiziksel*): Sonuçları gözlemlerden çıkarılan, gözlemciden bağımsız olarak bulunan sistemlerdir. Sonradan yapılmış ya da doğal, canlı veya cansız sistemler olabilirler.
- Kavramsal Sistem: Sembolik fikir yapıları (dilbilimi, matematik, mantık).
- Soyut Sistem: Gerçeklikle aynı olan kavramsal sistemler (trafik modeli, bir köprü).
- Canlı ve Cansız Sistemler: Biyolojik özelliklere sahip sistemlere canlı sistemler, doğum ölüm gibi gerçek anlamda canlılık göstermeyen sistemlere ise cansız sistemler denir. (Yapı ve genetik, kontrol ve özgürlük)
- Açık / Kapalı Sistemler: Açık sistem, sürekli madde, enerji ya da bilgi transferi yapabileceği bir çevreye bağımlıdır. Kapalı sistem, sadece bilgi girdisi (enerji) için açık olan sistemdir [Erkut, 1989].

2.4. Sistemin Özellikleri

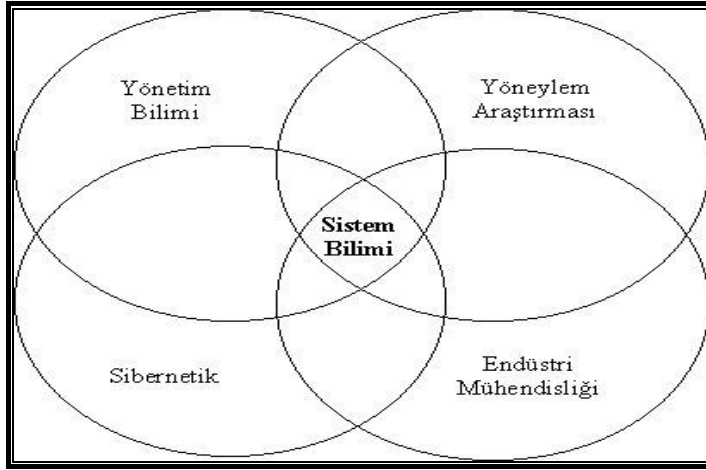
Farklı sistem çeşitlerinin farklı özellikleri olabileceği gibi, bir takım ortak özelliklere de sahip olmaktadır. Sistemlerin ortak özelliklerinden bazıları;

1. Bir sistem açık veya kapalı olabilir.
2. Açık sistem yaşamak için dış çevreyle ilişki kurmalıdır: Bu, sistemin dinamik bir denge sağlaması için gereklidir.
3. Her sistemde bir amaç ve amaçlar vardır: Her sosyal sistem belirli bir amaca ulaşmak için kurulmuştur ve sisteme kimliğini kazandıran da budur.
4. Sistemler çevre ile ilişki kurarlar: Mimarlık sistemi (bütünü) içerisinde yapı sistemleri ekosistem ile ilişki kurmakta olup, bu ilişki tasarım kriteri olarak bütünleşmeyi sağlamaktadır.
5. Sistemde geribildirim ilişkisi vardır: Sistem bu sayede eksikliklerini ve aksaklıklarını öğrenebilir.
6. Sistemin kesin sınırları yoktur. Ancak, bir sistemin varlığından bahsedebilmek için onu dış çevreden ayıran sınırlarının olması gerekir. Organizasyon dış çevreden ayırt edilmelidir.
7. Sistemin alt sistemleri vardır: Mimarlık sistemleri, yapı sistemleri ve ekosistemler olmak üzere iki alt sistemden oluşmaktadır. Bu alt sistemler ise kendi içlerinde etkileşim gösteren alt-alt sistemlere ayrılmaktadır. (Taşıyıcı sistem, cephe sistemi, döşeme sistemi, servisler sistemi gibi.)
8. Sistemde olumlu ve olumsuz “entropi” görülür: Bir sistemde faaliyetlerin bozulması, dengenin kaybolması ve sonunda sistemin durması yönünde bir eğilim vardır. Entropi, bu eğilimi ifade eder. Kapalı sistemler, entropinin etkisinde kalır. Enerji kaybındaki artış sonuçta sistemin ölümüne neden olur.
9. Açık sistemler, bunun üstesinden gelebilme yeteneğine sahiptir.

2.5. Sistem Yaklaşımının Diğer Disiplinlerle İlişkisi:

Sistem yaklaşımı farklı disiplinler içerisinde ayrı ayrı değerlendirilmekle birlikte disiplinler arasında da bir bütünleşme ve etkileşim söz konusudur. Şekil 2.3’te de

görüldüğü gibi, yönetim bilimi, yöneylem araştırması, endüstri mühendisliği ve sibernetik gibi disiplinler arasında bütünleşmeden söz etmek mümkün olmaktadır.



Şekil 2.3. Sistem biliminin diğer disiplinlerle olan ilişkisi [Erkut, 1989]

Burada da, farklı disiplinlerin aynı zamanda bütünü oluşturan, bütün ile olduğu kadar birbirleri ile de etkileşim içinde olduğu bir alt sistem olarak görmek mümkündür.

- Yönetim bilimi ve sistem yaklaşımı: Yönetim bilimi, organizasyonun amaçlarını ve kaynaklarını dikkate alarak, bilimsel problem çözme teknikleriyle, organizasyonun uzun, orta ve kısa dönemli politika ve kararlarını belirlemektedir.
- Yöneylem araştırması ve sistem yaklaşımı: Yöneylem araştırması, örgütün bütünlük amaçlarına en iyi uyum sağlayacak biçimde organize (insan-makine) sistemlerin kontrol edilebilir problemlerinin çözümünde disiplinlerarası bir ekiple, bilimsel yöntem uygulamasıdır.
- Endüstri mühendisliği ve sistem yaklaşımı: Endüstri mühendisliği, insan-makine ve diğer bileşenlerin oluşturduğu sistemleri bilimsel yaklaşımla ele almaktadır. Bu nedenle, sistem teorisiyle yakından ilişkilidir.
- Sibernetik ve sistem yaklaşımı: Sibernetik sözcüğünün yaratıcısı, Norbert Wiener'dir. Sibernetik, "Tüm hayvanlar ve makinalarla ilgili kontrol ve haberleşme teorisi" anlamına gelmektedir. Norbert Wiener'a göre sibernetik, ikinci endüstri devrimini temsil etmektedir. Bu yeni gelişimin amacı, sadece insan kaslarının yerini alan makinaların (1. endüstri devrimi), yine makinalar

tarafından kontrol edilmesini (2. endüstri devrimi) sağlamaktadır. Sibernetiğin temel uğraş alanı sistem kavramıdır.

Sadece, sistemlerde kontrol, haberleşme ve geri besleme kavramlarını derinliğine incelemesi ile genel sistem teorisinden farklılık göstermektedir. Sibernetik kavramında en önemli özellik geri beslemedir.

Son yıllarda sosyal olay ve olgulara da uygulanmaya çalışılan sistem kavramı, Von Bertalanffy'nin 1920'lerde başlattığı "Genel Sistem Teorisi"nden kaynaklanmaktadır. Genel sistem teorisi, bütün bilim dalları için ortak bir analitik model kurma amacı güden bir yaklaşımdır.

Kavram başlangıçta biyoloji, matematik ve sibernetik alanında geliştirilmiş olmakla beraber zamanla insan davranışları, sosyal olaylar ve organizasyonları açıklamada, sebep-sonuç ilişkilerini belirlemede ve yorumlamada kullanılmaya başlanmıştır.

Sosyal bilimlerde sistem denildiği zaman belirli parçalardan (alt sistemler) oluşan bir bütün anlaşılır. Bir sistemin her bir parçası kendi içinde başlı başına bir bütün oluşturur. Böylece her sistem bir parçalar bütünü iken aynı zamanda daha büyük bir sistemin parçası olma niteliğini taşır. Burada önemli olan bütünü oluşturan parçaların herbirinin kendine has işleyiş özelliği varken birbirlerine de bağımlı olmalarıdır [Pacey, 1983].

Belirli bir bütün (insan, devlet, toplum, organizasyon vs.), sistem yaklaşımıyla analiz edileceği zaman temel olarak aşağıdaki soruların cevabı araştırılmaktadır.

- Bu sistemin önemli parçaları nelerdir?
- Bu parçaları birbirine bağlayan ve birbiriyle uyumunu sağlayan süreçler nelerdir?
- Bu süreçlerin özellikleri nelerdir?
- Sistemin amaçları nelerdir?

Böylece, sistem yaklaşımı diğer disiplinlerde öncelikle ortaya çıkmakla beraber mimarlık disiplini içerisinde de diğer disiplinler ile ilişkili olarak görünmektedir.

Bilgisayar ve bilişim teknolojileri, çevre sistemleri, mekanik ve elektrik tesisat teknolojileri mimarlık disiplini ile bütünleşik disiplinler olarak görülmeye başlanmıştır. Bu bağlamda, ‘bütünleşme’ kavramı mimarlık disiplininde önemli yer tutmakta olduğundan bir sonraki bölümde ‘bütünleşme’ kavramı tanımlanarak mimarlık disiplinindeki yeri sorgulanacaktır.

3. BÜTÜNLEŞME (ENTEGRASYON)

Bütünleşme kavramı birçok araştırmacı tarafından farklı yorumlanmıştır. Barton bütünleştirmeyi şöyle tanımlamıştır; *‘Bütünleştirme, bütünü oluşturan parçaların, bütün ile olan ilişkisidir.’*

Bu tanımlama ışığında, bütünleşme kavramı irdelenerek farklı tanımlamalar ortaya konulacaktır. Bütünleşme tüm disiplinlerde ele alınan bir kavram olmasıyla beraber mimarlık alanında da son yıllarda önem kazanan bir kavram olmaya başlamıştır. Bu çalışma kapsamında ise, öncelikle bütünleşme kavramı tanımlanarak mimari bütünleşme (mimari entegrasyon) yaklaşımı ele alınacaktır. Mimari bütünleşme alt bileşenleri olarak teknolojik bütünleşme, tasarım sürecinde bütünleşme ve çevre bilinçli bütünleşik tasarım kriterleri ele alınacaktır.

3.1. Bütünleşme Kavramı

‘Bütün’ kavramı yeni bir kavram olarak görünmemektedir. 1926 yılında, Jan Christian Amuts, Güney Afrika Başbakanı ve filozof, ‘holism’ kavramından bahsetmiştir. Doğada hiçbir tekil parçanın olmadığına ve sadece ‘bütün’e ulaşmak için örüntü ve düzenlemelerin bulunduğunu belirtmiştir. 1969’da Buckminster Fuller ayrıca, uzay programı üzerine çalışırken şöyle söylemiştir:

‘Sinerji, bütünleşik sistemlerin davranışları anlamına gelen dilimizdeki tek kelimedir’ [Whole Building Design Guide web sitesi, 2008].

Bütünleşme, bütünü oluşturan parçaların birbirleri ile ve bütün ile olan ilişkisi olarak tanımlanmaktadır. Bina alt sistemlerinin bütünleştirilmesi ise, her bir alt sistemin bina bütünü ile olan ilişkisini belirlemektedir. Alt sistemler arasındaki ilişki ise koordinasyonu getirmektedir.

Bütünleştirmede, geleneksel sistemle yapılan yapıların aksine, bütün alt sistemlerin taşıyıcı sistemle olan ilişkisini göz önünde bulundurması önemlidir. Bütünleştirme ihtiyacı, binadan beklenen performans kriterlerinin istenilen ölçüde gerçekleşebilmesi bakımından önem taşımaktadır. Bina bütünselliği, binanın ömrü

boyunca dış ve iç etkilere karşı malzeme ve bileşen gruplarının özelliklerinin sürdürülmesine bağlıdır. Bütünleştirme ile binaların sadece mekanik ve fiziksel özellikleri değil, aynı zamanda görsel özelliklerinin de zamanla kaybolmayıp bina bütünlüğüne katkıda bulunması amaçlanmalıdır.

Bütünleşme kavramı ile birlikte sinerji kavramı da ortaya çıkmaktadır. ‘Sinerji’, her parçanın bir bütünün diğer parçaları kadar hizmet vermesi olarak tanımlanmaktadır. Mimari tasarımda ve mimari tasarım eğitiminde sinerji oldukça bilinen bir kavramdır. Bu bağlamda, İngilizcedeki ‘inter’ ön eki ‘arası’ sözcüğü ile yine İngilizcedeki ‘integrate’ sözcüğündeki bir beraber olmak anlamındaki kavramının ötesinde her parçanın bir mimari bütün içinde etkileşimi olarak tanımlanabilen mimari bütünleşme (architectural integration) kavramı ortaya çıkmaktadır.

3.2. Mimari Bütünleşme (Bütünleşik Mimarlık)

Bir önceki bölümde de belirtildiği gibi, ‘bütünleşme’, farklı bileşen ya da grupların iyi tasarlanmış bir bütün oluşturmak için bir araya gelmesidir. Böylece, farklı bileşenlerin kendi aralarında olduğu kadar bütün ile de etkileşim içinde bulunduğu görülmektedir.

Her ne kadar tüm alt sistemler ‘bütün’ olarak kabul edilse de, aslında ‘daha büyük bir bütünü’ oluşturmak için bütünleşmektedirler [Angyal, 1970]. Başka bir deyişle, tüm alt sistemler yapı sisteminin bütünlüğünü oluştururlar [Çelebi, 1998].

Mimarlıkta bütünleşme kavramı, tamamen işlevsel bir yapı oluşturmak için birçok alt sistemin kombinasyonu amacıyla kullanılmaktadır. Böylece, bütünleşme ile yapıdan karşılaması beklenen performans kriterlerinin karşılanması amaçlanmaktadır. Bir yapıdan karşılaması beklenen kriterlerden bazıları aşağıda belirtilmiştir. Bunlar;

- Yapının bütünselliğinin karşılanması,
- Kullanıcıların konfor seviyesi artırmak,
- Sağlık,

- Güvenlik,
- Hacimsel performans (Volumetric performance),
- Termal Performans (Thermal performance),
- İç mekan hava kalitesi,
- Akustik performans (Acoustics performance),
- Görsel performans (Visual performance),
- İşlevsel performans (Functional performance) [Çelebi, 1998].

Bu kriterlere göre, yapının bütünlüğü sadece kısa zamanlı değil, aynı zamanda uzun zamanlı olarak da dikkate alınmalıdır.

Bu nedenle, bütünleşmenin amacı, yapı alt sistemlerinin işlev olarak harmonize olması ve en yüksek yapı performans kriterlerini karşılayabilecek düzeyde bütünleşmesinin sağlanmasıdır [Çelebi, 1998].

Yapı tasarımı, birçok farklı bilginin bir ‘bütün’ olarak biraraya gelmesini gerektirmektedir. Bütünleşik yapı tasarımı, yapı kullanıcıları olan insanlar, yapı teknoloji uzmanları, tasarımcılar, mimarlar, inşaat mühendisleri, makine ve elektrik mühendisleri ve bunlar dışında birçok uzmanlık alanlarından katılımcıların katılımını içermektedir.

Bourdeau’ya (1999) göre, bir bina tasarlanırken, içinde bulunduğu kentin ya da bölgenin fiziksel dokusunun yanı sıra sosyoekonomik doku üzerindeki geçmişten kaynaklanan ve gelecekte de karşılaşılabilecek zararlar da göz önünde bulundurulmalıdır. Binalarda, yerel sürdürülebilirlik, kalkınma, yerel kaynakların sağduyulu kullanımı ve yerel toplumun yaşam kalitesinin geliştirilmesi ile ilgilidir [Özmehmet, 2005]

Bütünleşik yapı tasarımı, son yıllarda görmekte olduğumuz yüksek teknoloji yapılarında olduğu kadar geleneksel yöntemlerle yapılmış mevcut yapılar için de önemli olmaktadır. Ancak, yapıya etkinliğini ve bütünleşik olmasını sağlayan birçok kriterin mevcut yapılarda uygulanabilmesi oldukça güçleşmektedir. Eğer yapı,

geleneksel yöntemlerle tasarlanmış ve bu yapıya daha sonra çevre bilinçli teknolojiler uygulanmaya çalışılır ise, yapıyı ‘yeşil (sürdürülebilir)’ olarak adlandırabilmek daha maliyetli olacak ve tüm yapı tasarımında zayıf bir bütünleşme gösterecektir. Bu nedenle, tasarım sürecinin başlangıcından itibaren yapı için düşünülmesi ve uygulanması gereken tüm girdilerin bütünleşmesinin sağlanması gerekmektedir. Resim 3.1’de geleneksel yöntemle yapılmış bir yapıda, cephede yapı tasarım aşamasından sonra ilave olarak uygulanan güneş panelleri ve bu uygulamanın bütünleşme kriterlerini sağlamadığı görülmektedir.



Resim 3.1. Vest-Adger Klinikken güneş panellerinin uygulandığı cephe resmi
[Lundgren ve Torstensson, 2004]

Bütünleşik yapı tasarımında süreç 4 adımda ilerler:

1. Temel bir problem saptamak
2. Bir dizi çözümler tespit etmek
3. Her bir tekil stratejinin performansını değerlendirmek
4. Stratejileri performanslarına göre gruplamak

Bu dört adıma dayanarak, öncelikle kullanılacak stratejilerin seçimi, daha sonra tasarıma başlanması ve analizlerin tekrarlanması ile tasarım süreci oluşturulmaktadır.

‘Bütünleşik yapı tasarımı’ kavramını anlamak bütünleşik moda üzerinde düşünme ve çalışmaya olanak sağlayacak ve böylece bugünün ve geleceğin yüksek performanslı yapılarını tasarlamak mümkün olacaktır. Bütünleşik yapı tasarımı; bütünleşik tasarım yaklaşımı ve bütünleşik takım çalışması adı verilen iki bileşenden oluşmaktadır. Bütünleşik tasarım yaklaşımı, yapının teknik, plan, inşaa, yapı malzemeleri, sistemler gibi tüm alt sistemlerinin uyumu ve bütünleşmesini tasarım sürecine katılımını ele alan bir perspektiftir [Whole Building Design Guide web sitesi, 2008]. Bütünleşik takım çalışması ise, yapı tasarımında etkisi bulunan mimarlık, mühendislik, sosyoloji gibi tüm disiplinlerin ortak çalışması olarak tariflenebilmektedir.

Bütünleşik yapı tasarımı, pratikte, tüm üyelerinin proje evreleri boyunca birlikte çalıştığı ve tasarımı, maliyet, yaşam kalitesi, gelecekteki esneklik, verimlilik, çevresel etki, üretilebilirlik, yaratıcılık konularını değerlendiren entegre takım çalışması içermektedir. Ayrıca, bütünleşik tasarım; doğru yüksek performanslı, maliyet etkin, güvenli, ulaşılabilir, esnek, estetik, üretilebilir ve sürdürülebilir yapılar ortaya çıkarmak için gerekli stratejileri ortaya koymaktır. Başarılı bir proje, amaçları tasarım sürecinden önce belirlenerek doğru ve dengeli çözümlerle uygulanan, tüm yapı sistemleri ile ilişkilerin düşünüldüğü, değerlendirildiği ve doğru bir şekilde uygulandığı projeler, yüksek performanslı olarak adlandırılmaktadır [Whole Building Design Guide web sitesi, 2008].

Yukarıda belirtilen bütünleşik yapı tasarım kriterlerine ek olarak, bütünleşik tasarım; yapı sistemlerinin yapının yaşayan bir organizma olmasını, ekosistemler ile bütünleşmesini ve gerek görsel gerek işlevsel olarak birlikte hareket etmelerini sağlayan tasarım yöntemidir.

Bir bina için bütünleştirme, çeşitli kombinasyonlarda bina alt sistemlerini içeren tamamen işlevsel bir bina oluşturmaktır. Günümüzde teknolojik gelişmelerin etkisi doğrultusunda bütünleştirme sadece bina alt sistemleri arasında sınırlı kalmamaktadır.

Günümüz mimarlığında yapı alt sistemlerinin kendi içinde bütünleşme olanaklarının yanısıra çevre ile bütünleşme olanakları da ortaya çıkmıştır. Bu bütünleşmeyi etkileyen teknolojik olanaklar ve performans yaklaşımlı tasarım süreci günümüz mimarlığının bütünleşme kavramına veri sağlamaktadır. Bu nedenle, Mimari Bütünleşme başlığı altında mimarlıkta teknolojik bütünleşme ve bütünleşik tasarım süreci irdelenmiştir. Bu irdeleme sonucuna göre teknolojinin tasarım sürecine ve çevre üzerine etkisi nedeniyle mimarlıkta çevre bilinçli bütünleşik tasarım önem kazanmıştır.

3.2.1. Teknolojik bütünleşme

Mimarlık; dinamik, yeniliklere açık ve sürekli değişime uğrayan bir meslektir. Dolayısıyla, mimarlık sistemleri de çevre ile etkileşimi olan açık ve değişimlere uyum sağlayabilen dinamik sistemlerdir. En büyük değişimin de günümüzde yaşandığı kabul edilmektedir. Modernizm ve sonrası akımların tartışıldığı, teknolojinin de altın çağını yaşadığı günümüzde mimarlık sistemi ile teknoloji arasındaki ilişkiler de irdelenmelidir.

Teknoloji terim olarak salt teknik ve teknik olan şeyleri içermemekte, temel içeriğinde bir sanatın, bir konunun bilimsel çalışması yatmaktadır [Lökçe, 2002]. Günümüzde tek başına bir konu olarak değil kültürel ve sosyal gerçeklerin görünümünü içermesiyle ön plandadır. Böyle bakıldığında, mimarlığın teknolojinin bir parçası olarak mı ele alınacağı düşünülebilmektedir. Aslında böyle yaklaşıldığında dikkatler mimarlığın teknolojiye katılması üzerinde yoğunlaşabilmektedir.

Bunun için teknolojinin dar ve geniş anlamda tanımlamalarını aynı anda içerdiğine bakılmalıdır. Dar anlamda teknoloji sözcüğü ‘teknik’, ‘technique’ sözcüğü ile kullanılmakta ve bu tanımlamaya bağlı olarak teknolojik bilgi ve becerileri içermektedir [The Oxford English Dictionary, 1978]. Geniş anlamda ise teknolojinin teknik yönü değil kültürel ve örgütletiren yönü öne çıkarılır. Teknolojinin geniş anlamı onun kültürelliğidir ve bir kültürün teknolojiye uyarlanmasıyla ortaya çıkan

amaç ve sosyal değerleri içermektedir. Kurokawa, evrenselliğin günümüzdeki biçimini teknolojinin geniş kullanımı olarak tanımlarken ulusların kültüründe veya gelişimindeki farklılıkların teknoloji aracılığıyla gelişen sağlık ve mutluluk homojenliğinde bir birlikteliğe ulaşacağını belirtir. Aynı zamanda kültür ve gelenekten koparılmış bir teknolojinin kök salmadığını ve teknoloji transferinin sofistikasyon istediğini belirtir [Lökçe, 2001].

Pacey'in teknolojiyi teknolojik uygulama olarak ele aldığı ve teknolojiyi insanlar organizasyonlar tüm yaşayan varlıklar ve makinaları kapsayan düzenli sistemlerin, bilimin ve diğer bilgi türlerinin pratiğe uygulanması olarak ele aldığından yola çıkıldığında ise aslında teknoloji ve mimarlık ilişkisinde teknolojinin dar sınırlayıcı tanımının tamamen teknik içeriklerle sınırlandığını, geniş anlamının ise sadece teknolojik kelimesi olarak kullanılmasını işaret ettiği gözlenir [Pacey, 1983].

Mimarlıkla birlikte tüm disiplin alanlarında 21. yüzyılın başlarında, en popüler konulardan birisi; sosyal hayata etkisi olan teknolojik yenilikler ve değişimlerdir. İleri teknoloji gelişmiş ülkelerde temel bulmaktadır. Bugünlerde, başta Avrupa, A.B.D. ve Japonya gibi gelişmiş ülkelerde olmak üzere ileri teknoloji ürünü olan yapılar dünyada varlığını giderek genişletmektedir.

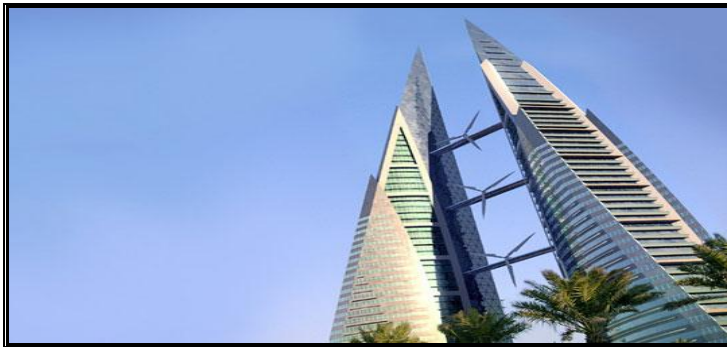
Her yeni teknoloji yerini aldığı eski teknoloji ile karşılaştırıldığında, her birinin ortak özelliğinin daha elverişli yaşam koşulları sunmak olduğu görülmektedir. Günümüzde, yaşam koşullarının daha iyi olması yönünde teknolojinin getirdiği yeniliklerden birisi de ekolojik yapılardır.

Ekolojik bağlamda teknik etkinlik ise; bilgisayar teknolojisinden yararlanma, bina otomasyon sistemleri (BOS), enerji etkinliği ve akıllı malzeme vb.; Endüstri Devrimi sonrasında ki gelişmelerin nihayetinde; 1973 yılında enerji krizi ortaya çıkmıştır. Enerji krizinin yönlendirmesi sonucunda; “enerjinin etkin kullanımı” olarak tasarım stratejisi yani “amacı” değişmiştir. Artık amaç enerjinin korunumu olduğundan bir önceki fonksiyona yönelik kurgunun belirlediği tasarım artık “enerjinin korunumu” olarak içerik değiştirmiştir [Çakmak, 2006].

Enerjinin korunumunun ön plana çıktığı tasarım örneklerinden bir tanesi, Resim 3.2 ve Resim 3.3’de görülen teknolojik bütünleşme örneği sergileyen Bahrain Dünya Ticaret Merkezi’dir. Bahrain Dünya Ticaret Merkezi, teknolojik bütünleşmenin ekolojik tasarım örneğinde rüzgar türbinlerinin yapının tasarım aşamasında yapı formu ile uyumlu ve yapıya bütünleşik olarak düşünüldüğü görülmektedir. Bu yapı, ekosistem ve yapı bütünleşmesi örneği bir tasarım sergilemektedir.



Resim 3.2. Bahrain World Trade Center Binası (Teknolojik bütünleşme örneği)
[Günel ve Ilgın, 2008]



Resim 3.3. Bahrain World Trade Center Binası (Teknolojik bütünleşme örneği)
[Günel ve Ilgın, 2008]

Yukarıdaki örnekte görüldüğü gibi; teknolojinin, yaratıcı tasarımı destekleyecek yönde kullanılabilecek potansiyelinin ve barındırdığı gücün keşfedilmesi mimarlara düşen bir görev olmaktadır. Teknolojinin mimarlık disiplini içerisindeki bir diğer

etkisi de dijital ortamın mimari tasarım aşamasında sunduğu performans artırıcı etkileridir.

Dijital ortamın, yalnızca çizim, modelleme ve canlandırma ortamı olarak değil, aynı zamanda bir tasarım ortamı olarak kullanılması tasarımcıya buluşlarının kapsam ve sınırlarını genişletme olanağı verir [Mori, 2002].

Tanımda belirtildiği gibi; mimarlık, yapının somutlaşması sonucu ortaya çıkan bir uzmanlık alanıdır (profession). Mimari ürünün başarısı temel olarak strüktürel organizasyon, bu organizasyonu destekleyen teknoloji seviyesi ve insan yapımı (man-made) çevrenin performansına bağlıdır. Böyle bir yaklaşımla, yapı oluşum ve inşa sistemi, yapı ve yapım süreci ilişkisi ve yapılarda konfor düzeyini gerçekleştirme çabaları mimarlığın teknolojik alandaki sınırlarını belirlemektedir [Çelebi, 1998].

Bu nedenle, mimarların, ekolojik anlamda yüksek performanslı bir mimari ürün ortaya çıkartması için teknoloji ve tasarım süreci birlikteliğini sağlaması gerekmektedir.

3.2.2. Tasarım sürecinde bütünleşme (Bütünleşik tasarım)

Enerji, ekonomik ve çevresel performans açısından ‘yüksek performanslı’ bir yapının standart bir yapıdan daha iyi çalıştığı ve işlev gördüğü kabul edilmektedir. Bu yaklaşımı ön plana alan bir tasarım süreci de bütünleşik yapı tasarımı (IDP - Integrated Design Process) olarak tanımlanmaktadır.

Bütünleşik yapı tasarımı (IDP- Integrated Design Process) sürecinde, yaşanan çağın gerekleri ve gelişmelerine bağlı olarak yeni tasarım stratejileri ortaya konur. Bir başka deyişle, süreç çevre ile yaşar ve değişir. Bilimsel bulguların sonuçlarının gündelik yaşama daha hızlı yansması; tasarım stratejilerindeki değişim süreci yaşanan sosyo-kültürel ortamdan bağımsız gelişmemiştir. Toplumun değer sistemleri, ekonomik faaliyetlerin değişmesi, gelişen teknoloji ve teknolojinin

mimarlık sistemlerine etkisi tasarım sürecine de yansımaktadır. Bu nedenle, tasarım sürecinde bütünleşme kavramı da önem kazanmaktadır.

Gelişen malzeme bilimi ve gittikçe yaygınlaşan bilişim ve enformasyon teknolojilerinin de yaşamın her boyutuna giderek artan etkinlikte girmesi değişimin temel karakteristikleridir.

Bu üç temel faktörün karşılıklı etkileşimi çerçevesinde;

- a) Enerji tasarrufu ve atık yönetimi,
- b) Esnek planlama,
- c) Ofis-bina otomasyonu,

boyutlarında tasarım stratejilerine yansımaktadır [Çakmak, 2006].

Bu faktörlerin mimari tasarım stratejilerine etkilerini sırasıyla incelemek gerekirse;

- a) Enerji tasarrufu ve atık yönetimi, yapı işletim sistemlerinde ve yapı bütününde yapıya girdi ve çıktı oluşturan enerji ve atık miktarının azaltılmasına olanak sağlayacak tasarım stratejilerinin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır.
- b) Esnek planlama, teknolojik ve çevresel parametreler doğrultusunda, değişen koşullara rahatlıkla uyum sağlayacak tasarım stratejilerinin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır.
- c) Ofis-bina otomasyonu, yapılarda iletişim ve denetim mekanizması sağlayacak tasarım stratejilerinin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır.

Yapı üretim süreci, ardışık ve birbirlerini tamamlamayan alt üretim süreçlerinden oluşmaktadır. Her alt üretim süreci farklı nitelikteki teknikleri veya teknik paketlerini içerebilir. Alt süreçlerin kurgusu ve özelliklerine göre bu alt süreçlerden birisinde uygulanan teknik, hakim karakterli olup, diğer alt süreçlerin tekniklerinin karakteristiklerine ilişkin sınırlamalar veya kısıtlamalar getirebilmektedir. Bu olgu, bir yandan süreçler arasında, organizasyonel boyutta ilişki ve etkileşimin bütüncül yaklaşımını, diğer bir ifade ile eylem etkinliğinin bilgi akışını ve denetim

organizasyonunun gereğini, diğer taraftan da; süreçlerde kullanılan teknikler arasında da bütünleşmeyi gerekli kılar [Utkutuğ ve Gültekin, 2006].

Tasarım süreci, tasarımcının problemle karşılaştığı ilk basamaktan, çözümü ortaya koyduğu son basamağa dek geliştirdiği bir dizi işlemler zinciri olarak tanımlanabilir. Mimari tasarım sürecini farklı bakış açılarıyla, farklı basamaklardan oluşan bir süreç olarak ele almak mümkündür. Schwenck ve Sarıyıldız mimari tasarım sürecini, kavramsal tasarım ve maddeleştirme (materialisation) olarak iki ana aşamaya ayırmaktadır. Kavramsal tasarımda, tasarımın biçimlenişi gerçekleşmekte, maddeleştirme ile ise, biçime uygun bileşenler ve malzemeler belirlenmektedir [Çelebi ve ark., 2008].

Bu en genel ayırım dışında, İngiliz Mimarlar Enstitüsü RIBA (*Royal Institute of British Architects*) mimari tasarım sürecini dört aşamaya bölmektedir:

1. Aşama-Özümseme (assimilasyon): Eldeki problem ile ilişkili bilgi edinme ve birikim.
2. Aşama-Genel Çalışma: Problemin doğasının keşfedilmesi, olası çözümlerin araştırılması.
3. Aşama-Geliştirme: İkinci evreden ayrılan olası bir ya da birkaç çözümün geliştirilmesi, artırılması.
4. Aşama-İletişim: Tasarım ekibinin içinden veya dışından kişilerle bir veya birkaç çözüm üzerinde konuşulması [Çelebi ve ark., 2008].

Ancak RIBA, bu dört aşamalı genellemenin birbirini izleyen bir dizi oluşturmayacağını ve aşamalar arasında atlamaların ve geri dönüşlerin söz konusu olabileceğini belirtmektedir. Gerçekten de tasarımcı olası sonuçları müşterisine sunduğunda (4. aşama), müşterisinin problemi son derece kötü tanımladığını (1. aşama) belirtmesi sıklıkla yaşanmaktadır [Çelebi ve ark., 2008].

RIBA'nın daha ayrıntılı ele alındığı, içinde tasarım sürecini de içeren bir “bina elde etme süreci” olan “Çalışma planı” Çizelge 3.1’de de görüldüğü gibi on iki aşamadan

oluşmaktadır. Bu aşamaları, tabloda görüldüğü gibi “tasarım öncesi çalışmalar”, “tasarım çalışmaları”, ”yapım hazırlığı”, “inşaat” ve “inşaat sonrası” olmak üzere beş grupta toplamak mümkündür [Çelebi ve ark., 2008].

Çizelge 3.1. RIBA çalışma planı ile TMMOB standart mimarlık hizmetleri iş aşamaları karşılaştırması [Çelebi ve ark., 2008]

RIBA Çalışma Planı İş Aşamaları	Gruplama	TMMOB Standart Mimarlık Hizmetleri İş Aşamaları
A- Başlangıç	Tasarım öncesi çalışmalar	A- Hazırlık ve Ön Etüd Çalışmaları
B- Fizibilite		
C- Outline Tasarım	Tasarım çalışmaları	B- Ön Proje Çalışmaları
D- Şematik Tasarım		C- Kesin Proje Çalışmaları
E- Detaylı Tasarım		D- Uygulama Proje Çalışmaları
		D-1/ Uygulama Projesi
	D-2/ Sistem ve Montaj Detayları	
	D-3/İmalat Detayları	
F- Üretim Bilgisi	Yapım hazırlığı	D- Uygulama Proje Çalışmaları
G- Maliyet Analizi		D-4/Teknik Şartnameler
H- İhale		D-5/Metraj, keşif, maliyet analizi
J- Proje planlama		E- İhale Çalışmaları
K- Saha çalışmaları	İnşaat	F- Uygulama Denetimi Çalışmaları
L- Tamamlama		G- Kabul- Teslim
M- Geri Besleme	İnşaat sonrası	H- Geri Besleme Çalışmaları

RIBA çalışma planına çok benzer bir başka plan ise, TMMOB Mimarlar Odası’nın “Serbest Mimarlık Hizmetleri Uygulama ve Mesleki Denetim Yönetmeliği”nde yer alan “Serbest Mimarlık Hizmetleri” başlığı altında sıralanan sınıflandırılmasıdır. Bu “Standart Mimarlık Hizmetleri” iş aşamaları da aynı çizelge içinde görülmektedir. RIBA Çalışma Planı ile benzer aşamalar içerse de, TMMOB Mimarlar Odası’nın sınıflandırması daha özet bir yaklaşım sunmaktadır [Çelebi ve ark., 2008].

Bütünleşik yapı tasarımı, birçok disiplinin sinerjik yararlar elde ettiği bir tasarım süreci olarak tariflenmektedir. Amaç, düşük maliyet ile yüksek performanslı yapı elde etmek ve çeşitli faydalar sağlamaktır. Bu süreç, genellikle yapı formu, işlev, performans ve maliyeti konusunda geleneksel tasarım kriterlerine yeşil tasarım

stratejilerinin katılımını içermektedir. Örneğin; yapı formunun binanın ısı kaybı miktarında önemli bir rolü bulunmaktadır. Binalarda yüzey alanının iklim koşulları dikkate alınarak, bina hacmine göre oranının ayarlanması, pasif anlamda enerji tasarrufu sağlanmasına yönelik önemli bir tasarım kriteridir.

Başarılı bütünleşik yapı tasarımının bir anahtarı da, farklı uzmanlık alanlarından kişilerin tasarım sürecine katılımıdır; mimarlık, HVAC, ışıklandırma, elektrik, iç mimari ve çevre tasarımı. Bu bağlamda, bütünleşik yapı tasarımında, örneğin makine mühendisi, kullanılacak enerji miktarını ve maliyetini hesaplar ve bu hesaplamalara dayanarak, tasarımcıları yapının enerji kullanım kriterleri olan; yapının yönü, şekli, dış cephe malzemeleri, mekanik sistemleri ve ışıklandırma opsiyonları bakımından bilgilendirmesi gerekmektedir [U.S. Department of Energy web sitesi, 2001].

Son yıllarda yapılan yapılar talebe bağlı olarak çoğunlukla kompleks ofis binaları olmuştur. Hayatı kolaylaştıracak ya da şeklini değiştirecek her türlü malzeme ve sistemin keşfi, mimari tasarımın gelişme çizgisinde etkili olmaktadır. Bu bağlamda; bu dönemde tasarım stratejisini değiştiren parametrelerin; otomasyon teknolojileri ve malzeme teknolojileri olduğunun kabulüyle bina sistemlerinin işletimine yönelik otomasyona dayalı alt sistemlerin geliştirildiği görülmektedir.

Örneğin 1980’lerde ofis ortamında her çalışanın bireysel bilgisayar kullanma olanağının gelişmesiyle, kablo donanım problemlerinin çözümüne yönelik ihtiyacın başladığı görülmektedir. Bu ihtiyaç tasarıma “yükseltilmiş döşeme” olarak girmiş ve geliştirilmiştir [Çakmak, 2006].

Tasarım bilgisayar programının harekete geçiricisi ve tamamlayıcısı olarak düşünülmekte ve yapıların bileşenleri bu işlev içinde bütünleşmenin donanımı olarak ele alınmaktadır. Tasarım bir projenin en önemli mimari hedeflerini kurar ve sonra, onları yöntemlerle yönlendirir [Bachman, 2003]. Mimari hedeflerin başında, tüm bileşenlerin etkileşim gösterdiği yüksek performanslı yapı tasarım kriterlerinin sağlanması gelmektedir.

Performans tabanlı tasarım yaklaşımları, günümüzde tasarım sürecini yönlendiren stratejilerin başında gelmektedir. Yapılarda yüksek performans sağlayabilmek için daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi; sürdürülebilirlik, güvenlik, işlevsellik, estetik, tarihi, üretilebilirlik, ulaşılabilirlik, ekonomiklik gibi tasarım özelliklerinin sağlanması gerekmektedir.

Bütünleşme, tüm yapı bileşenlerini farklı yollarla bir araya getirmekle ilgilidir ve parçaların bütünlüğü yanında parçaların sinerjisinin üzerinde durulmaktadır. Tasarım sürecinde bütünleşme (bütünleşik tasarım) kavramı ise; yapılarda her şey dahil, özümlemiş, bütün, tamamlayıcı, elverişli, uygun, çok amaçlı, kolayca uyum sağlayan, esnek, ayrıntılı gibi kavramları ortaya çıkarmaktadır.

Sonuç olarak geleceğin mekan tasarımları; çevre, yapı ve kullanıcılar bütününde irdelenerek oluşturulmalıdır. Bu doğrultuda bir sonraki bölümde, öncelikle çevre ve ekoloji kavramları tartışılarak yapının yüksek performanslı olarak nitelendirilmesini sağlayan bileşenlerden çevre bilinçli bütünleşik tasarım kriterleri ortaya konulacaktır.

3.2.3. Çevre bilinçli bütünleşik tasarım

Ekoloji biliminin önde gelenlerinden Odum, 1953 yılında yazdığı ‘Fundamentals of Ecology’ adlı kitabında ekolojiyi, fiziki ve biyolojik bilimleri birbirine bağlayan, doğal birimlerle sosyal birimler arasında köprü kuran bir bilim dalı olarak tanımlamıştır [Lakot, 2007].

Lakot’a göre; ekoloji, bir ürünün üretiminden yok oluşuna kadar geçen süreçte (üretim, kullanım, atıklar) çevre sistemlerinin olumsuz etkilenmesini en aza indirgeyecek sistemlerin araştırılıp uygulanmasının yollarını arayan bilim dalıdır.

1800’lü yılların son yarısında, ekoloji bilim dünyasındaki yerini alırken, nesnesini insan dışındaki canlılar olarak belirlemiştir. 1900’lü yılların başında da, insana yer vermeyen çizgisini sürdürmüştür. İnsanın ekoloji kitaplarında yer almaya başlaması, bitki ve hayvan topluluklarının ortamları ile olan etkileşimlerinde insanların bir işlevinin olduğunun kabul edilmesi yeni bir gelişmedir. Yakın zamanda artan insan

kaynaklı çevre sorunlarının giderek büyük boyutlara ulaşması, ekoloji biliminin kapsamının insan-doğa ilişkilerini de içermesine yol açmış, ekolojik anlayışın ve çevre bilincinin, problemlerin çözümünde anahtar kelimeler haline gelmesi, bu bilim dalına olan ilgiyi arttırmıştır [Katırcı, 2003].

İnsan var olduğu günden itibaren doğayla bir mücadele içinde olmuş ve insanlık tarihi sürecinde, insan gereksinimleri doğrultusunda doğanın işleyiş yönünü değiştiren başarılar kazanmıştır. Ancak ‘doğaya karşı elde edilen her başarının bir bedeli vardır’ söylemi, ekolojinin temel önermelerinden biridir [Özer, 1996].

Ekolojik olmak aslında doğaya uyumlu yani ‘ekonomik’ olmaktır. Dolayısıyla ‘daha az enerji harcamaktır. Gerçek ekonomi, yaşam döngüsüne uyumlu ve bu anlamda sürdürülebilir yani katılımcı olmakla, çevresel ilişkiyi dengede tutmakla, yani ‘ekolojik’ olmakla ölçülmelidir [Lakot, 2007].

Teknolojik bütünleşmenin tasarım sürecine işlenmesi sonucunda, çevre bilinçli bütünleşik tasarım kavramı da ortaya çıkmıştır. Ekolojik ilkeleri içeren mimari tasarım; doğal sistemlerle sosyal sistemin ilişkilerine mekansal içerik kazandırılması olarak tanımlanabilmektedir.

Böylece, iklim verileri, çevre bilinçli bütünleşik tasarım stratejilerini önemli ölçüde belirlemektedir. Enerji etkinliği bağlamında, iklimsel etkilerin kontrolünde rol oynayan binaya ilişkin süreçler:

- Binanın topografyaya uyumuyla enerji etkinliğinin sağlanması,
- Bina kütleli kurgu ve iç mekan organizasyonunda pasif anlamda enerji etkinliğinin sağlanması: mimari bütünleşme

Bütünleşme kavramının etkisini sürdürülebilirlik kavramında da görmek mümkündür. Sürdürülebilir yapıları tekil olarak ekosistem içerisinde sadece enerji verimli tasarımlar olarak ele almak yeterli olmamaktadır. Bu yapılar için de bütünleşme parametrelerinin düşünülmesi önemlidir.

Bir ‘yeşil (sürdürülebilir)’ yapı, yukarıda belirtilen bütünleşme parametrelerini tasarım sürecinin başlangıcından bu yana tasarım sürecine bütünleşmesini sağlayan yapıdır. Hiçbir tekil karar ya da teknoloji bir yapıyı ‘yeşil (sürdürülebilir)’ yapmak için yeterli değildir. Yapının bütününün ve alt sistemlerinin nasıl çalıştığının ve bütünleşme performanslarının dikkate alınması, yapı kullanıcıları için daha iyi çalışan tasarımlar oluşturulmasını sağlamaktadır.

Tasarım, içinde pek çok parametre barındıran ve sürekli geri dönüşlerle beslenerek yürüyen “yinelemeli” bir süreçtir. Mimari tasarım, çoğunlukla tasarımcının deneyimine bağlı olarak gelişmektedir. Tasarımı formüle etmek olası değildir. Aynı gereklilikler için, aynı arsa koşullarında, aynı tasarımcı, her seferinde farklı bir tasarım gerçekleştirebilir [Çelebi ve ark., 2008].

Bu karmaşık süreç sonunda ortaya çıkan binanın yüksek performanslı, çevresel değerlere öncelik veren, sürdürülebilir bir tasarım ile elde edilmesini sağlamaya yönelik olarak, tasarımcıların yardımcı araçlara gereksinimi vardır. Bu araçlar tasarım kararlarının alınmasında etkili, farklı seçeneklerin değerlendirilebilmesini sağlayacak nitelikte olmalıdır. Günümüzde tasarım kararını desteklemeye yönelik geliştirilmiş pek çok bilgisayar programı vardır. Ancak çoğunlukla tasarımcı, kendi deneyimlerini, bir bilgisayar programı yardımıyla gelecek desteğin üzerinde tutmaktadır. Tasarım süreci içinde elde edilecek bilginin akış hızı, sürecin akışını yavaşlatmamalıdır. Bu anlamda, tasarım kararını desteklemeye yönelik araçları çoğunlukla zaman kaybı olarak gören tasarımcı, deneyimlerine öncelik vermeyi tercih etmektedir [Çelebi ve ark., 2008].

Ancak, tasarımda daha önce değerlendirmedeği, ama günümüzde artık olmazsa olmaz etkenlerinden olan çevreye duyarlı, enerji korunumlu ve sürdürülebilirliği destekleyen parametrelerin süreç içine entegrasyonu, tasarımcının daha önce deneyiminde yer almayan farklı girdileri değerlendirmesini gerektirmektedir. Bu noktada tasarımcı karar vermeye yardımcı araçlara gereksinim duymaktadır. Ancak bu kez ortaya çıkan sorun ise, tasarım kararına destek olduğu öne sürülen bu araçların gerçekte karar vermeyi ne kadar etkilediği ve ne kadar etkin kullanılabildiği konusundaki kuşkulardır [Çelebi ve ark., 2008].

Konu; çevreye duyarlı, sürdürülebilir tasarımlar ve buna bağlı yüksek performanslı binalar olduğunda, tasarım kararına etken parametreleri, temelde, nitel ve nicel olmak üzere iki başlık altında toplamak mümkündür. Teorik olarak, belirli eşik değerlerin tanımlanması ile nitel değerlendirmede, tasarım kararını desteklemeye yönelik kullanılacak araçlar olarak bina performans simülasyonları öne çıkmaktadır. Bina performans simülasyonları, çeşitli detay düzeylerinde olabilmektedir. Bunun yanında, akustik, aydınlatma vb. gibi özel alanlar kadar, bina bütününde değerlendirmeye de olanak sağlaması nedeniyle, özellikle tasarımların fiziksel çevre değerlendirmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak, uygulamada simülasyon, tasarımı destekleyen bir araç olarak değil, bir performans kanıtlayıcı olarak kullanılmaktadır. Oysaki, tasarımın erken evrelerinden itibaren simülasyonu kullanmak, binanın gereksinimler doğrultusunda iyileştirilmesine yönelik potansiyeller içermekte, farklı alternatiflerin, performans kriterleri bağlamında analiz edilerek, bütün bina performansına etkisinin tasarımcı tarafından kolayca kavranabilmesini sağlayacağı düşünülmektedir [Çelebi ve ark., 2008].

Enerji etkin tasarımda binanın enerji performansı ön plana alınır ve böylece, fosil tabanlı tükenbilir yakıt tüketiminin kullanımının ve çevreye verilen zararların azaltılması hedeflenmektedir. Bu nedenle, binanın enerji etkinliğini sağlamak için, ana yaklaşım her bir bina elemanının performansını yükseltmek yerine tüm binayı bir sistem olarak kabul etmek ve tasarımın başında tüm bina performansının yükseltilmesini hedeflemek olmalıdır.

Tasarım aşamasında enerji etkinliğinin hedeflenmesinin yanında tasarım ölçeği de bir başka genişleme alanını simgelemektedir. Yani, tekil bina ölçeğinde enerji etkinliği yanında, bina grupları ve bölge ölçeğinde de enerji etkinliğinin ele alınması gerekmektedir. Bu alanda özellikle ısıtma ve elektrik enerjisi ihtiyaçlarının karşılanmasında yeni ve ileri yöntemler ve kullanım önerileri geliştirilmekte ve uygulanmaktadır [Çelebi ve ark., 2008].

S. Eryıldız'a (1996) göre, enerji çevre bilinçli bir tasarımda negatif etkileri en aza indirecek yapım sistemi ile yapı üretilmelidir. Bu şekilde mimarının araç olarak kullanılması ile sürdürülebilir bir geleceğe ekolojik konut yaklaşımı ile adım

atılmalıdır. Bu değişim ancak sosyopolitik, ekolojik ve kültürel boyutların bütünlük içinde irdelenmesi ile işlevleşebilir [Eryıldız, 1996].

Çevreye minimum müdahalede bulunan binalar tasarlamak, bina yakın çevresini biyosferin ekolojik sistemleriyle bütünleştirebilmek, sürdürülebilir çevreler bırakmak açısından gereklidir.

Son dönemlerde, tasarım stratejisinin “enerji etkinliğinin sağlanması” amacına yönelik olarak, etkin cam kullanımı geliştirilmiştir. Dış ortama göre tavır değiştiren etkin cam, doğal-yapay aydınlatma bütünleşmesiyle görsel konforu sağlamanın yanında, kullanıcı konfor taleplerini karşılamayı da (ısı, görsel vb.) amaç edinmektedir [Çakmak, 2006].

Tasarım ve teknoloji birlikteliğinde sorgulamalar genel olarak mimarlıkta teknolojik olan nedir, diye yapılır. Aslında bu bakış açısı tasarımcının çevre kontrol ilkelerine bağlı mimari tasarım tasarlama süreci ile uyum sağlamamaktadır. Teknik olarak tasarımı bir süreç olarak ele alan model, tasarımı bilimsel kuram ile tekniğin güçlü birlikteliğinde problem çözmektir diyen bir yaklaşım sonucudur. Bir başka deyişle teknik akılcılık eğilimidir. Ancak biliyoruz ki aslında mimari tasarım karmaşıklığa, belirsizliğe, değişkenliğe, tekilliğe/özgünlüğe ve değer yargılarına dayandırıldığında yaratıcılıklar kısıktırılmaktadır/güdülenmektedir [Lökçe, 2002].

Bu açıdan bakıldığında mimarların, tasarımın ilk aşamalarından itibaren enerji ve çevresel faktörleri, değişik veri tabanlarına ve farklı disiplinlere ait daha fazla bilgiyi, mutlaka göz önünde bulundurmaları şarttır. Bu, mimarlara disiplinler arası çalışma ortamı sunabildiği gibi, diğer disiplinlerin tasarıma müdahalesini kontrol olanağı da sağlar.

Yukarıda verilen tanımlamalar ışığında; çevre, malzeme ve yapı bütününde optimum çözüm önerileriyle duyarlı ve etkili çalışmalar yapılmalıdır. Bu bağlamda, belirlenen stratejiye göre geçerli çözümler, yapılacak işler, izleme yöntemi birbirleriyle

örtüşürülerek sorumluluk yüklenecek kişilerden oluşacak süreç net bir şekilde kurgulanmalıdır [Akıncıtürk, 1999].

Ekolojik mimarlık, bir yapının enerji ihtiyacını en aza indirmek amacıyla, tasarımın ve malzeme seçiminin bu yönde gerçekleşmesidir. Tasarımda pasif tasarım esasları uygulanırken, malzeme seçimi ve yapıya entegre edilecek sistemlerle, yapıda gereksinim duyulacak enerjinin üretimine katkıda bulunmak hedeflenmektedir [Altın, 2002].

Çevre bilinçli bütünleşik tasarım olarak da adlandırılan bu yaklaşımla birlikte sürdürülebilir yaşam kalitesi sağlamak mümkün olacaktır. Bu doğrultuda yapılan yapıların tasarım aşamasından yıkım aşamasına kadar çevreye zarar vermemesi öngörülmektedir.

Elbette bu yaklaşımın başarılı sonuçlar vermesi için çeşitli meslek gruplarından uzmanların çalışmalarını bir arada devam ettirmeleri önem kazanmaktadır. Böylece ortak çalışmalardan üretilcek çözüm yolları, daha sağlıklı sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır. Tüm bunlara ek olarak bu yaklaşımda verimlilik elde etmek için mimarlık sistemlerinin; yapı sistemleri ve ekosistemler (çevre) bütününde ele alınması gerekmektedir.

Bir yapının ‘çevre bilinçli’ olarak tanımlanmasında etkin rol alan parametreler;

- Binanın konumu
- Binanın işlevi
- Binanın esnekliği
- Binanın ömrü
- Yönü
- Formu
- Strüktürü
- Isıtma ve havalandırma sistemleri
- Kullanılan malzemeler’dir.

Yukarıda belirtilen parametreler içerisinde, mimarlık sistemlerinin bütünleşmesi bağlamında yapının formu ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada yapı sistemleri ve ekosistemlerin bütünleşme potansiyelleri ‘yapının formu’ esas alınarak irdelenecek ve bütünleşme ilkeleri bu doğrultuda analiz edilecektir.

4. MİMARLIK SİSTEMLERİ VE BÜTÜNLEŞME

Daha önceleri mimarlık sistemleri sadece yapı alt sistemleri ile sınırlı düşünülmekteydi. Yapı alt sistemleri ise, bir çok araştırmada farklı sınıflandırmalarda ele alınmıştır [Broadbent, 1981]. Bu noktada, mimarlık sistemlerini oluşturan alt sistemlerin belirlenmesi işlemi çözümleme kavramını ortaya çıkarmaktadır.

Çözümleme kavramı, genel olarak bir bütünü parçalarına ayırma işi olarak tariflenmektedir. Bu nedenle, çözümleme ancak ‘bütünlük’ için söz konusudur. Söz konusu ‘bütün’, fiziksel, biyolojik, kimyasal, mantıksal, teknik, toplumsal gibi pek çok alandan olabilmektedir. Wundt, çözümlemeyi üçe ayırmaktadır: bileşen çözümlemesi, kausal çözümleme ve mantıksal çözümleme.

- a) Bileşen çözümlemesi: Bir bütünü parçaları arasındaki ilişkiler dikkate alınmadan bileşenlere ayırma işidir.
- b) Kausal çözümleme: Bütünü bileşenler arasındaki nedensellik bağı gözönünde bulundurularak bileşenlere ayırma işidir.
- c) Mantıksal çözümleme: Bileşenler arası mantıksal bağılıklar dikkate alınarak onu oluşturan tek tek bileşenlere ayırma işidir [Sağlık, Teknoloji, Kültür ve Sanat Ansiklopedisi web sitesi, 2009].

Çözümlemiş alt sistemlerin bütünleşme ilkelerinin belirli bir strateji doğrultusunda ortaya konması, kalıcı ve değişebilir bileşenler ayrımının gözetilmesi, mimari ürünün bütünlüğü açısından önemlidir [Çelebi, 1994].

Mekan düzeyinde değişmeyi karşılayacak en önemli alt sistem mekan sınırlayıcı bileşenler sistemidir. Bu nedenle diğer sistemlerle olan ilişkileri, mekan sınırlayıcıların hareketlerini kısıtlayıcı özellikler göstermemelidir. Bu bağlamda, esneklik kavramı yapı alt sistemleri bütünleşmesinde öne çıkmaktadır. Yapı sistemlerinin parçalardan oluşan niteliği biçime esneklik özelliği kazandırır. Böylece

bütünü değişikliğe zorlamadan parça değiştirmek, yapı sisteminin verisi olarak, biçimin sürekliliğini sağlar [Çelebi, 1994].

Esnekliğin bir tasarım stratejisi olarak kabul edildiği bir yaklaşımda, taşıyıcı sistemin mekan sınırlayıcı elemanlar ile bütünleştirilmesi esneklik açısından kısıtlayıcıdır. Tam bir esneklik düşünülen, buna karşın kalıcı bileşenlerin varlığını reddetmeyen yaklaşımlarda taşıyıcı sistem ile mekanları sınırlandıran bileşenlerin birbirinden ayrılması zorunludur. Buna karşın, geniş açıklıklı tek mekan oluşturmaya yönelik yaklaşımlarda yatay mekan sınırlayıcı bileşenlerin (döşeme ve tavanların) taşıyıcı sistem ile bütünleşmeleri söz konusudur [Çelebi, 1994].

Yapıda taşıyıcılar sistemi eklemelerle yanyana ve üst üste düzeyde büyüeyebilen ve eklemelerin çıkarılması ile küçülebilen bir sistem olarak ele alınmaktadır [Çelebi, 1994].

Mimarlık sistemini yaşayan organizmalar sistemi bağlamında ele alan tüm görüşler, yukarıdaki düşünce tabanına dayanmaktadır. Mimarlık sisteminin yaşayan organizmalardan bir farkı, gelişmenin sadece büyüme olarak değil, aynı zamanda küçülme ile de sonuçlanabileceği görüşüdür. Çünkü kullanıcı sayısının azalması, gereksinilen mekan boyutlarının azalması vb. gibi nedenlerle küçülme doğrultusunda bir değişim istemi söz konusu olabilir. Küçülmeye bağlı olarak da kullanıcının konfor düzeyinde bir artış gerçekleşebilir. Bu nedenle büyüme ve küçülme bağlamında bir esneklik ve biçimlendirme anlayışı ortaya çıkar [Çelebi, 1994].

Mimarlık sistemi içinde çevre, yapay, doğal ve toplumsal bileşenler takımı ile tanımlanan, holistik bütünlük gösteren ve bu bağlamda mimari ürünü etkileyen girdiler olarak tanımlanabilir. Buna göre topoğrafik ve iklimsel koşullar doğal çevre verilerini, insanlar tarafından düzenlenmiş fiziksel yapılar ise yapay çevre verilerini oluşturur. Toplumsal çevre ise insana, insanlar arasındaki ilişki türlerine ve toplumsal normlar ile kişinin içinde bulunduğu kurumsal ve kültürel yapıya ilişkin özellikleri kapsar [Çelebi, 1994].

Yeni koşullar bağlamında kendini düzenleyen bir sistem olan mimari ürünün tasarımı amaç öncelikle iki talebin karşılanmasına hizmet eder:

- 1- Belirli bir zaman dilimi içinde özellik ve nitelikleri kesinlikle belirlenebilen amaç ve eylemlere uygun mekanlara ilişkin düzenin kurulması.
- 2- Çevre koşullarının değişimlerini denetim altına alabilen mekanlar düzeninin kurulması [Çelebi, 1994].

Fiziksel yapay çevre özellikleri ve sağlanması gereken çevre koşulları gereksinimleri karşılamak üzere belirlenmektedir. Buna göre çevre sistemini oluşturan alt sistemler aşağıdaki gibi sistematize edilebilmektedir:

- Fizyolojik gereksinimlere yanıt veren fiziksel yapay çevre sistemi
- Mekanların geometrik özellikleri ile boyutsal ilişkilerini içeren mekansal çevre sistemi

Mekanın dış çevre ile ilişkileri mekan ölçeğinde veya bina ölçeğinde ele alınabilmektedir. Mekan ölçeğinde doğal ışık, yön, kullanım için gereksinilen özellikleri dış çevre ile belirli düzeylerde ve belirli nitelikte ilişki kurmak durumundadır. Rüzgar, güneş, manzara vb. açılardan yön etkili bir dış çevre verisidir. Dış çevre koşulları uygun olduğu zaman mekanların dış çevre ile bütünleşmeleri kullanımda aranan bir özelliktir. Bu nedenle, tez kapsamında mimarlık sistemleri dış çevre ve yapı bütününde irdelenecektir.

4.1. Mimarlık Sistemini (Bütünü) Oluşturan Alt Sistemler

Bir mekan yada mekanları bir bütün şeklinde tasarlamak, inşa etmek ya da üretmek yerine, öncelikle yapı sistemini oluşturan öğeler tanımlanmalı daha sonra bu öğeler arasındaki ilişkiler ortaya konulmalıdır. Bu yaklaşım temel olarak, ‘yapım süreci (the construction process)’ olarak adlandırılan ve belirli adımlar içeren süreç kararına dayanmaktadır [Çelebi, 1998].

Günümüzde yapılar; teknoloji, endüstrileşme ve mimarlığa eklenen yeni boyutların desteklediği yeni fırsatlar etkisi ile gelişen yeni yapı sistemleri ve yapım teknikleri ile inşa edilmektedir. Özellikle, binaların bütünleşme prensiplerinin öncelikli olduğu ve yapı sistemlerinin farklı fonksiyonlara sahip olan alt sistemlerden oluştuğu ‘sistemik tasarım’ yaklaşımları ışığında inşa edilmeye başlandığı görülmektedir [Çelebi, 1998].

Bu giriş ışığında, mimarlık sistemlerinin analiz prensipleri, analiz edilen sistemler arasındaki ilişkiler, bu sistemlerin alt sistemleri ve bu alt sistemler arasındaki bütünleşme potansiyellerinin sorgulanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda, gelişen ve değişen ihtiyaçlar sonucunda mimarlık sistemlerinde yeni sınıflandırmalar ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda, bu çalışma kapsamında mimarlık sistemleri, yapı sistemleri ve ekosistemler olmak üzere iki alt sistem olarak ele alınarak bu alt sistemleri oluşturan alt-alt sistemler sırasıyla irdelenecektir.

4.1.1. Yapı sistemleri

Bir yapı, yapı bütününde farklı fonksiyonlara sahip kesin alt sistemlerden oluşan bir ana sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun yanında, birçok başka disiplin de kendi bileşenleri ile sistemde yer almaktadır. Bir yapının başarılı bir performans sergileyebilmesi için mimar tarafından bu bileşenler arasında koordinasyon, organizasyon ve yönetimin sağlanması gerekmektedir [Çelebi, 1998].

Bu bileşenler, bir mimari ürününün yapı sistemini oluşturan alt sistem bileşenleridir. Alt sistemlerin tanım özellikleri somut terminolojide; yapı sisteminin önemli farklı bütünleşme prensipleri ve farklı mimari yaklaşımların takip edildiği karmaşıklık ve çelişkilerden korumak şeklinde ele alınmaktadır [Çelebi, 1998].

Özellikle, 1960’lar ve 70’lerde yapı sistemini oluşturan alt sistemlerin analizi ile ilgili günümüzdeki sistem çözümleme çalışmalarına öncülük eden sayısız çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan bir bölümü aşağıda açıklanmaktadır.

Building Performance Research Unit (BPRU) tarafından geliştirilen modelde, sistem 3 temel alt sistem altında tanımlanmaktadır;

- Yapısal sistem (constructional system)
- İçerikler sistemi (contents system)
- Servisler sistemi (services system) [Çelebi, 1998].

BPRU modelini örnek alan Broadbent ise aşağıda belirtilen dört alt sistemden bahsetmektedir:

- Taşıyıcı sistem (structural system)
- Mekan ayırıcı sistemler (space separating systems)
- Servis sistemleri (services systems)
- Tesisat sistemi (fitting systems) [Broadbent, 1981]

Bunun yanında Bovill, çalışmasında daha detaylı bir işlevsel analiz yaparak alt sistemleri şu şekilde ele almaktadır:

- Taşıyıcı sistem (structural system)
- Akustik sistem (acoustic system)
- Dikey ulaşım sistemi (vertical transportation system)
- Sıhhi tesisat sistemi (plumbing system)
- Elektrik sistemi (electrical system)
- Aydınlatma sistemi (lighting system)
- HVAC (ısınma, havalandırma, klima) sistemi [HVAC system (heating, ventilating, air-conditioning system)] [Çelebi, 1998].

Ehrenkrantz'ın eğitim merkezlerinde en iyi yapısal performansın sağlandığı yapı sistemlerinin seçimini değerlendirdiği “School Construction Systems Development (SCSD)” adlı projesinde, alt sistemler, bu alt sistemler arasındaki ilişkiler ve alt

sistemler arasındaki bütünleşme potansiyelleri ele alınmaktadır. Bu çalışmada ana sistemler;

- Taşıyıcı (structure)
- Bölümler (partitions)
- HVAC ve Aydınlatma Sistemleri (HVAC and lighting systems) olarak sınıflandırılmaktadır [Çelebi, 1998].

Bu araştırmacıların yaklaşımları ile birlikte, Çelebi'ye göre yapıdaki fonksiyon ve görevlerine dayanarak temel alt sistemler aşağıda belirtildiği şekilde analiz edilebilmektedir:

- Taşıyıcı sistem (structural system)
- Bina kabuk sistemi (building envelope system)
- Servisler sistemi (services systems)
- Mekan ayırıcı sistemler (space separating systems)
- Sirkülasyon sistemleri (circulation systems)
- Bitirmeler sistemleri (finishing systems) [Çelebi, 1994].

Çelebi'nin 1994 yılında yapmış olduğu çalışmada, Broadbent'in sınıflandırmasına ek olarak sirkülasyon sistemleri ve fiziksel yapı çevre koşullarını denetleyen servisler sistemi ele alınmıştır.

Eşsiz'in çalışmasında ise; bu alt sistem gruplarına ek olarak teknolojik gelişmelerle ortaya çıkan, bina otomasyon sistemleri, iklimlendirme sistemleri, aydınlatma kontrol sistemleri ve güvenlik sistemleri özellikle yüksek yapılarda önem kazanmıştır [Eşsiz, 2001].

Yapı sistemlerine farklı bir yaklaşım da Bachman tarafından ele alınmıştır. Bachman'ın çalışmasında, yapı alt sistemleri 5 ana grupta incelenmektedir; örtme ve kapama sistemler, yapısal sistemler, mekanik sistemler, iç sistemler ve alan

sistemleri. Ancak çalışmada, alan sistemleri sadece topografya, çevre aydınlatmaları, çevre döşemeleri ile sınırlı kalmakta ve yapı sistemleri ile çevre (ekosistem) sistemlerinin bütünleşmesi ele alınmamaktadır. Bu çalışmaya ek olarak, tezin bir sonraki bölümlerinde ekosistemler tariflenerek, yapı sistemleri ile bütünleşme ilkeleri irdelenecektir.

Yukarıda belirtilen temel yapı alt sistemleri işlevlerine göre alt alt sistemlere ayrılabilir. Bu kapsamda, mimari ürünü oluşturan yapı sisteminin alt sistemlerinin ve ilişkili alt-alt sistemlerin genel özelliklerinin saptanması önemli olmaktadır. Bu nedenle, tez kapsamında yapı sistemleri aşağıda tariflenerek, bu yapı sistemlerini oluşturan alt-alt sistemler açıklanmaktadır.

Taşıyıcı sistem

Taşıyıcı sistem, yapı sistemini ayakta tutan sistemdir. Bu nedenle, sistemin temel, kolon, kiriş ve döşeme gibi bileşenleri yapıda dinamik ve statik yükleri karşılayabilecek şekilde tasarlanmışlardır. Bu sistem uygulama açısından kalıcı, toprak ile bağlı ve tüm alt sistemler içerisinde en uzun ömürlü sistem olarak karşımıza çıkmaktadır [Çelebi, 1998].

Yapıyı bir bütün olarak düşünürsek; taşıyıcı sistem, mekanı tanımlayan bir alt sistem olduğu gibi mekanı tanımlayan diğer alt sistemleri de desteklemektedir. Bu kapsamda, yüksek yapılarda, boyutsal performans ve mekanın çok amaçlı kullanımına bağlı olarak, taşıyıcı sistem her katta “*dikey taşıyıcı bileşenler ile bölünmeyen mekan*” , “*en az bölünen mekan*” ve “*bölünmüş mekan*” işlevini sağlayabilmektedir [Çelebi, 1998].

Bu performansa dayalı olarak taşıyıcı sistemin alt alt sistemlerini belirlemek önemli olmaktadır. Bu bağlamda, alt sistemler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Masif sistemler (taşıyıcı duvarlar, vb.)
- İskelet sistemleri (skeletal systems)

- Kompozit sistemler (composite systems) [Çelebi, 1998].

Bu noktada, mimarlara düşen görev yukarıda sınıflandırılması yapılan taşıyıcı sistem alt-alt sistemlerin mimarlık bütünü içinde ele alınmasıdır.

Yapı sisteminin bütününde, taşıyıcı olmayan alt sistemler kendi ağırlığı dışında herhangi bir ağırlık taşımadan atmosferik etkileri kontrol etmekte ve iç ortamda konfor koşullarını sağlamaktadır [Çelebi, 1998].

Bina kabuk sistemi

Bina kabuk sistemi, iç çevreyi dış çevreden ayıran ve farklı çevresel koşullara sahip olan bir alt sistemdir. Bina kabuk sistemi, yapının fonksiyonu ve dış çevresi ile uyum içinde fiziksel ortam yaratılmasında önemli bir role sahiptir. Özellikle günümüzde, çağdaş yapı ve üretim teknolojileri ve yeni malzemelerin geniş kullanımı sonucu, bu rol giderek önem kazanmaktadır [Çelebi, 1998].

Bu bağlamda, bina kabuk alt-alt sistemler şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Taşıyıcı olmayan sistemler (non-load bearing systems) (taşıyıcı sistemden bağımsız)
- Taşıyıcı sistemler (load bearing systems) [Çelebi, 1998]

Servis sistemleri

Servis sistemleri farklı birçok işlev içeren gerekli konfor koşullarını sağlayan mekanları bir araya getiren sistemleri içermektedir. Bunun yanında, bu sistemler genellikle yapı kabuğunun yetersiz olduğu yerlerde kullanılmaktadır. İşlevleri ve görevleri açısından servis sistemlerinin alt-alt sistemleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

- Isıtma sistemi (heating system)
- Havalandırma sistemi (ventilation system)
- Klima sistemi (climatization system)
- Aydınlatma sistemi (lighting system)
- Elektrik, elektronik ve haberleşme sistemi (electrical, electronic and communication systems)
- Tesisat sistemi (plumbing system) [Çelebi, 1998].

Servis sistemleri yıllar öncesinde de yapılarda uygulanan bir bileşen olarak görülmektedir, ancak günümüzde bu sistemlerde meydana gelen teknolojik gelişmeler sonucunda ayrı bir temel alt sistem olarak görünmektedir [Çelebi, 1998].

Teknolojik yeniliklerle birlikte servis sistemlerinde de yenilikler görülmektedir. Gelişen teknoloji ve servis sistem yenilikleri alt sistemlerin bütünleşme düzey ve şekillerini de etkilemektedir.

Mekan ayırıcı sistemler

Mekan ayırıcı sistemler, yapı içerisinde yer alan mekanları sınırlandırmanın yanında aynı zamanda mekanın kalitesi (görsel ve işitsel yalıtım, renk ve form gibi) ve boyutlarını da belirlemektedir. Alt-alt sistemleri belirlemekte en önemli faktör mekanların esnekliğini dikkate almak ya da almamaktır. Bu nedenle, mekan ayırıcı sistemler iki alt-alt sisteme ayrılabilir;

- Sökülebilir sistemler (demontable systems),
- Sabit sistemler (permanent systems) [Çelebi, 1998].

Bugünün yapıım teknolojilerinin sağladığı olanaklar yardımıyla, çözümlenebilir bileşenlerin (demontable components) kullanımı işlev yönünden uzun ömürlü yapıların inşa edilmesine olanak sağlamaktadır [Çelebi, 1998].

Sirkülasyon sistemleri

Sirkülasyonun düzeni ve sirkülasyonu sağlayan bazı bileşenlerin kalıcı konumları mekan organizasyonunu direkt olarak etkilemektedir. Bu nedenle, söz konusu sistem temel bir alt sistem olarak ele alınmaktadır [Çelebi, 1998].

Sirkülasyon sistemleri dış ve iç mekan arasında ilişki kuran, aynı kat ve farklı katlarda yer alan mekanlar arasında ulaşımı sağlayan alt-alt sistemleri içermektedir. Bu bağlamda, alt-alt sistemler şu şekilde ele alınabilmektedir;

- Koridorlar (corridors)
- Giriş holü (entrance hall)
- Merdivenler (stairs)
- Asansörler (elevators)
- Yürüyen bantlar (mobile bands or movable bands) [Çelebi, 1998].

Bitirme sistemleri

Yukarıda belirtilen temel alt sistemlerin dışında kalan tüm diğer sistemler, bu sistem kapsamında yer almaktadır. Bu sistemin alt-alt sistemleri aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür:

- Bitirme sistemleri (finishing systems) (kaplamalar, asma tavanlar, suspended, doğramalar, boya gibi)
- Donanım sistemleri (furnishing system)
- Cihaz sistemleri (equipment's system) (mobil aydınlatma armatürleri, TV ler, PC ler gibi)

Bu sistemlerin en önemli özelliği bileşenlerinin kolaylıkla değiştirilebilir ve yenilenebilir olmasıdır [Çelebi, 1998].

Bu bölümde mimarlık sistemlerinin alt sistemlerinden birisi olan yapı sistemleri ile ilgili genel bilgiler verilerek, literatürde farklı araştırmacılar tarafından ele alınan farklı yapı alt-alt sistemleri sınıflandırılmış ve bu sistemlerin temel özelliklerine değinilmiştir.

Bu bağlamda, alt sistemlerin ve bileşenlerin temel özellikleri genel olarak açıkça tanımlanmıştır. Fakat yapı sistemi, içerisindeki alt sistemlerin etkileşiminin dikkatli bir şekilde sorgulanması ile başarılı olabilmektedir. Son yıllarda yapıların organizasyon ve koordinasyonu, yapım ve alt sistemlerin bütünleşmesi, yeni teknolojilerin araştırılması ve geliştirilmesine bağlıdır. Böylece, yapı sistemleri ve ekosistemlerin mimari bütünlük açısından birlikte sorgulanması zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

4.1.2. Ekosistemler (Çevre sistemleri)

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

Çevre: “İnsanın yaşamını koşullandıran doğal ve yapay öğelerin tümüdür.”

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

Türk Çevre Mevzuatının temelini oluşturan Çevre Yasası’nda çevre, bütün vatandaşların ortak varlığı olup, hava, su, toprak, bitki ve hayvan varlığı ile doğal ve tarihsel zenginlikleri içermektedir [Hamamcı ve Keleş, 1993].

Çevre: “İçinde bulunduğumuz canlı ve cansız ortamların bir kısmı veya bütünüdür.”

Bozdoğan’a göre çevre, “biyosferdeki tüm canlı varlıkları çepeçevre kuşatan olaylar, maddeler ve eylemler bütünü olarak tanımlayabiliriz. Biyosfer içinde yer alan tüm

canlılar, onların içinde bulundukları ortam, birbirleriyle ve bu ortamla karşılıklı ilişkileri, çevrenin ana unsurlarını ortaya koymaktadır.”

Çevremizdeki olaylar insanın biyolojik yapısının sağlıklı olması ile ilişkili olduğu kadar, ruhsal ve zihinsel yönden de çevreyle etkileşim içinde olan insanı etkiler. Hava, su, gürültü kirliliğinin olmadığı, yeşillikler içinde sürdürülecek bir yaşam sağlıklı yaşayan ve sağlıklı düşünen bireylerin yetişmesini sağlayacaktır [Ünlü, 1991].

İnsan açısından çevre, insanoğlunun ihtiyaçlarını karşılamak, neslini devam ettirmek için, sürekli üretim ve tüketim faaliyetlerinde bulunduğu, dinlendiği doğal, kültürel ve yapay ortam olarak tanımlanabilmektedir [Ünlü, 1991].

Aynı zamanda çevre, bir organizmanın veya organizmalar toplumunun yaşamı üzerinde etkisi olan tüm faktörlerin bütünüdür ifade eden bir terimdir.

Canlıların yaşamasını ve gelişmesini sağlayan fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin bütünlüğüdür [Çepel, 1995].

“Çevre; doğal, ekonomik ve beşeri değerlerin bir bütünü olarak, canlı ve cansız varlıklarla, canlı varlıkların her çeşit eylem ve davranışını etkileyen fiziksel, kimyasal, biyolojik ve toplumsal nitelikteki etkenlerin bütünüdür.” Çevre; inorganik maddeler, canlı organizmalar ve insanlardan meydana gelir. Bina da çevrenin bir bileşenidir ve var olduğu sürece içinde yerel ve küresel boyutta çevresel etkenlerle iç içedir. Yerel çevreyi belirli bir yerdeki ekosistemi tanımlar ve çevre ile olan ilişkiler sınırlı bir alanda gerçekleşir. Küresel çevre ise dünyaya ait bir sistemdir ve sorunlar dünya ölçeğindedir. Bina yapımının ilk aşamasında şantiyenin kurulmasıyla birlikte, o çevrenin ekolojik karakterine müdahale başlamış olur. Şantiye “geçici” olmakla birlikte; yapım sırasında kullanılan donanım, personel ve yapım tekniğinin kendisi yerel çevreyi etkiler. Yapı malzemelerinin üretim sürecinin ve üretim teknolojisinin küresel çevre üzerinde etkileri vardır. Çünkü binanın yapımında kullanılan malzemelerin ham maddelerinin elde edilmesi, işlenmesi ve kullanılması sırasında çevreye yoğun bir müdahale söz konusudur. Üretimde kullanılan doğal kaynakların

niteliği, çevresel kirlilik, kullanılan enerjinin niteliği ve niceliği, küresel boyuttaki sorunların sorgulandığı alandır. Bina, inşa edildikten sonra ve kullanıma sunulduktan sonra da küresel çevre ile uzun süreli bir etkileşim içine girer. Bu süreçte, kullanıcıların gereksindiği fosil kaynaklı enerji, zehirli gazların oluşmasına; su ise atık su ve lağım sularının ortaya çıkmasına neden olur. Bakım-onarım aşamalarında da yerel çevre üzerindeki bir etki söz konusudur. Bu aşamada, kullanılan kaynakların çıkartılması, iyileştirilmesi ve taşınması işlemleri doğrudan yerel ekolojik dengelerle ilişkilidir [Çelebi ve ark., 2008].

Bu tanımları incelediğimizde çevre kavramını oluşturan öğelerin;

Canlı ve cansız varlıklar ile bunların birbirleri ile her türlü etkileşimlerinin oluşturduğu ortamlar olduğu görülmektedir. Ayrıca, çevre tüm yaşam faaliyetlerini içine alan, yapıların da bir bileşeni olduğu tüm alt sistemleri kapsayan bir ana sistem olarak tariflenebilmektedir.

Çevre kavramı tanımlanırken kullanılan biyosfer kavramı, yeryüzünde canlıların yaşadığı mekanı tanımlamaktadır. Biyosfer, ekosistemlerden oluşmakta ve ekosistemlerin bütününe kapsamaktadır.

Ekosistem ise, yeryüzündeki canlı ve cansız tüm varlıkların karşılıklı etkileşim içinde oldukları biyolojik sistemlerdir.

Allaby ekosistem için aşağıdaki tanımları önermektedir:

Ekosistem, kararlı bir sistem oluşturmak için canlı ve cansız varlıkların etkileşim içinde olduğu ayrı bir birimdir. Ekosistem ilkeleri tüm ölçeklerde uygulanabilmektedir. Örneğin; bir su birikintisi için geçerli olan ilkeler aynı şekilde bir göl, okyanus veya tüm gezegen için de uygulanabilmektedir. Sovyet ve Orta Avrupa Ülkeleri literatüründe ‘biogeocoenosis’ kavramı aynı anlamı ifade etmektedir [Allby, 1998].

Biogeocoenosis, yaşam ve dünyanın ortak bir işlevsellik sergilemesi olarak tariflenebilmektedir. Doğal sistemlerin cansız parçaları atmosfer, litosfer ve hidrosferi içermektedir. Ekosistemlerin canlı bileşenleri ise organizmalardır [Russell, 2006].

Russell ve ark. (2006) çalışmasında, ekosistemleri basit sistemler ve karmaşık sistemler olmak üzere iki farklı açıdan ele alınmaktadır. Bu tez kapsamında, ekosistemler dinamik sistemler olarak ele alınarak mimarlık bütününde yapı sistemleri ile etkileşimine değinilmektedir.

Özet olarak, ekosistemler yaşamı oluşturan ve koruyan sistemler olarak görülebilmektedir. Yukarıda ekosistemler ile ilgili verilen kısa bilgiler; enerji akışları, malzeme dönüşümleri ve bu dönüşümlere olanak veren temel gruplara odaklanmaktadır.

Zaman içerisinde, ekosistemler döngüsel (günlük ve yıllık) değişim gösterdikleri gibi evrimsel değişim de göstermektedirler. Bu nedenle, söz konusu ekosistem davranışları ile ilişkili mekansal ve zamansal değişimler ve karmaşık dinamiklerin bilimsel incelemesi yapılarak, bu karmaşık ekosistem dinamikleri ‘biocomplexity’ kavramı ile özdeşleştirilmiştir [Michener ve ark., 2001].

Biocomplexity Michener tarafından şu şekilde tariflenmektedir:

“insanları da içinde yer aldığı yaşayan organizmaları etkileyen, sürdüren ya da değişen davranışsal, biyolojik, kimyasal, fiziksel ve sosyal etkileşimden ortaya çıkan özellikler.”

Bu nedenle, ekosistemler geleneksel fizik kuralları ile sınırlandırılmış ancak, anlaşılabilir ve gizemli karmaşık davranışlar sergileyen basit fiziksel sistemlerdir. Ekosistemlerin temel iki özelliği, ‘kararlılık’ ve ‘esneklik’ olarak kabul edilmiştir. Ekosistemler, dışarıdan gelen uyarılara karşı tekrar eski haline dönme eğiliminde oldukları için ‘kararlı sistemler’ ve dışarıdan gelen uyarılara karşı kendi bütünlüğünü koruması nedeniyle de ‘esnek sistemler’ olarak nitelendirilmektedirler. Bu gerçek nedeniyle, tüm ekosistemler zaman içerisinde değişim göstermektedirler. Karmaşık

sistem olarak ekosistemler, birbirine bağı bir çok bileşenden oluşmaktadır [Allenby ve Cooper, 1994].

Bu nedenle, ekosistemler aynı zamanda kararlılık ve belirsizlik gösterirler. Ekosistemler, kararlılık ve esneklik özellikleri yanında, doğrusal olmayan tepkiler, süreksizlikler ve çatallanma nokta özellikleri de göstermektedirler [Cottingham, 2002].

Ekosistemler, yeryüzündeki tüm canlı varlıklar güneş, hava, su ve toprakla ilişki içinde ve birbirlerine yiyecek zinciri ile bağı durumdadırlar. Ekosistemdeki tüm olaylar sonuçta, bu zincirdeki bütün varlıkları etkilemektedir.

Ekolojik sistemlerin, kısacası ekosistemlerin sağladığı ürün ve hizmetler, yaşamsal katkıları nedeniyle ekonomik sistemlerin temelini oluşturur. Diğer bir deyişle, sosyal ve ekonomik sistemler ekolojik sistemlerin alt sistemleridir. Ekosistemler, abiyotik (inorganik) ve biyotik (organik) olmak üzere iki önemli bileşene sahiptir. Abiyotik bileşenler su (hidrosfer), hava (atmosfer), toprak (pedosfer), jeomorfolojik yapı ve ana materyal (litosfer) gibi cansız faktörlerden oluşur. Biyotik bileşenler ise bitkiler (flora), hayvanlar (fauna) ve insanlar gibi canlı faktörlerden oluşur ve bu öğelerin tümüne birden biyosfer adı verilir. Belirli bir zaman ve mekan ölçeğinde karşılıklı etkileşim halinde bulunan abiyotik ve biyotik bileşenlerin oluşturduğu dinamik sistemlere ekosistem adı verilir. Tanımda da belirtildiği gibi ekosistemlerin iki ana özelliği vardır. Birincisi, zaman ve mekan içerisinde değışiklik gösterirler yani dinamiktirler. İkincisi, bileşenlerinin birbirine bağımlı ve karşılıklı etkileşim halinde olduğu bir bütün oluştururlar; yani, oluşan bütün, parçalarının tek tek toplamından daha fazla özelliğe sahiptir [Evrendilek, 2004].

Ekosistemlerin yapısı, içeriği ve fonksiyonu geçmiş ve bugünün koşulları altında zamanla şekillenmiştir. Ekosistem yapı ve fonksiyonunun zaman içerisinde düzenli bir şekilde değışimi süksesyon olarak adlandırılır. Genellikle, uzun süreli ekosistem süreçleri büyük bir alanı, kısa süreli süreçler ise küçük bir alanı etkilemektedir.

Ekosistemler belirli bir zaman ve mekan ölçeğinde biyolojik, kimyasal ve fiziksel (biyojeokimyasal) süreçlerin karşılıklı etkileşiminden oluşan açık sistemlerdir. Ekosistemler en iyi biyojeokimyasal döngülerin incelenmesi suretiyle anlaşılabilir. A.L.Lavoisier (1743-1794) toprak, bitki ve hayvan arasında dairesel bir madde alışverişi bulunduğunu deneysel olarak gösteren ilk bilim adamıdır. Elton (1927), Lindeman (1942), Hutchinson (1948) ve H.T. Odum (1955) ekosistemlerdeki enerji akışı ile madde döngüsü çalışmalarının öncüleridir. E.P. Odum (1969), enerji ve madde alışverişlerini bir bütün olarak ele alarak ekosistem dinamiği çalışmalarının önemini vurgulamıştır [Evrendilek, 2004].

Dışarıdan enerji kaynağı ile beslenemeyen sistemlerde var olan enerji sürekli azalma gösterir; yani entropi artışı gösterir. Ancak, ekosistemlerin ana enerji kaynağı olan güneş, entropinin sürekli olarak artışı (mevcut kullanılabilir enerjinin azalışını) önlemektedir. Entropi sistemdeki düzensizliğin veya mevcut kullanılabilir enerjinin bir ölçümüdür. Termodinamik yönden sistemler dört ana grup altında toplanmaktadır: (1) adiabatik, (2) tecrit edilmiş, (3) kapalı ve (4) açık sistemler. Adiabatik sistemler çevresiyle enerji, madde ve ısı alışverişinde bulunmayan sistemlerdir. Yalıtılmış sistemler çevresiyle madde ve enerji alışverişinde bulunamayan sistemlerdir. Kapalı sistemler çevresiyle yalnızca enerji alışverişinde bulunan, fakat madde alışverişinde bulunamayan sistemlerdir. Açık sistemler çevresiyle sürekli olarak hem enerji hem de madde alışverişinde bulunan sistemlerdir (örn., ekosistemler, biyolojik sistemler) [Evrendilek, 2004].

“Sistem” “bir araya getirmek veya birleştirmek” anlamına gelen “synistanai” teriminden türetilmiştir. Ekosistemler de dahil her sistemin kaçınılmaz iki temel özelliği vardır: bileşenlere (yapıya) ve süreçlere (işlevlere) sahip olması. Sistemlerin bileşenleri, dairesel sebep-sonuç (etki-tepki) ilişkileri ile birbirine bağlı ve karşılıklı etkileşim etkileşim halindedir. Bu dairesel sebep-sonuç ilişkilerine, geribildirim (geribesleme) çevrimleri denir. Her geribildirim çevrimi, akış ve stok değişkenlerinin birisi olmadan sistem dinamiği veya geribildirim çevrimi tanımlanamaz, yani durum (stok) ve akış (eylem) değişkenleri, geribildirim çevrimlerinin hem gerekli hem de yeterli koşullarını temsil eder. Geribildirimler, durum ve akış değişkenleri, tüm

sistemlerde olduğu gibi ekosistemlerin de temel yapı taşlarını oluştururlar [Evrendilek, 2004].

Sistem dinamiği ilkelerinin ekolojik sistemlere uygulanışındaki önemli aşamaları kronolojik sıraya göre özet olarak gözden geçirmek gerekirse: Ekolojinin canlılar ile cansız çevrelerin karşılıklı etkileşimini araştıran bir bilim dalı olarak ortaya çıkışı, 1866 yılında Alman zoolog *E. Haeckel* sayesinde gerçekleşmiştir. “Ekoloji” terimi “oikos=yaşam ortamı” ve “logos=bilim” anlamına gelen Latince sözcüklerden türetilmiştir. Ekoloji kavramı bugünkü disiplinler arası anlamıyla ilk olarak 1880 yılında İskoç biyolog *Patrick Geddes* tarafından kullanılmıştır. Sistem dinamiğinin ekoloji bilimine uygulanışı ise ilk olarak *A.J.Lotka'nın* (1924) modeli ile gerçekleşmiştir. *Egler* (1942), *Smuts*'un (1926) “bütün, parçalarının toplamından büyüktür” şeklindeki sistem dinamiği (holizm) aksiyonunu, doğanın hiyerarşik organizasyonu olarak ekolojiye tanıştıran ilk kişi olmuştur. Sistem veya ekosistem ekolojisi adı altında yürütülen bu modelleme çalışmalarının ortak yönü aşağıda belirtilmiştir:

1. İncelenen sistemin homojen veya birbiriyle bağlantılı bölmelere ayrılması;
2. Her bir bölmenin o bölme içindeki materyal veya enerji miktarını göstermesi;
3. Bölmelerdeki birikimlerin zaman içindeki değişim hızının diferansiyel denklemlerle tanımlanması ve
4. Geliştirilen modellerin tanımlayıcı, açıklayıcı veya tahmin edici özelliklerden bir veya bir kaçına sahip olması [Evrendilek, 2004].

İlk kez 1866 yılında Alman biyolog Ernest Haeckel tarafından kullanıldığı kabul edilen ekoloji kavramı, canlı varlıkların ortamları ile olan ilişkilerinin incelenmesi olarak tanımlanmıştır. Ekoloji sözcüğü, Yunanca “yaşanılan yer, yurt” anlamına gelen “oikos” ile bilim ya da söylem anlamlarına gelen “logia” sözcüklerinden türetilmiştir. Ekoloji, etimolojik olarak yerleşme bilimi ya da yurt söylemi anlamlarını içermektedir. Hayvan ya da bitkilerin çevreleri ile olan bütün ilişkileri ekolojinin nesnesini oluşturmuştur [Hamamcı ve Keleş, 1993].

1970’li yıllara kadar, ekoloji biyolojinin bir kolu olarak flora ve faunanın çevreleriyle olan ilişkilerini inceleyen bir disiplin olarak tanımlanırken, günümüzde çevre sorunlarının yaşam kalitesini olumsuz etkilemesi ile insan-doğa ilişkileri de ekolojinin araştırmaları kapsamına girmiş ve disiplinlerarası bir bilim dalı haline gelmiştir [Bozdoğan, 2003].

Buna bağlı olarak ekoloji kavramının tanımı da değişmiştir.

- Ekoloji, canlıların yaşam temellerini, dolayısıyla doğayı korumanın ilkelerini öğreten bir bilim dalıdır.
- Ekoloji, insanlığın geleceğini sigorta etmeye çalışan bir bilim dalıdır.
- Ekoloji, ekosistemleri inceleyen bir bilim dalıdır.

Ekoloji, çevre biyolojisidir [Çepel, 1995].

İnsanoğlu yaşadığı çevreden etkilenmektedir. Ekolojik sistemler, bozulmamış halleriyle değişik türlerden canlıları bünyelerinde barındırmaktadırlar. Ekolojik çevre, gelişen olaylara karşı sürekli olarak dinamik ve kararlı bir denge noktasına gelme eğiliminde olan bir sistemdir. Çevre kirliliğine karşı bir direnç oluşturan ekolojik sistemler, belli sınırlar içinde kalan atık madde ve enerjiyi koruma mekanizmaları tarafından dengeleyebilmektedir. Bu sınırların aşılması durumunda ekolojik sistemde geri dönülemeyecek tahribatlar yapmaktadır. Böylece kalıcı ya da geçici bozulma olarak sınıflandırılan, ekolojik çevrenin yaşam ortamı olma özelliğinin yitirilmiş olduğu bir durum oluşur. Eğer sistem doğadan aldığı enerjiyle eski haline dönebiliyorsa bozulma geçici, tahribat hızlı bir şekilde devam ediyorsa kalıcıdır [Bozdoğan, 2003].

Yukarıda belirtildiği gibi, çevre sorunlarına yönelim ve yaşam kalitesini artırmaya yönelik yüksek performanslı yapı tasarlanması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle enerji etkin tasarımlar, alternatif enerji kaynaklarının kullanıldığı yapılar önem kazanmıştır. Bu bağlamda, son yıllarda yeni teknolojilerin araştırılması ve geliştirilmesine bağlı olarak ekosistemlerin de mimarlık alt sistemi olarak ele alınması ile birlikte mimarlık sistemleri içerisinde bütünleşme kavramı yapı

sistemleri ve ekosistemler bütününde ele alınmasını gerektirmektedir. Bu nedenle, ilerleyen bölümde yapı sistemleri ve ekosistemlerin bütünleşme ilkeleri irdelenerek, mimari tasarım kararları sorgulanacaktır.

4.1. Yapı Sistemleri ve Ekosistemlerin Bütünleşmesi

Mimarlık sistemleri olarak kabul edilmiş olan sistemlerin son yıllarda özellik ve işlevlerinin değiştiği gözlenmektedir. Bu değişim çerçevesinde, yapıyı oluşturan alt sistemler arasında yer alan taşıyıcı, kabuk (cephe), servis sistemleri boyut değiştirerek çevre (ekosistem) ve birbirleri ile ilişkilendirilerek bütünleşme kimliğini kazanmıştır. Resim 4.1’de görüldüğü gibi; özellikle, kabuk-cephe-yüzey sistemleri teknolojinin mimarlık sistemine etkisi sonucunda içerik değiştirmiştir. Sadece imaja dayalı kabuk anlayışı yerine, kabuğun servis sistemleri ve ekosistem ile bütünleşmesi, iletişim teknolojilerinin hızı ve gelişime adaptasyon kabiliyeti gibi geçmişte birincil tasarım parametreleri olmayan kriterler önem kazanmıştır.



Resim 4.1. Green Pix Zero Energy Media Wall [Çakmak, 2006]

Resim 4.2’de görüldüğü gibi günümüzde kabuk;

1. Üçüncü boyuta ve sistem tanımı ile salt bitirme anlamına gelen yüzey olmaktan ileri gitmektedir.
2. Dinamiktir, dönüşebilir, açılabilir/ kapanabilir, renk değiştirebilir, binaların elektromekanik sistem yüküne olumlu/ pasif anlamda katkı koyabilir, kullanıcıya daha etkin eylem alanı sunmak üzere, kontrol ve kumanda edilebilir.

3. Bir uyumlayıcıdır: dışın içe akışını gereksinime paralel olarak kabul eden bir denetim/filtre görevi görür.
4. Gerek akıllı malzemelerin kullanılması, gerek otomasyonun yansımaları ve bina alt sistemleri arasında devam eden bütünleşme yaklaşımları ile bugün çok boyutlu denetim şansı yakalanmıştır [Çakmak, 2006].



Resim 4.2. Green Pix Zero Energy Media Wall ön cephe resmi [Çakmak, 2006]

Binalar, enerji tüketiminin ana kaynaklarından biri olarak, enerji korunumunda anahtar rol oynamaktadır. World Watch Institute tarafından yapılan bir araştırmaya göre binalar dünya ormanlarının $\frac{1}{4}$ 'ünü, içme suyunun $\frac{1}{6}$ 'sını, malzemenin $\frac{2}{5}$ 'ini tüketmekte; ve malzemelerin kaynaklarından çıkarılması, işlenmesi, paketlenmesi, taşınması sırasında harcanan enerji dışında, yapı sektöründe kullanılan enerji miktarı dünyadaki yıllık enerji tüketimi toplamının %40'ını oluşturmaktadır. Bu oranların, dünya nüfusunun artmasına paralel olarak artan bina sayısı ile daha da artacağı kaçınılmazdır. Bu durumda, sürdürülebilir bir geleceğin sağlanabilmesi için mimarlara düşen görev, çevreye saygılı, enerji tüketimini en aza indirgeyen, doğal kaynakların tüketimini azaltıp yenilenebilir enerjiyi değerlendiren, yerel kaynakları kullanan, sağlıklı iç mekanlar oluşturan, doğal havalandırma ve doğal aydınlatmadan yararlanan, yeniden kullanılabilir, geridönüştürülebilir veya geridönüştürülmüş, sık sık bakım ve onarım gerektirmeyen yapı malzemelerinin kullanıldığı tasarımlar yapmaktır [Çelebi ve ark., 2008].

Yukarıda belirtilen bilgiler, dünyada tüketilen enerjinin yaklaşık olarak yarısının binalarda kullanıldığını göstermektedir. Bu nedenle, tezin 3. bölümünde de belirtildiği gibi, yapılarda kullanılan enerji kaynaklarının neden olduğu çevre sorunların çözümüne yönelik çalışmalar sonucunda çevre bilinçli (ekolojik) yapılar önem kazanmıştır. Bu yapılarda tüketilen enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmasının yanında, yapıların tasarım özellikleri ile enerji ihtiyacı düşürülmeye çalışılmaktadır.

Doğanın ekolojik tahribata karşı verdiği tepkilerden dolayı mimarlığın, ekolojik yaklaşım stratejilerini geliştirdikleri görülmektedir. Mimarlıkta ekolojik yaklaşım kavramı ile aktarılan; binanın kullanım öncesi aşamasından itibaren başlayan, kullanım süresince devam eden ve kullanım sonrası yıkılması ya da dönüştürülmesi kapsamında, her türlü malzeme, bileşen, ulaşım, teknik, sistem, süreç seçimi, atıkların toplanması vb. alanlarda, ekolojinin üç temel ilkesi azaltma (reduce), yeniden kullanım (reuse), dönüştürme (recycle) yaklaşımlarının kabul edilmesidir [Çakmak, 2006].

Bu bağlamda, yapı ve yapım alanındaki teknolojik gelişmelerle birlikte artık çevre (ekosistem) de bütünleşik sistemler arasında yerini almaya başlamıştır. Yapı alt sistemleri ile çevre sistemlerinin bütünleşmesi, tasarım işlemi sürecinden başlayarak önem kazanmış ve etkili mimari çözümler koyabilmek için dikkate alınmaya başlanmıştır. Teknolojik gelişmeler ve enerjinin korunumu gerekliliği ışığında, ekosistemlerin de bütünleşik sistemler olarak ele alınması ile birlikte, bütünleşme performansları da önem kazanmaya başlamıştır.

Çevre sorunları, çok sayıda alan ve unsuru birlikte içermektedir. Çevre sorunlarının çözümüne yönelik politikaların üretilmesinde, kamu otoriteleri yanında, sivil toplum örgütleri, iş ve sanayi dünyası, üniversiteler ile uluslararası kurum ve kuruluşların sorumlulukları bulunmaktadır. Bu nedenle çevre politikasına yönelik olarak üretilcek politikaların, kısmi yaklaşım ve çözümler olmak yerine bütünleşik yaklaşımlar olmasını zorunlu kılmaktadır. Çevre sorunları çok boyutlu bir içeriğe sahiptir. Bu nedenle çevre sorunlarının çözümüne yönelik olan çevre politikaları bu

çok boyutluluğa cevap verebilmek için bütünleşik yaklaşımlar olarak üretilmesi gereklidir [DEÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi web sitesi, 2008].

Bu çok boyutluluk kapsamında, bütünleşik mimarlık alt sistemleri içerisinde çevre (ekosistem) de yerini almıştır. Çevre sorunlarının çözümlerinde yapı unsurunun etkisini olumlu hale getirmek ve yapı çevre bütünleşmesini sağlamak önem kazanmıştır.

Günlük yaşantı içindeki her insan çevreyi etkilediği gibi, ondan etkilenmektedir. İnsanların ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik mal ve hizmet üretim faaliyetleri ile üretim için yeni teknolojilere geçiş veya nüfus hareketleri çevresel boyut içermekte ve yeni sorunlara yol açabilmektedir [DEÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi web sitesi, 2008].

Nasıl ki insan ve çevre arasında bir döngü söz konusu ise, çevre ve yapı arasında da bir döngü söz konusudur. Tasarım aşamasından başlayarak yapı-çevre bütünleşmesi ve etkileşimi görülmektedir. Çevreye en az düzeyde zarar verecek düşüncelerin yanında, çevre (ekosistem) ile en üst düzeyde bütünleşme potansiyeli gösteren yaklaşımlar önem kazanmıştır.

Mimarlık sistemi içinde çevre, yapay, doğal ve toplumsal bileşenler takımı ile tanımlanan, holistik bütünlük gösteren ve bu bağlamda mimari ürünü etkileyen girdiler olarak tanımlanabilir. Buna göre topoğrafik ve iklimsel koşullar doğal çevre verilerini, insanlar tarafından düzenlenmiş fiziksel yapılar ise yapay çevre verilerini oluşturmaktadır. Toplumsal çevre ise insana, insanlar arasındaki ilişki türlerine ve toplumsal normlar ile kişinin içinde bulunduğu kurumsal ve kültürel yapıya ilişkin özellikleri kapsar [Çelebi, 1994].

Mekanın dış çevre ile ilişkileri mekan ölçeğinde veya bina ölçeğinde ele alınabilir. Mekan ölçeğinde doğal ışık, yön, kullanım için gereksinilen özellikleri dış çevre ile belirli düzeylerde ve belirli nitelikte ilişki kurmak durumundadır. Rüzgar, güneş, manzara vb. açılardan yön etkili bir dış çevre verisidir. Dış çevre koşulları uygun

olduğu zaman mekanların dış çevre ile bütünleşmeleri kullanımda aranan bir özelliktir [Çelebi, 1994].

Son yıllarda gelişmiş ülkelerde çevre sorunları üzerinde önemle durulmaktadır. Ancak gelişmekte olan ülkelerde, öncelikli hedef kısa dönemde ekonomik kazanç sağlamak olduğundan, çevreyi koruma konusu ekonomik büyümeye paralel olarak ele alınamamakta, bu nedenle ekolojik dengeler zarar görmektedir [Sev, 2009].

Ekonomik büyümenin sağlanabilmesi için gerekli temel girdilerden biri enerjidir. Bununla beraber enerji üretiminin artması için ekonomik gelişme ve üretim kapasitesinin de artması gerekmektedir. Enerji, üretim ve tüketim aşamalarında, çevre açısından temel bir kirlenme kaynağıdır. Artan enerji üretimi ve tüketimi çevre kirliliğine doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki şekilde etkili olmaktadır. Ayrıca enerji üretiminin ve tüketiminin artması, atık oluşumunu da hızlandırır. Ortaya çıkan zehirli gazlar ozon tabakasının zarar görmesine, küresel ısınmaya, iklim dengelerinin bozulmasına neden olmaktadır [Sev, 2009].

Enerji, su ve malzemelerin korunması olarak, yukarıda ifade edilmiş olan stratejilerde, koruma amaçlı çalışmalar özel yöntemlerle sağlanabilir. Mimarlığın sürdürülebilirliğini, kaynakları koruyarak, ekonomik boyutta sağlayan yöntemleri iki grupta sınıflandırmak mümkündür:

1. Binaya girdi oluşturan yenilenemeyen kaynakları azaltma yöntemleri (*input reduction methods*)
2. Binadan çıkan atıkların yönetimiyle çevre kirliliğini azaltma yöntemleri (*output-management methods*)

Birinci yöntemde, her tür yenilenemeyen kaynağın binaya girişinde azalma sağlanması esastır. İkinci yöntemde ise atık miktarını denetleyerek ve etkin bir atık yönetimi yaklaşımıyla çevre kirliliğini azaltmak temel hedeftir [Çelebi ve ark., 2008].

Enerji ve çevre arasında karşılıklı bir etkileşim olduğu unutulmamalıdır. Aşırı enerji üretimi ve tüketimi çevre üzerindeki olumsuz etkileriyle gelecek nesillerin enerji üretme kapasitesini daraltmaktadır.

Canlılar ve doğa yaşamak için birbirine muhtaç ve ayrılmaz bir bütünü meydana getirmektedir. Doğa olmadan insan varolamayacağı gibi, insan olmadan da doğa anlamını yitirecektir. İnsanoğlu, yaşadığı doğayı sevdiği ve ona sahip olduğunu hissettiği sürece onu koruyup kollayacaktır [Erengöz, 2003].

Enerji kaynaklarının hızla tükendiği, küresel ısınmadan kaynaklanan çevresel etkilerin hissedilir düzeyde olduğu günümüzde özellikle yapısal çevrede sürdürülebilir ve yenilenebilir teknolojilere olan ilgi giderek artmaktadır. Enerjinin etkin ve sürdürülebilir kullanımı adına örneklerini özellikle Avrupa ülkelerinde görmeye başladığımız PV, rüzgar, jeotermal ve biokütle uygulamalarının yaygınlaşması için ülkeler ulusal ve uluslararası platformlarda enerji stratejileri geliştirerek pilot projeler geliştirmekte ve sürdürülebilir teknolojiler ile ilgili know-how giderek gelişmektedir. Bunlardan ilki Hollanda'da geliştirilen yapılara PV modüllerinin başarıyla entegre edildiği Nieuwland toplu konut projesi ve Almanya'da geliştirilen klasik pasif ev konseptine aktif solar teknoloji, biyokütle sobası gibi sistemlerin eklenmesi ve yapı malzemesi olarak ekolojik malzeme kullanılması ile birincil enerji gereksiniminin önemli oranda düşürüldüğü Kölner Holzhaus (ahşap ev) projesidir [Demir, 2007].

Yukarıda örneklerini gördüğümüz sürdürülebilir ve ekolojik yapıların sayısı özellikle Almanya ve Hollanda gibi nispeten soğuk iklime sahip ülkelere hızla artmaktadır. Bu ülkelere göre daha ılıman bir iklime sahip Türkiye'de benzer uygulamaların teknik açıdan başarıya ulaşması işten bile değildir. Özellikle güneş, rüzgar ve jeotermal enerji potansiyelinin pek çok Avrupa ülkesine kıyasla daha fazla olması yenilenebilir çözümleri uygulanabilir kılmaktadır. Yasal mevzuatların düzenlenmesi sonucu PV, rüzgar türbini, biyokütle gibi yenilenebilir teknolojileri özendirmek amacıyla sübvansiyonlar verilmesi; uzun vadede yatırım ve bakım maliyetlerinin düşürülmesi içinse bu tür teknolojilerin Türkiye'de üretim yollarının aranması gibi

bu teknolojilerin uygulanmasında ekonomik yararlar sağlayacak önlemler alınmalıdır [Demir, 2007].

‘Yapı ekolojisi’nde ‘insan-yapı-doğa’ üçgenini incelerken, etkileşimlerin bir bütün olarak ele alınması öngörülür. Doğada olduğu gibi bu üçgende de ilişkiler karmaşıktır, olaylar çok nedenlidir. Yapının insanla ve çevresiyle olan ilişkisi dinamik bir sistemdir, insan sorumluluğundaki bir “mikro ekosistemdir” ve yapı, bu mikro ekosisteminde insan ve doğa ile bir ilişki içerisindedir. Günümüz yapılaşmasında planladığımız, örgütlediğimiz ve inşa ettiğimiz yapay çevrelerse ekosisteme uyum gösteremedikleri gibi, insanın bedensel ve ruhsal sağlığını destekledikleri de söylenemez [Akman, 2007].

İnsanın varlığını sürdürebilmesi, nitelikli bir yaşamının olabilmesi, ekosistem dengelerini bozmadan çevre kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla, uzun dönem çözümler üretmek için gerekli olan tüm etkinlikler, sürdürülebilir mimarlığın temel hedefidir. Bu nedenle, mimarlığın “yeşil (green)”, “sürdürülebilir (sustainable)”, “çevresel (environmental)” veya ekolojik (ecological)” kavramlarından herhangi biri ile ifade edilmesinin önemli olmadığı ifade edilebilir [Çelebi ve ark., 2008].

Çevre doğal, ekonomik ve insani değerlerle birlikte, canlı ve cansız varlıkların her çeşit eylem ve davranışını etkileyen fiziksel, kimyasal, biyolojik ve toplumsal nitelikteki etkenlerin bütünüdür. Yapı da çevrenin bir bileşenidir ve yaşam süreci içinde yerel veya küresel ölçekte çevre ile ilişkilerini sürdürür. ‘Çevre bilinçli sürdürülebilir mimarlık’, canlı ve cansız varlıkların birarada varolmasını sağlayan, bu varlıklar arasında ilişkiler kuran, bu ilişkilerde ekosistemin dengelerini bozmayacak düzenlemeler yapan, insan sağlığını güven altına alan ve kaynakların ekonomik kullanımını sağlayan tasarımlar yapmaktan sorumludur [Çelebi ve Gültekin, 2007].

Doğayla bütünleşme, sürdürülebilirliğin en önemli bileşenidir.

İnsan yerleşiminin temel birimi “yapı” dır. Birimlerin enerji ve su kazanmasıyla birim çevresinde besin üretiminin artırılması durumunda, bunların toplamını

oluşturan yerleşim türleri de üretici olacaktır. Bu değişim işleminde, binlerce yıldır kullanılan yöntemlerin bazılarının günümüzde de kullanımı ile en gelişmiş bilişim ürünleri yan yana ve karlı duruma gelen yeni enerji kazanım yöntemleri iç içe kullanılacaktır [Eryıldız, 2007].

Bu noktada, mimarlara düşen en önemli görev yapılarda kullanılan enerji seviyesini en aza indirmek, fosil tabanlı enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek olmalıdır. Böylece, en az düzeyde enerji kullanması yanında artı enerji üretimine de geçiş sağlanacak sistemler ile yapıyı bütünleştirmesi gerekmektedir.

Mimar, kaynakları ekonomik kullanmak, yapıların yapım ve kullanım/işletim evrelerinde yenilenemeyen kaynak kullanımını azaltmaktan sorumludur. Bina, kullanıcıları barındırdığı ve var olduğu süre içinde kaynaklar tarafından beslenir. Sistemi besleyen kaynaklar irdelendiği zaman, sürekli bir kaynak akışının söz konusu olduğu görülür. Bir başka deyişle, bina, ihtiyacı olan kaynağı alır, kullanır/dönüştürür ve sistem dışına atar. Binaya giren kaynağın; binaya girdiği sıradaki şekli ile çıktıktan sonraki şekli birbirinden farklıdır. Girdiden çıktıya olan bu dönüşüme neden olan; ya bazı mekanik müdahaleler ve yöntemler, ya da binada kullanıldıkları sırada insanların yaptığı müdahalelerdir. Bu bağlamda, yapı malzemeleri, katı atıklara; enerji, yanmış atık yan ürünlere; rüzgar, kirli havaya; yağmur ise yer altı sularına dönüşmektedir.

Enerji, su ve malzeme binaya girdi oluşturan temel kaynak türleridir. Bu kaynakların korunması için gerekli önlemlerin alınması sürdürülebilir mimarlığın başlıca ilkelerinden biridir. O halde; enerjinin korunması, suyun korunması ve malzemenin korunmasının sağlanması temel stratejiler olarak sürdürülebilir tasarımı yönlendirir. Ayrıca, binanın hizmet ömrü sona erdiğinde, kaynakların diğer binalar için yararlı bileşenlere dönüşebilmesi de diğer bir tasarım stratejisidir [Çelebi ve ark., 2008].

Mimarlığın temel görevi, kullanıcıların güvenlik, sağlık, fizyolojik konfor, psikolojik gereksinimler ve üretkenliğini sağlamak üzere yapay çevre üretmektir. Bu yapay çevrede insanlar kadar, tüm canlı organizmaların da yaşama hakkı vardır. Tasarımda

stil ve biçimsel kaygılar kadar çevresel kaliteyi artıracak stratejilerin de tanımlanması gerekir. İnsan, ömrünün %70'ini kapalı mekanlarda geçirir. Kapalı mekanlarda konfor koşullarının uygun nitelikte sağlanması insani bir gerekliliktir. Bu nedenle, yaşanabilir çevreler tasarlanırken; “bina ile çevre” ve “binalar ile kullanıcıları” bir arada varlıklarının sürdürülmelerini sağlayan üç strateji önem kazanır: Doğal ve kültürel değerlerin korunması, şantiye planlaması ve kent tasarımı, konforlu binaların tasarımı [Çelebi ve ark., 2008].

Yapı tasarımlarının bulunulan iklim kuşağına göre olması ve tasarımda mekan organizasyonunun bu yönde gerçekleşmesi, enerjinin yapıda verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayacak etkenlerdendir [Bozdoğan, 2003].

Ken Yeang’a göre çevre bilinçli bütünleşik tasarım, estetiği barındıran, “ekomimesis” olarak da adlandırılan doğayı taklit etmeye çalışarak tasarlamaktır. Bu görüşe göre ekolojik mimari ürün ekosistemle 3 şekilde bütünleşmektedir: Fiziksel olarak, sistem olarak ve zamansal olarak [Enginöz, 2009].

Sürdürülebilirlik kapsamında akıllı bina tasarımında, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ön şart olmakla beraber, pasif ve aktif sistemler yardımıyla, binanın enerji ihtiyacı minimuma indirilmelidir [Tönük, 2003].

Enerji, su ve malzeme yapıya girdi oluşturan temel kaynaklardır. Enerji, su ve malzemenin korunumu, sürdürülebilir mimarlık ilkelerinden biri olup mimari tasarımı yönlendirir. Yapıya girdi oluşturan yenilenemeyen kaynakların azaltılması veya yapıdan çıkan atıkların denetlenmesiyle enerji, su ve malzemenin korunumu sağlanabilir. Kaynak korunumu ilkesini gerçekleştirmeye yönelik strateji ve yöntemler Çizelge 4.1’de ifade edilmektedir [Çelebi ve Gültekin, 2007].

Çizelge 4.1. “Kaynakların Korunumu” ilkesini gerçekleştirmeye yönelik strateji ve Yöntemler [Çelebi ve Gültekin, 2007]

"KAYNAKLARIN KORUNUMU" İLKESİ		
Stratejiler	Yöntemler ve Çözümler	
Enerjinin Korunumu	Enerji Etkin Mimari Tasarım	Isı kayıplarının önlenmesi
		Yüksek performanslı doğrama ve cam kullanımı
		Güneş enerjisinden yararlanılması
		Yapının doğru yönlendirilmesi
		Yapı kabuğu yüzeyinin azaltılması
		Gereksinim ve isteklerin sorgulanması
	Enerji Etkin Arazi Kullanımı	Özel oto kullanımının azaltılması, toplu taşımacılığın yaygınlaştırılması
		Arazide bulunan doğal kaynakların değerlendirilmesi
		Arazide bulunan bitkilerden ısıtma ve soğutma amaçlı yararlanılması
		Aydınlatmada gün ışığından yararlanılması
		Isınmada güneş enerjisinden yararlanılması
		Fotovoltaik kullanımı
	Düşük Enerji İçeren Yapı Malzemesi Kullanımı	Havalandırmada ve soğutmada rüzgar enerjisinden yararlanılması
		Ağır işlem ve üretim gerektiren yapı malzemelerinden kaçınılması
		Üretiminde yenilenebilir, temiz enerjilerin kullanıldığı yapı malzemesi seçimi
	Enerji Etkin Sistem ve Araçların Kullanımı	Taşıma enerjisini azaltan yerel yapı malzemesi seçimi
		Doğal yapı malzemesi seçimi
		Yüksek verimli ısıtma-soğutma tesisatı kurulması
Suyun Korunumu	Su Tüketiminin Azaltılması	Enerji etkin fırın, boyler vb. seçimi
		Enerji etkin aydınlatma araçlarının seçimi
		Suyu verimli kullanan, az bakım gerektiren çevre düzenlemesi yapılması
		Kuraklığa dayanıklı ve çok su istemeyen bitki kullanımı
	Suyun Yeniden Kullanımı	Suyu verimli kullanan tesisat kullanılması
		Su kullanımını azaltan tuvalet, duş başlığı, musluk vb. kullanımı
	Suyun Kirletilmeden Kullanımı	Yağmur suyunun toplanarak yeniden kullanımına yönelik tesisat kullanılması
		Atık suların arıtılarak yeniden kullanımı
		Zehirli tarım ilaçlarının kullanımının azaltılması
Malzemenin Korunumu	Malzeme Korunumu Sağlayan Mimari Tasarım	Evlerde kirliliğe neden olmayan alternatif temizlik malzemelerinin kullanımı
		Mimari tasarımda yapı kabuğu yüzeyinin azaltılması
		Mimari tasarımda basit geometrik şekillerin kullanılması
		Mimari tasarımda esnek plan şemalarının kullanılması
		İç mekanları verimli kullanabilen tasarımlar yapılması
	Uygun Malzeme Seçimi	Mevcut yapı ve altyapıların yenilenerek yeniden kullanımı
		Dayanıklı, az bakım-onarım gerektiren yapı malzemesi ve bileşenlerinin kullanımı
		İyileştirilmiş veya geridönüştürülmüş yapı malzemesi ve bileşenlerinin kullanımı
		Yeniden kullanılabilir/geridönüştürülebilir yapı malzemesi ve bileşenlerinin seçimi
		Yenilenebilir kaynaklardan üretilen yapı malzemesi ve bileşenlerinin kullanılması
		Yapı malzemelerinin ambalajlarında geridönüştürülmüş malzeme kullanımı

Kaynakların korunumu ilkesi; Dünyada enerji tüketimi ve buna bağlı sorunların çözümünde yaygın olarak kullanılan fosil tabanlı yakıtların azalması ve bu kaynakların çevre ile olan etkileşimidir.

Çevrenin korunması düşünülmeden ekonomik gelişmenin gerçekleşemeyeceği de kabul edilmiştir. Sanayileşmiş ülkelerde enerji tüketiminin sektörel dağılımına bakıldığında, sanayi ve ulaşımın ardından yapı sektörü üçüncü sırada gelmektedir. Bu iki noktadan hareketle bundan sonra çevreye verilecek en az zararı sağlamak için planlama, bina tasarımı, yapımı, kullanımı ve dönüşümü sürecinde yer alan tüm aktörlerin sorumluluğunu yerine getirmesi öngörülmektedir [Çelebi ve ark., 2008].

Fosil ve nükleer yakıtlara alternatif doğal enerji kaynakları konusunda yapılan araştırmalar sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kavramlarını da gündeme getirmiştir. Yaşamın sürdürülebilirliği için kaynakların sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kavramlarını da gündeme getirmiştir. Yenilenebilir enerji, “doğanın kendi evrimi içinde, bir sonraki gün aynen mevcut olabilen enerji kaynağı” olarak tanımlanmaktadır [Uyar, 2007].

“Enerji Etkin Bina Tasarımı”nın, rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının yalnızca elektrik ve sıcak su üretmek için değil, binanın kullanıcılarının konfor koşullarının sağlanmasında ve binanın kullanıcılarının konfor koşullarının sağlanmasında ve binanın beşikten mezara ömrü boyunca tükettiği toplam enerjinin düşük düzeyde kalmasında önemli rolü bulunmaktadır [Özçuhadar, 2007].

Güneş, rüzgar, su, biyoyakıt ve jeotermal enerjiler günümüzde elde edilebilen kaynaklardır. Yeryüzüne ulaşan güneş ışınımından ısıtma ve elektrik üretme amacıyla yararlanılabilmektedir. Güneş kolektörleri kullanma suyunun ısıtılmasında oldukça etkin sistemlerdir. Fotovoltaik olarak bilinen güneş pilleri ise, güneş ışığını doğrudan elektrik akımına çevirebilmekte, üretilen elektrik akümülatörlerle depolanarak çeşitli amaçlar için kullanılabilmektedir Çevresel atık üretmemeleri bu sistemlerin en önemli avantajlarından biridir [Sev, 2009].

Fosil yakıtlara bağımlılığı azaltan ve atık oluşturmayan bir enerji türü de rüzgar enerjisidir. Gerçekte yeldeğirmenleriyle yüzyıllardır rüzgar enerjisinden yararlanılmaktadır. Günümüzde ise rüzgar türbinleri elektrik üretiminde

kullanılmaktadır. Bu sistemlerin yaygınlaştırılması, sürdürülebilir kalkınma açısından önem taşımaktadır [Sev, 2009].

2020 yılında dünyada üretilen elektriğin yüzde 50'sinin yenilenebilir kaynaklardan olması ve 2010 yılında kullanılacak elektrik enerjisinin yüzde 10'uysa rüzgardan sağlanması planlanmaktadır. Bunun dışında dünyada pek yaygın olmayan başka yenilenebilir enerji kaynakları da bulunmaktadır. Dalga, med-cezir (gel-git), çöpten sağlanan metan gazı ve kanalizasyon ısısından da ısınma ve elektrik üretimi için enerji kaynaklarının kullanımı arttıkça, yeni enerji kaynakları konusunda yapılan araştırma faaliyetleri de artmaktadır [Uyar, 2007].

Ekolojik mimarlık çevreyi ve insanı korur. Bu nedenle çevreye saygılı mimarlık aynı zamanda insana saygılı mimarlıktır. Mimarlıkta ekoloji doğa ile uyum içinde yaşamaktır [Lakot, 2007].

Ayrıca binaların yapım ve kullanım aşamasında doğaya verilen zararlı çıktıların azaltılması, yeryüzündeki ekosistemlerin olumsuz yönde etkilenmesini de engelleyecektir. Aslında yapının kendisi de bir ekosistemdır. Yapıda tüm ekosistemlerde olduğu gibi canlı ve cansız öğeler arasında karşılıklı etkileşim, madde ve enerji alışverişi vardır. Yapı enerji kullanır, güneşten ısı ve ışık çeker ya da yansıtır, yağmur sularını toplar, birleştirir ve süzer. Bu bağlamda yerel ekosistemlerle daha iyi ilişki kurup, mümkün olduğu kadar ekolojik döngüler içindeki yerini alması önemlidir [Lakot, 2007].

Canlı ve cansızlardan meydana gelen yerel ve küresel ekosistem üzerinde mimarlığın doğrudan etkisi vardır. Binanın var olduğu süre içinde insan eylemleri ve doğal süreçler, yerel ve küresel çevreleri etkiler. İlk aşamada, şantiye organizasyonu ve yapım sürecinin, çevrenin yerel ekolojik özellikleri üzerinde etkisi vardır. Yapı malzemelerinin üretim yönetimi ise küresel çevre üzerinde etkilidir. Yapı inşa edildikten sonra çevre ile uzun süreli bir etkileşim içine girer. Bu nedenle mimarlar, sürdürülebilir çevreler tasarlamak ve üretmekten sorumludur. Bu bağlamda, “*sürdürülebilir tasarım (sustainable design)*” ekosistemde canlı ve cansız tüm

varlıkların birlikte var olmasını sağlayan ve sağlığını güven altına alan mimari çözümler bulmayı amaçlar [Çelebi ve ark., 2008].

Böylece yapı sistemleri ve ekosistemlerin bütünleşmesi önem kazanan bir kavram haline gelmiştir. Bu bütünleşme bağlamında, çevreden gelen uyarılara karşı tepki veren, yapı ile çevre arasında bir duvar olmak yerine, yapının çevre ile bütünleşmesini sağlayan, çevreden gelen uyarılara cevap veren sistemler gelişmeye başlamıştır.

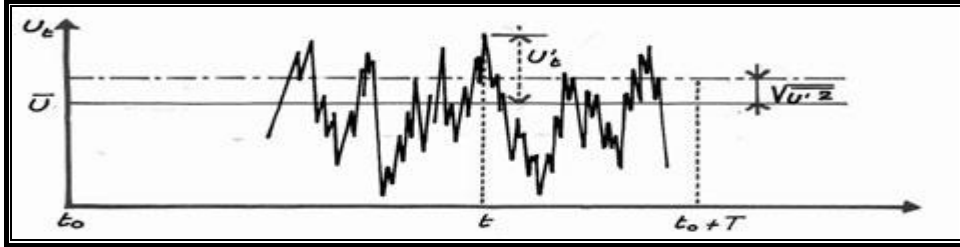
Gelişen ve önemi zamanla artan alternatif enerji kaynakları arasında yer alan rüzgar enerjisi yapıların çevre ile bütünleşmesini sağlayan alt sistemler arasında yerini almıştır. Bir ekosistem bileşeni olan rüzgar enerjisinin önemi araştırılarak mimarlık disiplindeki yeri çevre bilinçli bütünleşik tasarım parametreleri ile desteklenmelidir. Bu nedenle, ilerleyen bölümlerde mimarlık ürünleri olan yapıların dünyanın temel problemlerinden biri olan enerji tüketimi üzerindeki rolü, bu problemin çözümüne yönelik rüzgar enerjisinin yapılarda kullanımına ilişkin bilgiler verilerek, mimari tasarım ve uygulamalardaki tasarım kararları ve tercihlerle bu probleme çözüm olabilecek tasarım yöntemleri ve ilkeleri saptanmaya çalışılmıştır. Bu saptama çalışmasında, mimarlık sistemleri ve ekosistemler çerçevesinde bütünleşik tasarım ilkelerine yönelmenin ve yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar enerjisinin bu bütünleşme prensipleri doğrultusunda yapılarda kullanımının teşvik edilmesinin zorunlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

4.2.1. Ekosistem bileşeni olarak rüzgar enerjisi

Dünya ölçeğinden başlayarak, hava hareketleri veya rüzgârların oluşum nedenlerine bakıldığında, bunların ısısal, dinamik ya da ısısal kökenli "basınç" sistemi, dünyanın dönmesiyle oluşan "coriolis", yeryüzü pürüzlülüğüyle oluşan sürtünme, düşey sıcaklık gradyanı nedeniyle oluşan "yüzdürme", havanın akışkanlığıyla bağıntılı "viskozite" kuvvetleri olduğu görülmektedir [Lawson, 1980].

Rüzgarın istatistiksel yapısı: aşağıda verilmiş anemograf kayıtlarından da görülebileceği gibi, rüzgarın yön, şiddet ve doğrultuları sürekli değişkendir. Rüzgarın

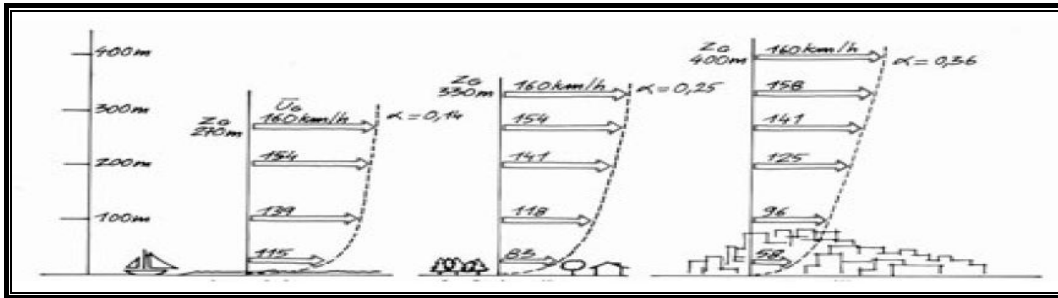
şiddetinde, doğrultusunda ve yönünde zamana bağlı oluşan bu değişme özelliğine sağnaklılık veya türbülanslılık denmektedir.



Şekil 4.1. Rüzgar hızı ölçen bir anemograf kaydı örneği [Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Web Sitesi, 2010]

Atmosferin üst tabakalarında akım tipi olarak "laminer" düzgün diyeceğimiz bu akımların hızı yeryüzünden yaklaşık 500 m yüksekliğe kadar, yüksekliğe ve yüzey pürüzlülüğüne göre değişim göstermektedir. Kentsel alanla kırsal açık alan arasında hız profilindeki değişim Şekil 4.1'de görüldüğü gibidir [Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Web Sitesi, 2010].

Kentsel açık alanı oluşturan binalar aynen açık kırsal alandaki topografyanın etkisini yapmaktadır. Açık kırsal alanda oluşan akım tipleri ile kentsel alandaki akım tipinde farklılaşma olmakta, rüzgâr veya hava hareketleri düzgün olmaktan çıkıp türbülanslı, girdaplı duruma geçmektedir. Böylece kentsel açık mekan ölçeğinde hava hareketlerinin tipi yine geometrik özelliklerle bağıntılı olarak Şekil 4.2'de görüldüğü gibi oluşmaktadır [Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Web Sitesi, 2010].



Şekil 4.2. Yeryüzü sınır tabakasında rüzgar hızı değişim gradyanlarının yapma çevre özelliklerine bağlı biçimlenişleri [Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Web Sitesi, 2010]

Ekonomik ve sosyal alanda yaşanan gelişmelere bağlı olarak dünyada her yıl yaklaşık olarak %4-5 oranında artan enerji ihtiyacının, ömürleri sınırlı ve çevreye zararlı etkileri olan fosil ve nükleer kaynaklardan sağlamanın gelecek vadetmediği gerçeğine dayanılarak yeni enerji kaynaklarına yönelim sonucu, temiz, çevre dostu ve yerel bir kaynak olan rüzgar enerjisinden yararlanmanın gerekliliği söz konusu olmaktadır [Çağlar ve Canbaz, 2002].

Atmosferdeki sıcaklık ve basınç farklılıklarından dolayı hava kitlelerinin yer değiştirmesi, rüzgar olarak tanımlanmaktadır. Dönüşüme uğramış güneş enerjisi olan rüzgar enerjisi, hava kitlesinin sahip olduğu kinetik enerjinin mekanik enerjiye dönüştürülmesidir. Çoğu enerji üretim santrallerinin bulundurmamak zorunda olduğu soğutma suyuna ihtiyacı olmaması, rüzgar enerjisini en zararsız enerji kaynağı olarak göstermekte ve rüzgar enerjisinin rüzgar türbinleri, rüzgar çiftlikleri ve rüzgar makineleri ile kullanımı hızla artmaktadır [Akkaya ve ark., 2002].

Güneş dünyamıza saatte 100 milyar MW enerji ulaştırmakta olup, bunun yaklaşık olarak %1-2'lik kısmı rüzgar enerjisine dönüşür, ve belli oranlarda mekanik ve elektrik enerjiye çevrilerek günlük hayatta da kullanımı sağlanır [Günel ve ark., 2007].

Rüzgar enerjisinin tarihsel süreçte ilk kullanımının, Çin, Tibet, Hindistan, Afganistan ve İran gibi Asya medeniyetlerinde olduğu yapılan araştırmalar sonucu söylenmektedir. Rüzgar türbinlerinin kullanımı ile ilgili ilk yazılı bilgiler ise Büyük İskender tarafından M.Ö. 200-300 yıllarında basit yapılı yatay-eksenli rüzgar türbinlerine aittir. Farslıların ise M.Ö. 700'lü yıllarda düşey-eksenli rüzgar türbinlerini kullandıklarıyla ilgili bilgiler bulunmaktadır. Asya'dan Avrupa'ya 10. yüzyılda geçen rüzgar gücü kullanımı batı ülkeler tarafından geliştirilmiştir. İlk rüzgar elektriği, Danimarkalı Profesör Paul La Cour tarafından 1891 yılında üretilmiştir [Bozdoğan, 2003].

Yüzyıllardır insanlığa hizmet eden rüzgar enerjisi M.Ö. 500'li yıllarda Nil Nehri'ndeki yelkenlilere güç sağlamış, M.Ö. 200'lerde Çin'de ve M.S. 1100'lü yıllarda İngiltere'den başlayarak Avrupa'ya yayılarak Ortaçağ Avrupası'nın sembolü

haline gelen yel değirmenleri, 1800'lerde Batı Amerika başta olmak üzere dünyanın birçok yerinde su pompalama amacıyla kullanılmıştır. Elektrik enerjisi üreten ilk rüzgar türbini 1910'larda Avrupa'da tasarlanıp daha sonraları Amerika'nın kırsal yerleşimlerine ve çiftliklerine elektrik sağlamıştır. Geç 1930'lardan başlayarak, enerji hatlarının yaygınlaşmasıyla küçük rüzgar türbinleri demode olmuş, fakat bu küçük rüzgar türbinlerinin çiftliklerde son görülüşü olmamıştır [Page ve Carter, 2005]. Günümüzde, yine açık alanlarda, platolarda, dağ geçişlerinde, rüzgarlı kıyı şeritlerinde bu türbinler karşımıza çıkmaktadır. İlk örneklerine göre gelişmiş olan modern rüzgar türbinleri, günümüz elektrik üretim sektörünün güçlü ve gelecek vaat eden bir destekleyicisi konumundadır [Günel ve ark., 2007].

Modern rüzgar enerjisinin kullanımı 1973-1979 yılları arasındaki petrol krizi ile beraber başlamıştır. Bu dönemde, devlet destekli birçok Ar-Ge programı başlatılmış olup, zamanla özel sektör de bu sahaya yönelmiştir. İlk büyük ticari pazar 1980-1986 yılları arasında Kaliforniya'da ortaya çıkmış, daha sonra Danimarka, İngiltere, Almanya, Japonya ve Hollanda'dan üreticiler bu pazarı Amerikan şirketleriyle paylaşmışlardır. 1986-1990 yılları arasında yaşanan, Kaliforniya pazarındaki ani düşüş, rüzgar türbin maliyetlerini önemli ölçüde etkilemiştir. 1990'lı yıllardan itibaren, Almanya, Hindistan, İngiltere, Hollanda, İspanya ve İsveç bu sektördeki önemli isimler haline gelmeye başlamıştır. Avrupalı rüzgar türbin üreticileri, son 10 yıl içerisindeki pazarın büyük bir kısmını ele geçirmişlerdir. 1996'da dünyadaki kurulu rüzgar türbinlerinin %70'lik kısmı Avrupa sınırları içindedir [Yerebakan, 2001].

Dünyada yıllık olarak ortalama 15 trilyon kWsaat elektrik enerjisi üretilmekte olup, bu rakamın yaklaşık olarak %65'i fosil yakıtlardan elde edilirken, geri kalanı ise nükleer, jeotermal ve biomass enerjiden; güneş ve rüzgar enerjisinden; ve barajlardan elde edilmektedir. Rüzgar enerjisi bu oranın sadece %0.3'ünü oluşturmaktadır [Reeves, 2003].

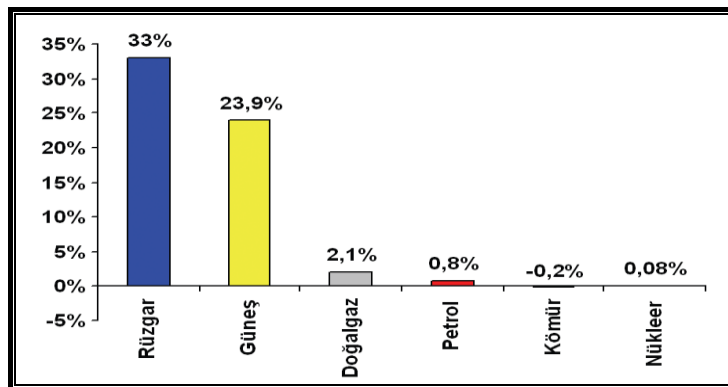
Buna rağmen, teknolojik gelişmeler, fosil yakıtların sebep olduğu zararlı emisyonların ekosisteme verdiği zararları önlenme çabaları rüzgar enerjisinin kullanımını ve bu konuda yapılan araştırmaları hızlandırmıştır. Ancak, rüzgar

enerjisinin potansiyellerinden yeteri kadar yararlanılamaması ve tüm bu çalışmaların henüz yeterli düzeyde bulunmaması konu ile ilgili literatürü destekleyecek çalışmaların yapılması zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Literatürü bu yönde desteklemek amacıyla, bu tez kapsamında rüzgar enerjisi tanımlanarak yüksek yapılarda bütünsel kullanım parametreleri analiz edilecektir.

Öncelikli olarak; rüzgarların özelliklerinin bilinmesi, kurulacak rüzgar santrallerinden en yüksek düzeyde verim alınması için önemlidir. Rüzgar gücü, rüzgar hızının küpüyle doğru orantılıdır ve rüzgar hızı ölçümünde yapılacak %1’lik hata enerji üretiminde %3 olarak, %10’luk bir hata ise, %25 olarak yansır [Aras ve Öztürk, 2002].

Önemli bir özelliğinin de hızın yükseklikle değişkenlik göstermesi olan rüzgarın yerel ortalama hızı, rüzgar hızı olarak tanımlanıp, dünya yüzeyinde sıfır olarak kabul edilmekte olup, yükseklikle beraber artış göstermektedir.

Worldwatch Institute (2005) göre, Çizelge 4.3’te de belirtildiği gibi; yenilenebilir enerji kaynakları arasında konvansiyonel kaynaklarla rekabet potansiyeli en yüksek kaynak haline gelen ve küresel büyüme oranı en yüksek kaynak olan rüzgar enerjisi; 2003 yılının sonunda, küresel düzeyde, yaklaşık olarak 39300 MW’lık bir kurulu güce ulaşmıştır. Ayrıca, 2003’de, küresel enerjideki payı %13.3 olan yenilenebilirlerin, 2050’de payının %50 olması beklenmektedir [Günel ve ark., 2007].



Şekil 4.3. Enerji kaynaklarının yıllık küresel büyüme oranları (1998-2004) [Günel ve Ilgın, 2008]

Dünyada rüzgar enerji santralleri kurulu gücü 1990'da 2.160 MW iken, 2001'de hızlı bir artışla 22.000 MW olmuştur. Avrupa'da 2000 yılında 12.822 MW iken 2001'de %35 artışla 17.361 MW'ın üzerine çıkmış ve yılda 40 milyar kWh elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu miktar 10 milyon evin elektrik tüketimine eşittir.

Çizelge 4.2. 2003 yılı itibariyle Avrupa Birliği'nde rüzgar kurulu gücü (MW) [Günel ve ark., 2007]

	Rüzgar (MW)				Toplam Kurulu Güç (MW)		Rüzgarın Toplamdaki Payı (%)	
	2002	2003	2003'te giren	%	2002	2003	2002	2003
Almanya	11994	14609	2645	21,8	124420	126531	9,6	11,5
İspanya	5042	6411	1369	27,2	59738	63819	8,4	10,0
Danimarka	2889	3110	243	7,6	12879	12948	22,4	24,0
İtalya	788	904	116	14,7	76950	78358	1,00	1,2
Hollanda	685	910	232	32,8	20813	20965	3,3	4,3
İngiltere	552	648	103	17,3	78200	78200	0,7	0,8
İsveç	28	399	71	21,6	33361	33361	1,00	1,2
Yunanistan	302	390	88	29,1	10990	10990	2,7	3,5
Portekiz	194	301	107	55,2	11654	11654	1,7	2,6
Fransa	153	253	100	65,2	116380	116380	0,1	0,2
İrlanda	138	187	49	35,5	5550	5550	2,6	3,4
Avusturya	139	415	276	198,6	17842	17842	0,8	2,3
Finlandiya	43	51	8	18,6	16647	16647	0,3	0,3
Belçika	35	67	31	89,2	15684	15684	0,2	0,4
Lüksemburg	16	22	5	32,9	1129	1129	1,4	1,9
Avrupa Birliği (AB-15)	23299	28676	5443	23,1	610058	610058	3,9	4,7
Türkiye	19	19	0	0	35587	35587	0,1	0,1

Çizelge 4.2'te de görüldüğü gibi rüzgar enerjisi, Avrupa'da, özellikle Danimarka, Almanya ve son yıllarda İspanya'da uygulanan teşvik politikaları ile hızlı bir gelişim göstermiştir. 1990 yılında AB-15 de sadece 474 MW olan rüzgar kurulu gücü, 2003 yılına gelindiğinde, 29000 MW'a yaklaşmıştır. Dünyadaki kurulu rüzgar gücünün yaklaşık %74'üne karşılık gelen bu kurulu güç ile Avrupa, rüzgar enerjisi konusunda dünyadaki lider konumunu sürdürmektedir [Günel ve ark., 2007].

Çizelgeden de görüldüğü gibi, Avrupa ülkeleri arasında Almanya ve Danimarka rüzgar enerjisi yönünde öne çıkmaktadır.

Avrupa Rüzgar Enerjisi Birliği'nin 2010 yılı için rüzgar gücü santral kapasitesi hedefi 600000 MW, 2020 yılı içinse bu hedef 150000 MW olarak belirlenmiştir [Çağlar ve Canbaz, 2002].

Rüzgar enerjisi uygulamalarının, diğer enerji kaynaklarına göre çok sayıda üstünlüklerinin bulunması, son yıllarda ülkemizde de Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) ve çok sayıda özel sektör kuruluşunun yaptığı ölçümlerle de ortaya çıkan potansiyelimiz, rüzgar enerjisi alanındaki teknolojik gelişmeler, ve ülkemizde rüzgar enerjisinden yararlanmaya yönelik olarak başta Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı olmak üzere, ilgili kurum ve kuruluşların da çalışmaları sayesinde, faal bir ortamın oluşturulması sağlanarak, Çeşme yakınlarında, 500 ve 600 kW'lık toplam 15 adet rüzgar türbininden oluşan, 1.5 MW kurulu güce sahip ilk rüzgar çiftliği 1998 yılında işletmeye açılmıştır [Günel ve ark., 2007].

Rüzgar enerjisinden istifade etmek amacıyla, öncelikle bir yerin rüzgar enerjisi potansiyelinin ve rüzgar özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla, Türkiye'de genel amaçlı rüzgar ölçümleri, diğer meteorolojik ölçümlerle birlikte Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMI) tarafından yapılmaktadır. DMI'ne ait istasyonların 1970-1980 yılları arasındaki kayıtları değerlendirilmiş ve ülke genelindeki doğal rüzgar enerjisi dağılımı genel olarak belirlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda ülkemizde, ilk aşamada belirlenmiş olan ve rüzgar enerjisi potansiyeli yüksek yerlerde yapılan etütler ile rüzgardan enerji üretimine elverişli olabilecek bölgelere, rüzgar enerjisi gözlem istasyonları kurulup veri toplanmaya başlanmıştır [Günel ve ark., 2007].

Rüzgar enerjisinden en yüksek performans seviyesinde yararlanmak için rüzgarın yönünün, sıklığının ve hızının belirli seviyelerde olması gerekmektedir. Bu bağlamda, Türkiye'de 3 m/sn ve üstü ortalama rüzgar hızına sahip yerler Çizelge

4.3'te belirtilmiştir. Bu çizelgeye göre ülkemizde rüzgar performansı açısından en elverişli üç yer Bozcaada, Bandırma ve Kumköy olarak görünmektedir.

Çizelge 4.3. 3 m/sn ve üstü ortalama rüzgar hızına sahip yerlerimiz [Günel ve ark., 2007]

Yer	Hız (m/sn)	Yer	Hız (m/sn)	Yer	Hız (m/sn)
Ankara	3,2	Çorlu	3,9	Kumköy	4,9
Antakya	4,2	Dikili	3,0	Menemen	4,1
Antalya	3,1	D. Beyazıt	3,1	Muğla	3,4
Ayvalık	3,2	Krdz. Ereğli	3,8	Nevşehir	3,2
Balıkesir	3,1	Florya	3,5	Niğde	3,4
Bandırma	5,2	Gökçeada	4,4	Kireçburnu	4,7
Bergama	3,2	İnebolu	3,7	Seydişehir	3,3
Bilecik	3,2	İpsala	3,8	Silifke	3,1
Bozcaada	7,0	İzmir	3,5	Sinop	4,7
Cihanbeyli	3,7	K. Maraş	3,4	Siverek	4,0
Çanakkale	4,9	Karapınar	3,6	Sivrihisar	3,0
Çeşme	3,8	Kırklareli	3,0	Şile	3,1

Ülkemizde yer seviyesinden 50 m. yükseklikteki rüzgar potansiyelleri incelendiğinde Ege, Marmara ve Doğu Akdeniz Bölgelerinin yüksek potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Afyon, Akhisar, Anamur, Antakya, Ayvalık, Balıkesir, Bandırma, Bilecik, Bergama, Bodrum, Bozcaada, Bozkurt, Çanakkale Boğazı civarı, Çeşme, Çorlu, Dikili, Edirne, Edremit, Erzurum, Gökçeada, İnebolu, Karaman, Malatya, Mardin, Samsun, Seydişehir, Silifke, Sinop ve Tekirdağ, rüzgar enerjisi açısından zengin yerlerdir.

Bu bölümde rüzgar enerjisi tariflenerek, rüzgar potansiyeli yönünden ülkelerin karşılaştırılması yapılmıştır. Ayrıca, rüzgar enerjisinden en yüksek düzeyde performans sağlanabilmesi için gerekli koşullar belirtilmiş ve Türkiye’de rüzgar potansiyeli açısından zengin yerler ve aktif rüzgar santrallerinin bulunduğu yerler belirtilmiştir. Daha sonra, rüzgar enerjisinin mimarlık sistemlerinde bütünleşmeyi sağlayan bir alt sistem olarak kullanılması yönünde yeterli potansiyele sahip ülkeler sıralanmıştır. Böylece, ilerleyen bölümde rüzgar enerjisinin binalar üzerindeki etkisi (bina aerodinamiği) ve yapı formu ile ilişkili olarak değiştiği ortaya konacaktır.

4.2.2. Rüzgar enerjisinin yapı formu ile ilişkisi (Bina aerodinamiği)

Rüzgar, ısı kayıplarının oluşumunda ve doğal havalandırmada yaşamsal bir güç kaynağıdır. İklimlendirme sistemine kaynak girdi olan rüzgar ve bina arasındaki etkililişimin incelenmesi bina aerodinamiğinin konusudur [Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Web Sitesi, 2010].

Binalardaki rüzgar etkileri ile ilgili kaygılar erken dönem insan yerleşimlerine kadar uzanmaktadır. Birçok antik kentin tasarımında ortaya konan tasarım ilkelerinin Eski Çin hanedanlarının şehir geliştirmedeki Feng-Shui (rüzgar-su) ilkeleri gibi tekrar gündeme gelmesinden de anlaşılabilirliği gibi bugün de geçerliliğini koruduğu söylenebilir [Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Web Sitesi, 2010].

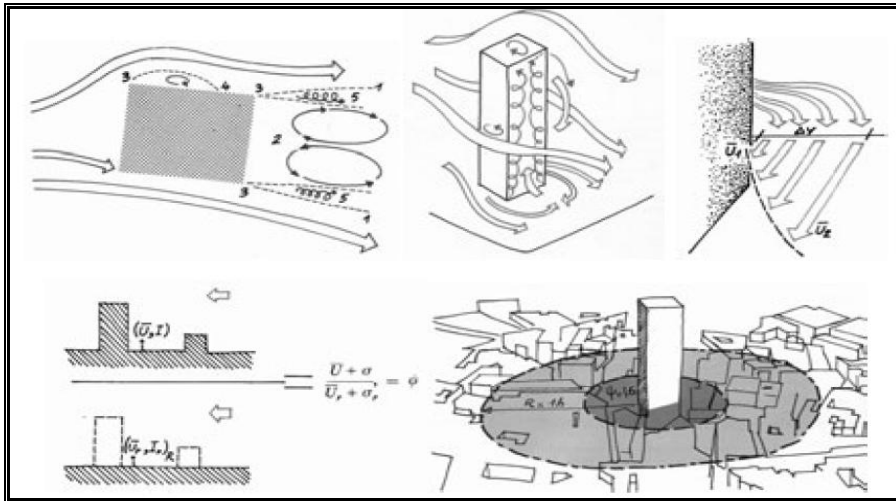
Aynsley, Melbourne ve Vickery'nin bina aerodinamiğine ilişkin önemli bir kaynak oluşturan 'Mimari Aerodinamik' kitabından özetle; Aristoteles'in M.Ö. 4. yy., "Meteorologika"da ilk kez gizemli rüzgarlardan söz etmesi, onun öğrencisi Theophrastus'un hava tahmini metodları, eski Yunanların rüzgar gülünde, yönlere rüzgar tanrıları isimleri vermeleri konuya verilen önemi bize aktarmaktadır. Roma'lı mimar ve mühendis Vitruvius'un, M.Ö. 1. yy. , "Mimarlık Hakkında On Kitap"ında ortaya koyduğu prensipleri, 15. yy.da Avrupa ülkelerine yayılmıştır. Avrupa kıtasından gidenlerin 1573'te Güney ve Merkez Amerika'daki İspanyol şehirleri için geliştirdikleri şehir planlama yasaları yanı sıra, dünyanın çeşitli iklim bölgelerinde, Japonya, Kanada, Hindistan, ve benzeri diğer kültürlerde bina ve şehirlerin yerel rüzgarlara uygun tasarlandığı görülmektedir [Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Web Sitesi, 2010].

Endüstri devriminden sonra, şehir planlamasında, Avrupa'da 1870'te Nuremberg'da konutların her odasında doğal aydınlatma şartını hesaba katan, 1874'te binalardaki ışık ve hava yeterliliğinin sağlığı korumak için gerekli olduğu söylenen İsveç yasalarında, 1900'lerde Viyana'da fabrikalardan çıkan dumanı şehir dışına taşımak amacıyla, şehir ve bölge planlamada hakim rüzgar dikkate alınmıştır. Benzer şehir

planlama prensiplerinin çağdaş uygulamalarda deneysel, sayısal tasarım tekniklerinin gelişimine koşut birçok örneği vardır [Aynsley ve ark., 1977].

Bugün ise rüzgar tünellerinde binalar etrafındaki akım problemleri, ısı dengeler gibi diğer iklim elemanlarını da içerecek şekilde çok boyutlu olarak incelenmeye devam edilmektedir. Aynı zamanda arazide, şehirselle açık mekanlarda gerçek koşullarda ölçüm çalışmalarıyla deney çalışmalarının test edilmesi veya benzetişiminin geliştirilmesi olanakları aranmaya devam etmektedir [Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Web Sitesi, 2010].

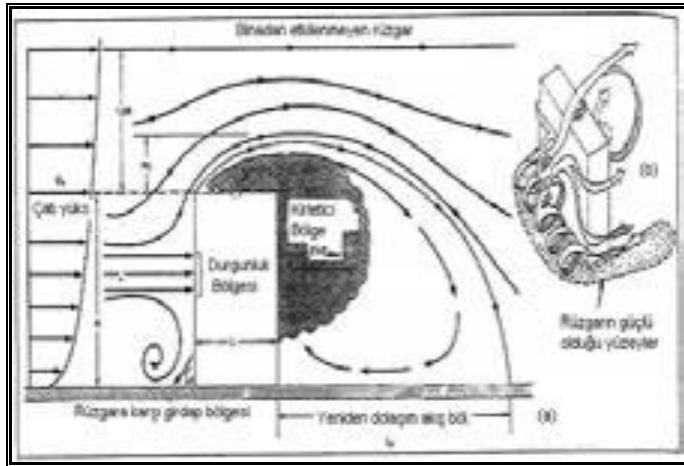
Bina aerodinamiğin ana konularından biri, binalar etrafındaki veya kentsel doku içerisinde oluşan hava akımlarının karakteristiklerinin ortaya konmasıdır. Şekil 4.4'te de görüldüğü gibi; binaların rüzgar üstü yüzeyine çarpan hava molekülleri yüzeye çarptığı anda durmakta, yüzeyi yalayarak yönünü değiştirmekte ve sonunda bu yüzeyden kopma noktasında ayrılarak yan yüzeyleri takip ederek bina arkasındaki iz bölgesini oluşturmaktadır [Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Web Sitesi, 2010].



Şekil 4.4. Binalar etrafında oluşan hava akımları şemaları [Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Web Sitesi, 2010]

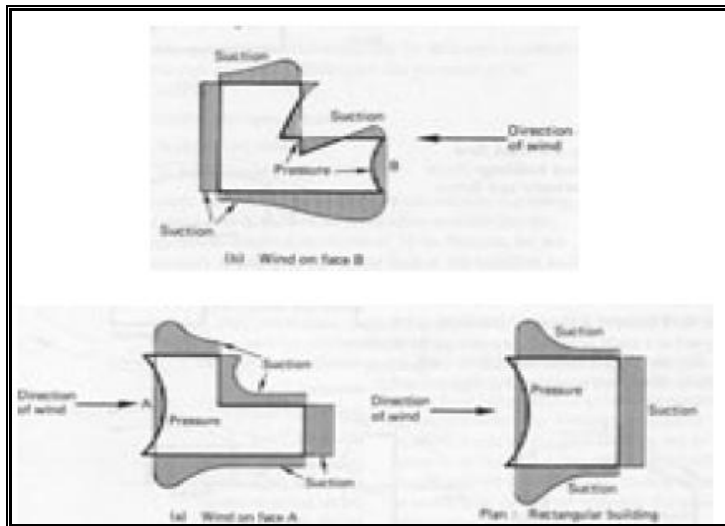
Birbiri tarafından itilen ve farklı hız değerlerine sahip olan hava molekülleri girdaplar oluşturmaktadır. Bina çevresinde böylece hızı ve esme yönü değişken

konforsuz alanlar oluşmaktadır. Binaların geometrisine ve ölçüsüne bağlı olarak değişen bu oluşum tasarım aşamasında yapılacak çalışmalarla giderilebilecektir [Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Web Sitesi, 2010].



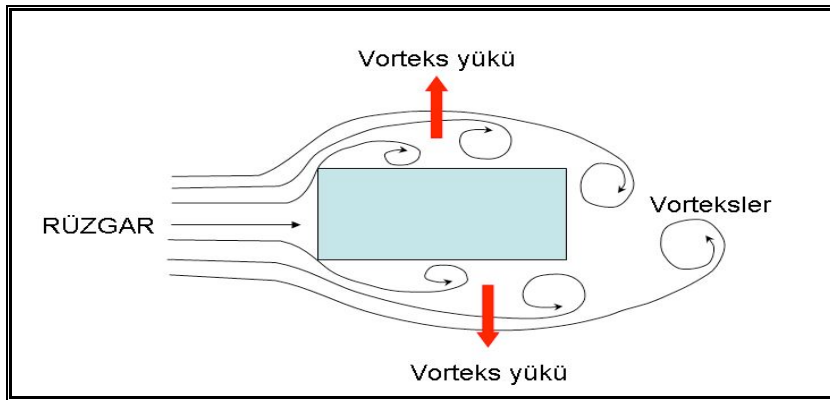
Şekil 4.5. Dikdörtgen binanın etrafındaki hava akışı [Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Web Sitesi, 2010]

Bu bağlamda, yapı formu (geometrisi) ve rüzgar enerjisi arasındaki ilişkileri ortaya koymak amacıyla Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da gösterilen analiz çalışmaları yapılmıştır.



Şekil 4.6. Dikdörtgen ve L biçimli bina yüzeylerinde hava basıncı [Macdonald, 1975]

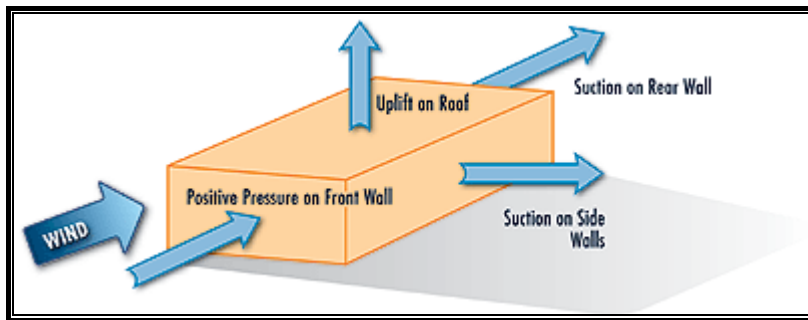
Rüzgarın oluşturduğu hava akımı binanın yan yüzleri etrafından geçerken Şekil 4.7’de şematik olarak gösterildiği türde vorteksler oluşur. Vorteksler değişken olarak (önce bir yan yüzde, sonra diğer yan yüzde) oluştuğu için vortekslerin yarattığı dinamik yükler de değişken yönlü olup rüzgar akış yönüne dik doğrultuda etkirler. Vorteks yükleri çok belirgin ve dar bir frekans bandında etkidiği için sinüzoidal bir yük olarak tanımlanabilirler [İstanbul Yüksek Yapılar Rüzgar Yönetmeliği, 2009].



Şekil 4.7. Vorteks yüklerinin oluşumu [İstanbul Yüksek Yapılar Rüzgar Yönetmeliği, 2009]

Bina aerodinamiğinin diğer bir inceleme konusu ise, binalara rüzgar tarafından uygulanan kuvvetlerdir.

Şekil 4.8’de görüldüğü gibi, rüzgar ile yapı etkileşiminde pozitif ve negatif basınç birlikte ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.8. Rüzgarın yapı ile etkileşiminde görülen basınç davranışları [Whole Building Design Guide Web Sitesi, 2010]

Rüzgar basınçları belirlenirken temel rüzgar hızının karesi alınır, bu nedenle, rüzgar hızı arttıkça rüzgar basınçları katlanarak artmaktadır [Whole Building Design Guide Web Sitesi, 2010].

Temel rüzgar hızı ise; açık bir arazide (örneğin hava alanları gibi), yerden 10m yükseklikte herhangi bir yönde ölçülen 10 dakikalık ortalama rüzgar hızlarından 50 yılda en az bir kere aşılma olasılığına karşı gelen rüzgar hızıdır [İstanbul Yüksek Yapılar Rüzgar Yönetmeliği, 2009].

Binalar üzerinde görülen rüzgar basınçları, Çizelge 4.4'te görüldüğü gibi; topografya, yapı yüksekliği, iç basınç, aerodinamik basınç ve yapının formuna bağlı olarak değişim göstermektedir. [Whole Building Design Guide Web Sitesi, 2010]

Çizelge 4.4. Bina rüzgar etkileşimini etkileyen faktörler [Whole Building Design Guide Web Sitesi, 2010]

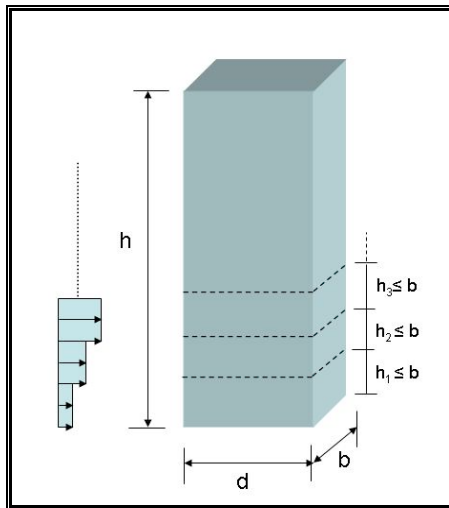
Topografya:	Tepeler, sırtlar gibi topografyadaki ani değişiklikler, rüzgar hızının artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, bir tepe yakınında bulunan bir yapı, nispeten daha düz bir alanda yer alan yapıdan daha fazla rüzgar yükü alacaktır.
Yapı Yüksekliği:	Yerden yükseklik arttıkça rüzgar hızı da artmaktadır. Bu nedenle, yapı yüksekliği arttıkça yapıya etki eden rüzgar yükü de artmaktadır.
İç Basınç:	Bir yapıya çarpan rüzgar yapı içinde basınç artmasına (pozitif basınç) veya azalmasına (negatif basınç) neden olmaktadır. İç basınç değişiklikleri yapı yüzündeki açıklıkların boyutu ve sıklığı ile oluşmaktadır.
Aerodinamik Basınç:	Aerodinamik etki nedeniyle (yapı ve rüzgar etkileşimi), en yüksek yükler çatı kenarlarında oluşmaktadır. Yapı cephesine etki eden rüzgarlar genellikle çatıya etki eden rüzgar yükünden daha düşüktür.
Yapının Formu:	Yapının formu, yapıya etkiyen rüzgar basınç katsayısını ve dolayısıyla yapıya etkiyen rüzgar yükünü etkilemektedir.

Çizelge 4.4'te görüldüğü gibi, yapı yüzeyindeki açıklıkların boyutu ve sıklığı arttıkça iç basınç da artmaktadır. Ayrıca, İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı'nın 2009

yılında yayımlanarak yürürlüğe giren İstanbul Yüksek Yapılar Rüzgar Yönetmeliği'nin 'Binalara Etkiyen Rüzgar Yükleri' başlıklı 5. maddesinin 1. fıkrasında konu ile ilgili hüküm yer almaktadır.

İç basınç katsayıları bina yüzündeki açıklıkların boyutu ve sıklığı ile değişir. Bir yüzdeki açıklıklar diğer yüzdeki açıklıkların en az iki katı veya daha fazla ise, o yüz iç basınçlar açısından binanın hakim yüzü olarak adlandırılır [İstanbul Yüksek Yapılar Rüzgar Yönetmeliği, 2009].

Söz konusu Yönetmeliğin 5. maddesinde ayrıca binaya gelen rüzgar yükü hesabı ile ilgili bilgi verilmektedir.



Şekil 4.9. Rüzgar yüklerinin düşey doğrultuda değişiminin gözönüne alınması [İstanbul Yüksek Yapılar Rüzgar Yönetmeliği, 2009]

Binaya gelen toplam yükleri hesaplarırken bina düşey doğrultuda Şekil 4.9'da gösterildiği gibi dilimlere ayrılır ve her dilime gelen yükler ayrı ayrı hesaplanır. Dilimlerin yüksekliği rüzgara dik yöndeki bina genişliğinden daha fazla olmamalıdır. Yatay doğrultuda yüklerin düzgün olarak dağıldığı kabul edilecektir [İstanbul Yüksek Yapılar Rüzgar Yönetmeliği, 2009].

Yapıya etkiyen rüzgar enerjisinin yapı formu ile değişim gösterdiği gerçeğine dayanarak İstanbul Yüksek Yapılar Yönetmeliği'nde konu ile ilgili 5. maddenin 2. fıkrasında yer alan hükümleri aşağıda belirtilmektedir.

Dairesel kesitli binalara etkiyen rüzgar yükleri dikdörtgen kesitli binalara etkiyen rüzgar yüklerine benzer şekilde hesaplanır. Tek fark basınç katsayısı C_p nin hesabındaki değişiktir [İstanbul Yüksek Yapılar Rüzgar Yönetmeliği, 2009].

Planda dikdörtgen veya dairesele olmayan yüksek yapılara gelen rüzgar yüklerinin hesabı daha detaylı analiz gerektirir. Bu analizler mevcut literatürde kabul edilmiş yöntemleri kullanarak veya özel tipteki yapılar için rüzgar tüneli testleri ile yapılabilir [İstanbul Yüksek Yapılar Rüzgar Yönetmeliği, 2009].

Yerden yükseklik arttıkça rüzgar hızı da artmaktadır. Bu nedenle, yapı yüksekliği arttıkça yapıya etki eden rüzgar gücü de artmaktadır.

Yüksek yapılar, rüzgar etkisiyle oluşan titreşimden etkilenmektedir. Bu nedenle, rüzgar enerjisinin strüktürel ve mimari tasarım üzerinde önemli rolü bulunmaktadır. Yapıların işlevsel performansını artırıcı ve rüzgar enerjisinin olumsuz etkilerini azaltıcı farklı tasarım stratejileri bulunmaktadır. Bu stratejiler arasında önemli ve etkili bir tasarım yaklaşımı ise mimaride aerodinamik değişimlerdir [İlgın ve Günel, 2007].

Bina aerodinamiğinin konusu, yapıya etki eden rüzgar yükleri ve basınç dağılımlarının belirlenmesidir. Bu nedenle, binalar etrafındaki hava akış şekillerinin belirlenmesi, kentsel alanlarda rüzgar çevre koşullarının tahmininde önemli role sahiptir [Braun ve Awrunch, 2007].

Rüzgar yükleri karşısında yüksek yapıların performansını artırmak amacıyla birçok araştırma ve çalışma gerçekleştirilmiştir [Kareem ve ark., 1999]. Bu araştırmalar sonucunda, alternatif taşıyıcı sistemler ve yapının işlevsel performansını artırıcı farklı tasarım metodları ve yöntemleri ortaya çıkmıştır [İlgın ve Günel, 2007].

Mimari tasarımda bazı aerodinamik değişiklikler, yapıya etkiyen yatay rüzgar yükünü azaltan etkili tasarım yaklaşımlarından bir tanesidir. Temel olarak bu değişiklikler; konik kesit, gerileme, heykelsi üst bölüm (sculptured top), köşe geometrisinde değişiklikler ve yapı cephesine açıklıkların eklenmesidir [Kareem ve ark., 1999]. Bina etrafındaki akış yönünü değiştirerek, yapı formunda yapılan aerodinamik değişiklikler ve uygun bir yapı formu seçimi, rüzgar enerjisi etkilerini olumlu yönde çevirmektedir. Bu nedenle, yapı formu mimari tasarımı yönlendiren en önemli özelliktir. Rüzgar ve yapı etkileşiminin en çok görüldüğü yüksek yapıların tasarımında, rüzgar enerjisinin yapı üzerindeki etkisinin tasarım aşamasının ilk evrelerinden itibaren düşünülmesi gerekmektedir [İlgın ve Günel, 2007].

Yüksek yapılar, rüzgar gücünün yapı yüksekliği ve formu ile artış göstermesi nedeniyle rüzgar etkisi karşısında daha hassas davranış göstermektedirler. Yüksek yapıların çeşitli formları ve bu formların aerodinamik özellikleri birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Yapısal tasarım ve kullanıcı konforu için yüksek bir yapının rüzgar karşısında gösterdiği dinamik davranışları kabul edilebilir sınırlar içerisinde yeralmalıdır. Aerodinamik olarak uygun yapı formu, yüksek bir yapının tasarım aşamasının ilk başlarından itibaren karar verilmesi gereken bir tasarım kriteridir [You ve Kim, 2009].

Konu ile ilgili literatürde yer alan bir çok çalışma (Ali and Armstrong, 1995; Baker, 2004; Dutton and Isyumov, 1990; Hayashida and Iwasa, 1990; Holmes, 2001; Irwin, 2006; Isyumov, Fediw, Colaco and Banavalkar, 1992; Kareem and Tamura, 1996; Kawai, 1998; Kim and You, 2002; Kwok, 1988; Kwok, 1995; Kwok, William and Wilkie, 1988; Schueller, 1977; Schueller, 1990; Shimada and Hibi, 1995) yapı formu ve yapı kesit geometrisinde yapılacak aerodinamik değişikliklerin bir çok yapıda rüzgar etkisini kontrol altına alacağını göstermektedir [İlgın ve Günel, 2007].

İlgın ve Günel'e göre rüzgarın yapılar üzerindeki etkileri iki şekilde kontrol altına alınabilmektedir:

1. Önemli mimari değişiklikler: Yükseldikçe incelen yapılar, yapının en üst kısmının heykelsi görünümüne kazandırılması, yapı formunun değiştirilmesi, yapıda oluşturulan açıklıklar gibi mimari konsepti etkileyen değişiklikler.
2. Küçük mimari değişiklikler: Mimari konsepti etkilemeyen köşe modifikasyonları ve yapının kuvvetli rüzgar yönüne göre yerleşimi [İlgin ve Günel, 2007].

Bu iki madde, aşağıdaki örnekler üzerinde incelenmiştir. Yapının en üst kısmının heykelsi görünümüne kazandırılması örneklerde görüldüğü gibi, rüzgar enerjisinin yapılar üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmaktadır [Kareem ve ark., 1999].

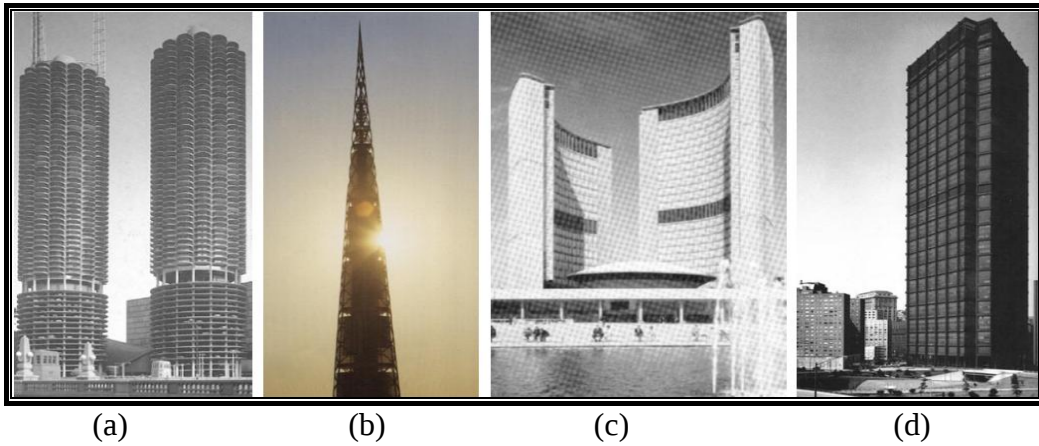
Resim 4.3'te gösterilen Burj Dubai Tower (Baker, 2004) örneğinde görüldüğü gibi; yapının plan kesitinin, yapının yüksek bölümlerinde 'formu değiştirerek' küçültülmesi, rüzgar enerjisinin etkisini farklılaştırarak yapıya etkiyen rüzgar kuvvetlerini azaltmaktadır. Bilinen bir gerçektir ki, yapı formunun yanal direncin korunması üzerinde önemli etkisi bulunmaktadır. Eğer yapı formu sadece dikdörtgenler prizması ile sınırlanırsa, bu form yanal rüzgar etkisine maruz kalmaktadır. Silindir, elips, üçgen ve diğer yapı formlarına, dikdörtgenler prizması şeklinde olan yapılardan daha az yanal kuvvet etki etmektedir [Ali ve Armstrong, 1995].



Resim 4.3. Burj Dubai Tower Binası [Ali ve Armstrong, 1995]

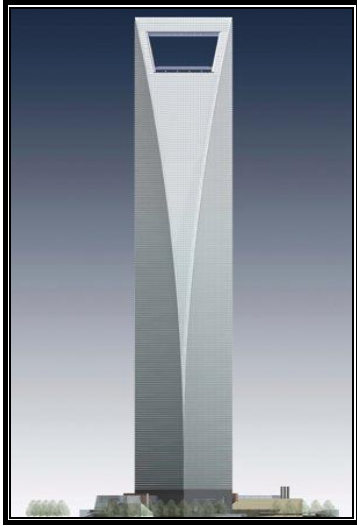
Silindir (dairesel) ya da elips biçimli formdaki yapılara etkiyen rüzgar basıncı tasarım yükünün dikdörtgenler prizması şeklinde olan yapılara kıyasla % 20-40 azalmaktadır [Schueller, 1977]. Dolayısıyla, birçok ünlü binada, aerodinamik olarak olumlu etkileri bulunan yapı formları tercih edilmektedir.

Resim 4.4 (a)'da görülen The Marina City Towers (Chicago, 1964) silindir formu, Resim 4.4 (b)'de görülen the Millennium Tower (Tokyo, 2009) konik dairesel planı, Resim 4.4 (c)'de görülen Toronto City Hall (Toronto, 1965) hilal şeklindeki formu ve Resim 4.4 (d)'de görülen the U.S. Steel Building (Pittsburgh, 1970) ise üçgen planı ile aerodinamik yapı formlarının tercih edildiği yapılar arasında yer almaktadır [İlgın ve Günel, 2007].



Resim 4.4 (a). The Marina City Towers (Chicago, 1964)
 (b). Millennium Tower (Tokyo, 2009)
 (c). Toronto City Hall (Toronto, 1965)
 (d). The U.S. Steel Building (Pittsburgh, 1970) [İlgın ve Günel, 2007]

Ayrıca, yapı cephesinde özellikle çatıya yakın bölümlerinde oluşturulan açıklıklar yapıya etkiyen rüzgar yükünün olumsuz etkilerini azaltan yapının aerodinamik yanıtıdır. Resim 4.5'te görülen The Shanghai World Financial Center (Shanghai, 2008) Binası bu konudaki en iyi örneklerden birisidir [Dutton ve Isyumov, 1990].



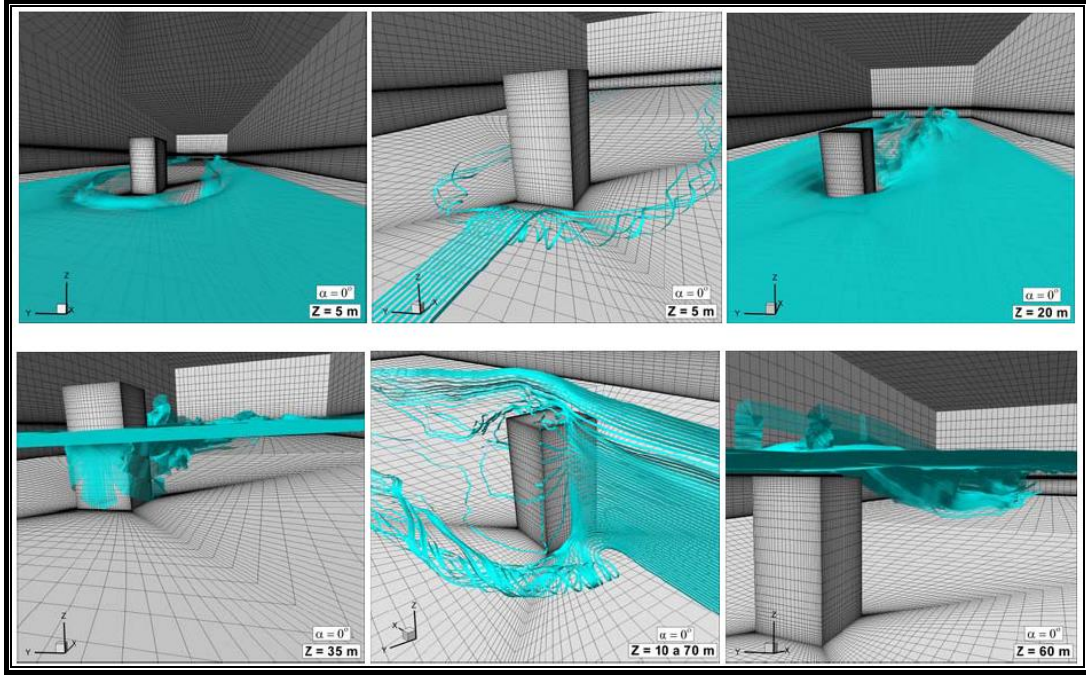
Resim 4.5. The Shanghai World Financial Center Binası [Dutton ve Isyumov, 1990]

Mimarisi, yapısal özellikleri veya konumu nedeniyle (örneğin geometrisi, yüksekliği, kesiti, kullanılan malzeme, bulunduğu mevki veya çevresindeki yapılar gibi) standard olmayan yüksek yapıların rüzgar davranışının ortaya çıkarılabilmesi için genelde rüzgar tüneli deneyleri gerekir [İstanbul Yüksek Yapılar Rüzgar Yönetmeliği, 2009].

Bu bağlamda, Braun ve Awrunch'ın çalışmasında; bina ve rüzgar ilişkisini incelemek için simülasyon programı (rüzgar tünel testi) kullanılmıştır. Test çalışmasında dikdörtgenler prizması formuna sahip bir yapı modellenerek yapı üzerindeki rüzgar akışları simüle edilmiştir.

Simülasyon sonucunda, yapı etrafında oluşan anlık rüzgar çevre koşulları Şekil 4.10'da gösterildiği gibi elde edilmiştir. Bu simülasyon çalışmasında, yüksek binaların etrafında rüzgar enerjisi etkisi ile oluşan mevcut formülasyonun sirkülasyon şekillerinin birçoğunu yeniden oluşturabilme özelliğine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan deneysel gözlemler ile zeminde oluşan at nalı şeklindeki rüzgar akışı, yapının ön ve arka cephelerinde oluşan sirkülasyon bölgeleri, çatı köşelerinde oluşan konik rüzgar akışları ve yan ve ön duvarlarda oluşan ayırım ve

birleşim bölgeleri gibi sirkülasyon şekilleri elde edilmiştir [Braun ve Awrunch, 2007].



Şekil 4.10. Bina modeli üzerindeki rüzgar akış hareketleri [Braun ve Awrunch, 2007].

Yüksek yapıların inşa ekonomisi, rüzgarın hızının yükseklikle artması nedeniyle rüzgar enerjisinden etkilenmektedir. Rüzgar yükü ve hareketleri, yapıya etkileyen rüzgarın yönü ve dinamikliği ile ilişkilidir. Rüzgarın yapı üzerindeki etkisi aynı zamanda yapının formuna da bağlıdır. Bu nedenle, yapı formunun aerodinamiği yüksek yapıların tasarım aşamasında düşünülmesi gereken bir parameredir [Irwin ve ark., 2008].

Ancak, rüzgarın yapılar için dost olmasını sağlayan bazı etkileri de bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi, yapıların enerji üreten rüzgar türbinlerinin kullanımı için uygun bir platform oluşturmalarıdır. Rüzgar enerjisinin rüzgar hızının küpüyle doğru orantılı olarak arttığı düşünüldüğünde, yüksek yapıların tepe noktalarında rüzgar potansiyeli zemin seviyesine kıyasla daha yüksektir [Irwin ve ark., 2008].

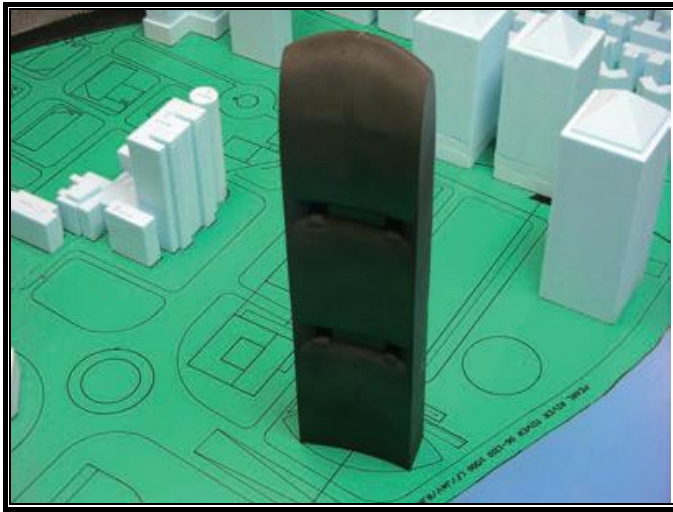
Yükseklik değıştikçe yapı formunun da değıştirilmesi (örn; kare formdan daire forma) ile de aynı etki elde edilebilmektedir. Yapı formunun rüzgar enerjisi üzerindeki etkisini incelemek için kullanılan en iyi yöntem rüzgar tüneli testidir. Irwin (1998) farklı yapı formları ile rüzgar tüneli testleri üzerine çalışmıştır. Ancak, ticari rüzgar tüneli laboratuvarlarında yüzlerce yüksek yapı test edilmesine rağmen, bu yüksek yapıların performansları ile ilgili sadece sınırlı bilgi elde edilmiştir [Irwin ve ark., 2008].

Rüzgar türbinlerinin yüksek bir yapıda kavramsal açıdan en uygun kullanılabileceği yer yapının çatıya yakın en üst sağ bölümüdür. Ayrıca, yapı çevresinde aynı yükseklikte herhangi bir yapının bulunmaması da yapıda yer alan türbinlerine gelen rüzgar hızının korunmasını da sağlamaktadır [Irwin ve ark., 2008].

Bazı tasarımlarda rüzgar türbinlerinin yapının çatısından daha alçak bölümlerine yerleştirildiği görülmektedir. Resim 4.6 ve Resim 4.7’de görülen Skidmore Owings Merrill tarafından tasarlanan Pearl River Tower Binası, rüzgar türbinlerinin yapının alçak kısımlarına yerleştirilmiş olduğu bir yapı örneğidir. Türbinlere gelen rüzgar hızının yapının aerodinamik hava kanalları formu ile artması sağlanmaktadır. Ayrıca, yapılan çeşitli çalışmalarda, rüzgar hızının küpü ile rüzgar gücü arasındaki ilişki nedeniyle, çevre yapılar tarafından etki eden rüzgarın aerodinamik etkisinin rüzgar türbinlerinin enerji potansiyeli üzerinde önemli etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır [Irwin ve ark., 2008].



Resim 4.6. Pearl River Tower Binası [Irwin ve ark., 2008]



Resim 4.7. Pearl River Tower Binası rüzgar tüneli modeli [Irwin ve ark., 2008]

Bu bölümde rüzgar enerjisinin binalar üzerinde etkilerinin bulunduğu, bu etkilerin ortaya konulması amacıyla çeşitli rüzgar tüneli testi çalışmaları yapıldığına değinilmiştir. Yapılan çalışmalarda, rüzgar gücünün yapı yüksekliği ve formu ile artış gösterdiği, bu nedenle mimari tasarım sürecinde bazı aerodinamik değişiklikler ile yapıya etkiyen rüzgar enerjisinin kontrol altına alınabileceği ortaya konulmuştur.

Böylece, ilerleyen bölümde rüzgar enerjisinin (rüzgar türbinleri) yüksek yapılar ile bütünleşme kriterleri ortaya konacaktır.

4.2.3. Yapı ile bütünleşik rüzgar türbinleri

Mimarlık disiplininin temel hedefi, kullanıcıların güvenlik, sağlık, fizyolojik konfor, psikolojik gereksinimler ve üretkenliğini sağlamak üzere yapay çevreler üretmektir. Bu yapay çevrelerde insanlar, diğer canlı ve cansız varlıklar birarada yaşamak zorundadır. Bu nedenle, yaşanabilir çevreler tasarlanırken yapıların çevre ve kullanıcılarla birarada varlıklarını sürdürmelerini sağlayan strateji ve yöntemler önem kazanmaktadır. Yaşanabilir çevrelerin tasarımı ilkesini gerçekleştirmeye yönelik strateji ve yöntemler, Çizelge 4.5'te ifade edilmektedir [Çelebi ve Gültekin, 2007].

Çizelge 4.5. Yaşanabilir çevrelerin tasarım ilkeleri [Çelebi ve ark., 2008]

KAYNAKLARIN KORUNMASI	Enerjinin Korunması
	Suyun Korunması
	Malzemenin Korunması
YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRME	Yapı Öncesi Evreyi Kapsayan Değerlendirme
	Yapım Evresini Kapsayan Değerlendirme
	Yapım Sonrası Evrenin Değerlendirilmesi
YAŞANABİLİR ÇEVRELERİN TASARIMI	Doğal ve Kültürel Değerlerin Korunması
	Şantiye Planlaması ve Kent Tasarımı
	Konforlu Binaların Tasarımı

Çizelge 4.5'te belirtilen yaşanabilir çevrelerin tasarım ilkeleri kapsamında yer alan enerjinin korunumu ve konforlu binaların tasarımı ilkeleri doğrultusunda yapı ile bütünleşik rüzgar türbinlerinin ne denli önemli olduğu görülmektedir. Bu kapsamda, öncelikle rüzgar türbinlerinin temel kavramları ve gelişim süreçlerinden söz etmek gerekmektedir.

Rüzgar türbinleri, rüzgarın sahip olduğu kinetik enerjiyi, elektrik veya hareket enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Bu mekanik enerji, genellikle kırsal alanlarda ya da uzak yerleşim birimlerine su pompalamak amacıyla kullanılmaktadır.

Amerika'nın kırsal kesimlerinde halen görülen çiftlik yel değirmenleri de bir çeşit mekanik rüzgar pompası olup, tohumları öğütmek, kesmek ya da yelkenleri itmek gibi birçok iş için kullanılmaktadır. 20 yıllık ömürlerinde 120.000 saat çalışacak şekilde tasarlanmış olan modern rüzgar türbinleri ise evler ve işyerleri için elektrik üretmekte ya da kamu hizmetine satılmaktadır [Günel ve ark., 2007].

Günümüzde modern rüzgar türbinleri elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Bir yel değirmeni gibi rüzgar türbinleri de bir kule üzerine monte edilmektedir. Yaklaşık 30 metre ve daha yüksek kule uzunlukları ile daha hızlı ve daha az türbülanslı olan rüzgar profillerini yakalamak mümkün olmaktadır. Rüzgar türbinleri bir kafanın üzerine oturtulmuş iki veya üç kanat sayesinde rüzgar enerjisini yakalamaktadır. Kanatlar bir uçak kanadı gibi işlev görür, alçak basınçlı hava kanatları yukarı doğru iter, bu güç karşıdan gelen rüzgarın yarattığı güçten çok daha fazla olduğu için bu iki gücün bileşkesi sayesinde kanatlar bir pervane gibi dönmeye başlar ve oluşan kinetik enerji de elektrik enerjisine çevrilir [Bozdoğan, 2003].

Teknolojik gelişmeler sayesinde, zaman ilerledikçe türbin boyutlarında ve güçlerinde gelişim olmuştur.

Geçmişteki klasik uygulamaları, yeldeğirmenleri vasıtasıyla su pompalamak ve buğday öğütmek olan rüzgar enerjisinin, günümüzde, yapıli çevredeki (built environment), özellikle de binalardaki kullanımı, havalandırma (ventilation), ve enerji (elektrik enerjisi) üretme gibi alanlara hizmet etmektedir [Günel ve ark., 2007].

Rüzgar türbinleri elektrik üretirken, kömür ya da gaz gibi doğal kaynakları tüketmemekte, kaynak çıkarılması veya taşınması süresince çevresel zararlara sebebiyet vermemekte ya da çalışması sırasında diğeri güç santrallerinin aksine büyük miktarlarda su tüketmemektedir. Su kullanımı, özellikle suyun az bulunduğu bölgelerde, enerji üretiminde önemli bir husustur. Konvansiyonel güç santralleri, termodinamik döngü esnasında büyük miktarlarda su tüketmektedir. Ayrıca, kömür santralleri yakıtın işlenmesi ve temizlenmesi sırasında su harcamaktadır. Kaliforniya Enerji Komisyonu'na (The California Energy Commission) göre, konvansiyonel güç

santrallerinin harcadığı enerji miktarı Çizelge 4.6'daki gibidir (buharlaştırmadan kaynaklanan su kayıpları sonraki kullanımlar için tekrar işlendiğinden dikkate alınmamıştır).

Çizelge 4.6. Enerji santrallerinin yakıt türlerine göre su tüketim miktarları
[American Wind Energy Association (AWEA) web sitesi, 2006]

Su Tüketimi - Klasik Enerji Santralleri		
Teknoloji	galon/kWsaat	litre/kWsaat
Nükleer	0.62	2,30
Kömür	0.49	1,90
Petrol	0.43	1,60
Güneş	0.030	0,110
Rüzgar	0.001	0,004

Rüzgar santralleri, sonuç olarak, ürettiği her bir birim elektrik enerjisi başına, nükleer santrallerin 1/600'ü, kömür santrallerinin 1/500'ü ve doğalgaz santrallerinin 1/600'ü, kömür santrallerinin ise 591/25'i oranında su tüketmektedir. [American Wind Energy Association (AWEA) web sitesi, 2006]

Bir rüzgar çiftliği alanında bulunan sahanın %90'lık kısmı, tarımsal faaliyetler ya da diğer amaçlar için kullanılabilir [Yerebakan, 2001]. Çizelge 4.7'de enerji kaynaklarının üretim teknolojilerine göre gerekli alan m² cinsinden verilmiştir [Günel ve ark., 2007].

Çizelge 4.7. Enerji kaynaklarının üretim teknolojilerine göre gerekli alan (m²) [Günel ve ark., 2007]

Üretim teknolojisi	30 yıl için her Gwsaat için gerekli alan (m ²)
Jeotermal	404
Rüzgar	800-1335
Güneş (fotovoltaik)	3237
Güneş (termal)	3561
Kömür	3642

Bu tabloya göre; rüzgar enerjisi, enerji kaynaklarının üretim teknolojilerine göre gerekli alan sıralamasında jeotermal enerjiden sonra ikinci sırada yer almaktadır. Bu

da gösteriyor ki, rüzgar enerjisinin sistem ve bütünleşme yaklaşımları bütününde ele alınarak uygulanması diğer bir yenilenebilir kaynak olan güneş enerjisinden daha az alan ihtiyacına sahiptir. Bu veriler ışığında, rüzgar enerjisinin yapılarda bütünleşik kullanımı yönünde çalışmaların uygunluğu görülmektedir.

Günümüzdeki uygulama alanı ağırlıklı olarak rüzgar çiftlikleri olan rüzgar enerjisi, çok yakın bir gelecekte, hemen hemen her yüksek binada karşımıza rüzgar türbini olarak çıkacaktır. Bu bağlamda, patlamadan önceki son çeyreği yaşadığımız şu günlerde, gelişmiş ülkelerin çoğu, yüksek bina-rüzgar enerjisi ilişkisine gereken önemi vererek, konuyu halen yapımı sürmekte olan yüksek binalarında somutlaştırmayı hedeflemektedir. Teorik olarak rüzgar enerji potansiyeli elektrik ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılayabilir durumda olan ülkemizin, bu dev enerji sektörüne yönelimi kaçınılmazdır [Günel ve ark., 2007].

Bu nedenle, çevre bilinçli bütünleşik tasarım yapıların önemi gittikçe artmaktadır. Bir ekosistem bileşeni olarak rüzgar enerjisinin ve rüzgar türbinlerinin mimarlık disiplini içerisinde yapı sistemleri ile bütünleşik kullanımının incelenmesi ve henüz yeni olan bu yöndeki çalışmalara ışık tutulması amacıyla ilk örneklerini gördüğümüz bütünleşik rüzgar türbinlerinin bütünleşme parametreleri bu örnekler üzerinden analiz edilecektir.

Rüzgarın kinetik enerjisini, elektrik enerjisi haline dönüştürerek, enerji tüketiminin tamamını ya da bir kısmını karşılayabilen rüzgar türbinleri, güç odaklı ve eksen odaklı olarak sınıflandırıldıkları gibi, binalarda etkileşimlerine göre de sınıflandırılabilirler.

Günel ve ark. (2007) göre, rüzgar türbinleri, *bina-bağımsız*, *bina-monte* ve *bina-bütünleşik* olarak üç temel grupta incelenebilir.

Bina-bağımsız rüzgar türbinleri (Building independent wind turbines)

Bina bağımsız rüzgar türbinleri, yapılı çevreden (binalardan) mimari tasarım ve strüktür bağlamında bağımsız düşünülmüş olup, binanın, rüzgar hızını, yönünü ya da yoğunluğunu değiştirme anlamında herhangi bir potansiyelini kullanmayan türbinlerdir. Bu sınıfa örnek olarak, rüzgar çiftlikleri verilebilmektedir [Günel ve ark., 2007].

Bina-monte rüzgar türbinleri (Building mounted wind turbine)

Bina-monte rüzgar türbinleri, binaları bir çeşit kule olarak kullanmalarının yanı sıra, tam bütünleşik olanların aksine, bina formunu, mevcut rüzgar akışını değiştirmek ya da arttırmak amacıyla kullanmamaktadır. Bu uygulamalar mevcut veya tasarım aşamasındaki binalara uygulanabilmektedir. Tasarım aşamasındaki binalarda mimari form, türbinlere doğru olan rüzgar akışını arttırıcı olarak modifiye edilebilmektedir. 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 iyileştirme [Günel ve ark., 2007].



Resim 4.8. Vauxhall Tower, Londra [Günel ve Ilgın, 2008]



Resim 4.9. Alman Pavyonu, Expo 2000 [Günel ve Ilgın, 2008]

Sonuç olarak, bina-monte rüzgar türbinlerinde mimari, rüzgar enerjisi etkin tasarım kaygısı taşımamaktadır. Bina-monte rüzgar türbinleri, Resim 4.8’de de yer alan Vauxhall Tower’da olduğu gibi binanın mimari tasarımına uyum kaygısı taşıyabilmekte, ya da Resim 4.9’da yer alan Alman Pavyonu’nda (Expo 2000) olduğu gibi taşıyamamaktadır. Dolayısıyla, bina-bütünleşik rüzgar türbinleri ve bina-monte rüzgar türbinleri arasındaki temel ayrım, bina formunun rüzgar enerjisi etkin tasarım kaygısı taşıyıp taşımadığı noktasında ortaya çıkmaktadır [Günel ve ark., 2007].

Bina bütünleşik rüzgar türbinleri (Rüzgar enerjisinin binalara mimari bütünleşmesi)

Bina-bütünleşik rüzgar türbinlerinde esas olan, mimari tasarımın rüzgar enerjisi kullanımını temel almasıdır. Diğer bir deyişle, *rüzgar enerjisi etkin tasarım (wind energy based design)* fikri temel alınmıştır [Günel ve ark., 2007].

Bina-bütünleşik rüzgar türbinleri, mimari tasarım sırasında sürece dahil edilmiş olup, 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 [Günel ve ark., 2007].

Bu bağlamda, yapının formu tarafından desteklenen ve rüzgar enerjisinden yararlanma potansiyelinin mimari tasarım kriterleri doğrultusunda artırılması yönünde uygulanan örneklerden birisi Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi'dir. Bu yapıda, rüzgar türbinleri üçgensel iki form arasında mimari bütünleşmeyi sağlamaktadır. Mimari bütünleşme ile birlikte, aynı zamanda üçgensel formlar arasına yerleştirilen rüzgar türbinlerinden en üst düzeyde enerji sağlanması hedeflenmektedir.



Resim 4.10. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi [Günel ve ark., 2007]

Resim 4.10'da verilen, 240 m yüksekliğinde ve 50 katlı olan Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi, Dünya'nın ilk rüzgar gücüyle elektrik üreten rüzgar türbini bütünleşik yüksek binası olarak literatüre girmiş bulunmaktadır. Üçgensel formlu iki binanın arasına yerleştirilen, 3 adet 29 m kanat çaplı yatay eksenli bütünleşik rüzgar türbinlerinin, yılda 1100-1300 MW saat'lik üretimleriyle, binanın yıllık elektrik enerjisi ihtiyacının yaklaşık olarak %11-%15'inin kadarını karşılaması beklenmektedir. Büyük ölçekli rüzgar türbin bütünleşme projelerinde kullanılan özel

tasarım türbinlerin çoğu, bina tasarımına adaptasyonu, ve yüksek araştırma ve geliştirme maliyetlerinden ötürü toplam proje bedelinin yaklaşık olarak %30'una tekabül eden yüksek bütçeleri nedeniyle, uygulanamamaktadır ki, bu projede, yukarıda bahsi geçen %30'luk oranın % 5 seviyelerine çekilmesi başarılmıştır [Günel ve ark., 2007].

Mimari form üzerinde etkisi bulunan ve aynı zamanda da mimari formdan enerji potansiyeli açısından etkilenen bina-bütünleşik rüzgar türbinlerinin, mimari, strüktürel ve çevresel bütünleşmesi bağlamında önemli noktaları aşağıda belirtilmiştir:

- Türbinlere yakın mekanlar, türbinlerin sebebiyet verebileceği, gürültü iletimi, dönen kanatlar yüzünden ışığın titreyerek yansıması, elektromanyetik parazit gibi olaylar yüzünden, çekiciliğinden ve ekonomik değerinden ödün verebilmektedir.
- Makul bir mekan organizasyonu kurgulayabilmek adına, türbinlerin yakınındaki yerler, sık kullanımı olmayan alanlara ya da servis mekanlarına (asansörler, merdivenler, çekirdek vb.) tahsis edilerek, tampon bölgeler yaratılmaya çalışılmalıdır.
- Bina strüktürünün sağlamlaştırılması, türbinin binaya muntazam biçimde asılması, türbin veya türbin askılarındaki herhangi bir sorundan ötürü oluşabilecek, kamusal güvenliği tehdit edici olayları engellemek amacıyla güvenlik ağlarının kullanılması, ve kanat hareketinden kaynaklanan ve türbin askıları aracılığıyla da binaya iletilen pervane devri (blade pass frequency) olarak tabir edilen vibrasyon hareketinden kaynaklanan rahatsızlığın giderilmesi gibi kaygılar mevcuttur.
- Görsel etki ve gürültü yayılımı çevresel ölçütler bağlamında değerlendirilmelidir [Günel ve ark., 2007].

Amacı ister elektrik üretmek, isterse ısınmak olsun, bina-monte ve bina-bütünleşik rüzgar türbinleri, solar su ısıtma sistemleri ya da fotovoltaiklerle paralel

çalışabilmektedir. En önemli özelliği, güneş battıktan sonra ya da bulutlu (öyle ki bu günler genellikle rüzgarlı bir havaya sahip olma eğilimindedir) enerji üretebilme olan, bina-monte ve bina-bütünleşik rüzgar türbinleri, böylece güneş enerji sistemleriyle tamamlayıcı olarak çalışabilmektedir [Günel ve ark., 2007]

Binalarda enerji verimliliğinin en önemli iki boyutu, enerji performansının yükseltilmesi ve bu sırada konfor koşullarının korunması olarak ifade edilebilir. Enerji performansının yükseltilmesi tasarım aşamasında alınacak mimari önlemler (pasif tasarım) ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını (aktif tasarım) içermektedir. Kullanıcı konforunun sağlanabilmesi için bu iki ögenin tasarım aşamasında bütünleşmesi hayati önemdedir [Çelebi ve ark., 2008].

Bu nedenle, bu çalışma kapsamında yapı ile bütünleşik rüzgar türbinlerinin bütünleşme kriterleri örnek yapılar üzerinden detaylı olarak analiz edilmiştir. Ancak, çalışma kapsamında, yapı-bağımsız ve yapı-monte rüzgar türbinleri yapının mimari tasarımı sürecinde etkili olmadıkları için konu ile ilgili genel bir fikir oluşturması amacıyla sadece bu türbinler hakkında temel bilgiler verilmiştir. Böylece, yapı ile bütünleşik rüzgar türbinlerinin yapı-bağımsız ve yapı-monte türbinlere kıyasla etkili mimari çözümler ile potansiyellerinin artırıldığı, rüzgar türbinlerinin enerji performansını artırmak amacıyla daha çok yüksek yapılarda kullanıldığı ve en iyi performans sonucunu elde etmek amacıyla mimari tasarım aşamasından itibaren yapı formu ile ilişkili olduğu saptanmıştır.

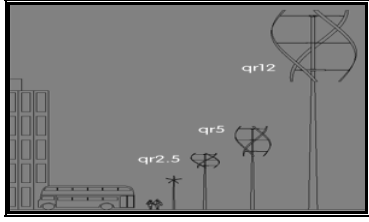
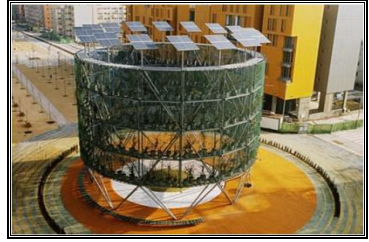
4.2.4. Bütünleşme düzey ve şekilleri (Fiziksel, görsel, işlevsel, bütünleştirilmiş ve dinamik bütünleşme)

Her bir sistem, kendisini meydana getiren ögeler ve bunlar arasındaki ilişkiden oluşmaktadır. Sistemin ögeleri arasındaki ilişkiler sistemler arası ve sistemin ögeleri arasındaki bütünleşme potansiyelini ortaya koymaktadır.

Mimarlık sistemlerinin bütünleşme düzey ve şekilleri farklı araştırmacılar tarafından farklı yöntemlerle ele alınmıştır. Bu bağlamda, Çakmak (2006) 'a göre, strüktür-

cephe bütünleştirilmesinde genel olarak 5 ilişki seviyesinden söz etmek mümkündür. Bu ilişkiler Çizelge 4.8’de de belirtildiği gibi; ayırık, bitişik, bağlantılı, birbirine geçmiş ve birleşik.

Çizelge 4.8. Yapı sistemlerinin bütünleştirme düzeylerini gösteren tablo
[Çakmak, 2006]

BÜTÜNLEŞTİRME DÜZEYLERİ	
AYRIK (REMOTE)	
Sistemler fiziksel olarak birbirinden ayrı ve hala koordine olmuş haldedir.	
BİTİŞİK (TOUCHING)	
Sistemlerden birisi diğerinin üzerinde kalır ve bu sistemle dokunan pozisyonda bulunur. Bulunduğu yerde sadece kendi ağırlığının etkisindedir.	
BAĞLANTILI (CONNECTED)	
Sistemler birbirine kalıcı olarak çeşitli şekillerde bağlıdır.	
BİRBİRİNE GEÇMİŞ (MESHED)	
Sistemler aynı uzayı işgal ederler.	
BİRLEŞİK (UNIFIED)	
Sistemler birleşmiş olarak bütünleştikleri noktada birbirinin fiziksel formunu paylaşır ve artık birbirinden ayrı değildirler.	

Başka bir görüşe göre; yapı sistemleri ve ekosistemlerin bütünleşme düzey ve şekilleri ekolojik tasarım ve fiziki bütünleşme, sistemli bütünleşme ve sürekli

bütünleşme olarak ele alınabilmektedir. Ekolojik tasarım, tasarım sistemimizin doğal çevre ile bütünleştiği tasarım yaklaşımlarıdır. Yapıyı tekil olarak değil, bağlamıyla, bulunduğu kent ve arazi ile birlikte ele alır ve tasarlar. Yapının bulunduğu alanın özellikleri, ekoloji bağlamında ele alınır ve bu özellikler fiziki, sistemli ve sürekli olarak bütünleştirilir.

Fiziki bütünleşme; mekanın topografyası, su kaynakları, bitki örtüsü ve üzerinde yaşayan değişik türdeki canlıların özellikleri ile bütünleşmesi anlamına gelir. Sistemli bütünleşme; doğada ve insan yapımı çevredeki su, enerji tüketimi, atık yönetimi ve benzeri süreçlerle bütünleşme anlamını taşır. Sürekli bütünleşme ise, dünya kaynaklarını tüketimimizin oranını, malzemesini ve ikmal oranını bütünleştirmektir.

Bachman, L., R.,'ın çalışmasında ise mimarlık sistemleri arasındaki bütünleşme potansiyelleri Çizelge 4.9'da görüldüğü gibi; fiziksel bütünleşme, görsel bütünleşme, işlevsel bütünleşme ve bütünleştirilmiş bütünleşme olarak sınıflandırılmaktadır. Bu görüşe göre; mimarlık sistemleri, aynı mekanı paylaşmalı, bir araya gelmeleri estetik olarak çözümlenmiş olmalı, bir noktada ortak çalışmaları ya da birbirlerini tamamlamaları gerekmektedir.

Çizelge 4.9. Bachman'a göre mimarlık sistemlerinin bütünleştirme düzeyleri
[Bachman, 2003]

BÜTÜNLEŞTİRME DÜZEYLERİ			
FİZİKSEL	GÖRSEL	İŞLEVSEL	BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ
Bileşen ve sistemlerin ortak bir hacimdeki etkileşim şekillerini kapsamaktadır	Yapının tüm bileşenleri görselliğini tamamlamak için bir araya gelmektedirler	İşlevsel bütünleşme ortak işlevler ile ilgilidir.	Fiziksel, görsel ve işlevsel bütünleşme ilkelerinin birlikte görüldüğü düzeydir.
			

Bu tez kapsamında yapılacak olan seçilen örnek yapılarda bütünleşme ilkelerinin analiz çalışması için temel oluşturacak olan bu bütünleşme düzeylerini sırasıyla açıklamak gerekirse;

Fiziksel bütünleşme (Physical integration)

Yapı bileşenlerinin birbirleri ile uyum içerisinde olması gerekmektedir. Bu bileşenler, bir yapı içinde ortak bir hacim paylaşmakta ve bu hacim içerisinde farklı yollarla etkileşim içinde bulunmaktadır. Fiziksel bütünleşme, temelde bileşen ve sistemlerin ortak bir hacimdeki etkileşim şekillerini kapsamaktadır. Standart uygulamada, örneğin, birçok yapının zemin ve tavan bölümleri genellikle ayrı bölgelere bölünmüştür: en alt bölümünde gömme aydınlatma, daha sonra oluklar için alan, en üst bölümse ise yukarıda yer alan zemini destekleyen taşıyıcı için derinlik bölümü [Bachman, 2003].

Sistem bileşenleri arasındaki bağlantılar, fiziksel bütünleşmenin diğer bir görüşü olarak ele alınabilmektedir. Bu noktada mimari detaylar önem kazanmaktadır.

Görsel bütünleşme (Visual integration)

Yapının tüm bileşenleri görselliğini tamamlamak için biraraya gelmektedirler. Bu ifade, yapının genel görsel fikri için olduğu kadar odaların özellikleri ve en küçük detaya kadar her bir bağımsız bileşen için de geçerli olmaktadır. Renk, boyut, şekil ve yerleşim özellikleri istenilen etkiyi oluşturmak için kullanılabilir. Böylece, birçok bileşenin görsel özelliklerinin onların bütünleşmesinde önemli olduğu görülmektedir [Bachman, 2003].

Yapı bileşenleri arasındaki görsel uyum, tasarımın estetik kaygısının teknolojik ihtiyaçlar ile bütünleşmesine olanak sağlamaktadır.

İşlevsel bütünleşme (Performance integration)

Fiziksel bütünleşmenin ‘paylaşılan mekan (shared space)’ olarak tanımlandığı noktada, görsel bütünleşme ‘paylaşılan görüntü (shared image)’. Bu tanım da belirtildiği gibi, işlevsel bütünleşme ortak işlevler ile ilgilidir. Örneğin; bir taşıyıcı duvar, taşıyıcı olmasının yanında kabuk olarak da işlev göstermektedir [Bachman, 2003].

Bütünleştirilmiş bütünleşme (Integrated integration)

Genellikle sistemler arasında görülen tüm bu bütünleşme düzeyleri bütünleşik olarak ortaya çıkmaktadır. Fiziksel, görsel ve işlevsel bütünleşme ilkelerinin birlikte görüldüğü düzey bütünleştirilmiş bütünleşme olarak nitelendirilmektedir [Bachman, 2003].

Yukarıda belirtilen bütünleşme düzeylerine ek olarak son yıllarda teknolojinin sınır tanımaz gelişiminin mimarlık sistemlerine yansması olarak ‘dinamik bütünleşme’ kavramı ortaya çıkmıştır.

Dinamik bütünleşme (Dynamic integration)

Artık yapılardan beklenen performans değişmiş, bu noktada şeklini değiştirerek çevrenin bir parçası olan, çevreye karşı durmak yerine bütünleşen yapılar tasarlanması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda, dinamik bütünleşme yapıların çevresel etkiler karşısında ekosistem (çevre) ile bütünleşmesi olarak nitelendirilmektedir.

Bu tez kapsamında, seçilen bütünleşik rüzgar türbin örneklerinin bulunduğu 10 adet (çevre bilinçli) yüksek yapı, Çizelge 4.10’da görüldüğü gibi, fiziksel bütünleşme, görsel bütünleşme, işlevsel bütünleşme, bütünleştirilmiş bütünleşme ve dinamik bütünleşme düzeyleri, çatı, çatı boşluklu, cephe, iki blok arası, iki kat arası

bütünleşme şekilleri ve dörtgen, üçgen, silindir yapı formları doğrultusunda analiz edilecektir.

Çizelge 4.10. Tez kapsamında incelenecek örnek binaların analiz tablosu

BÜTÜNLEŞME DÜZEYLERİ	Fiziksel Bütünleşme	Bina ve rüzgar türbinlerinin fiziksel olarak aynı mekanı paylaşması
	Görsel Bütünleşme	Bina ve rüzgar türbinlerinin fiziksel olarak aynı mekanı paylaşması
	İşlevsel Bütünleşme	Rüzgar türbinlerinin yapı sistemleri ile ortak işlevlere sahip olması
	Dinamik Bütünleşme	Yapıların çevreye karşı durmak yerine çevre ile bütünleşmesi
	Bütünleştirilmiş Bütünleşme	Tüm bütünleşme düzeylerinin birlikte görülmesi
BÜTÜNLEŞME ŞEKİLLERİ	Çatı	Rüzgar türbinlerinin yüksek yapıların çatılarında bütünleşik tasarımı
	Çatı Boşluklu	Rüzgar türbinlerinin yüksek yapıların çatı boşluklarında bütünleşik tasarımı
	Cephe	Rüzgar türbinlerinin yüksek yapıların cephelerde bütünleşik tasarımı
	İki Blok Arası	Rüzgar türbinlerinin iki bloktan oluşan yüksek yapıların bloklar arasında bütünleşik tasarımı
	İki Kat Arası	Rüzgar türbinlerinin yüksek yapıların iki katı arasında bütünleşik tasarımı
YAPININ FORMU	Dörtgen Form	Dörtgen form ve rüzgar enerjisi potansiyeli arasındaki ilişki
	Üçgen Form	Üçgen form ve rüzgar enerjisi potansiyeli arasındaki ilişki
	Silindir Form	Silindir form ve rüzgar enerjisi potansiyeli arasındaki ilişki

4.3. Örnek Bina İncelemeleri (Yapı ile Bütünleşik Rüzgar Türbinlerinin Uygulanmış Örnekleri Üzerinden İncelenmesi ve Bütünleşme Düzey ve Şekillerinin Belirlenmesi)

4.3.1. Araştırmanın amacı, araştırma aşamaları, yöntem ve teknikleri

Bu araştırma, mimarlıkta bütünleşme, bütünleşik sistem ve ekosistem yaklaşımı bağlamında alternatif enerji kaynaklarından olan rüzgar enerjisinin son yıllarda mevcut mimarlık sistemlerinin yeni bir alt sistemi olarak ortaya çıktığının ortaya konulması ve yapı ile bütünleşik rüzgar türbinlerinin bütünleşme düzey ve şekillerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamak ve rüzgar enerjisi ile yapı ilişkisinde yapı formunun önemli rol oynadığının ortaya konulması amacıyla yapılmıştır.

Yapılan çalışmada, uygulaması gerçekleşmiş, uygulama aşamasında olan ve henüz tasarım aşamasında olan literatüre geçmiş alanının öncüleri olarak kabul görmüş rüzgar türbinlerinin bütünleşik olarak kullanıldığı yüksek bina örnekleri (10 bina örneği) belirlenmiştir. Örneklerin belirlenmesine etki eden parametrelerden birincisi; her bir binanın literatür kısmında anlatılan 5 tip bütünleşme düzey ve şeklinden en az birine sahip olması gereğidir. Bir diğer parametre ise örnek yapılarda kullanılan rüzgar türbinlerinin mimari tasarım sırasında sürece dahil edilmiş olması ve binaların formu ile rüzgar türbinleri arasında yararlanılan enerji seviyesini artırıcı bütünleşmenin yer alması gereğidir. Parametreler doğrultusunda belirlenen örnek binalardan 10 tanesi fiziksel bütünleşme, 10 tanesi görsel bütünleşme, 5 tanesi işlevsel bütünleşme, 5 tanesi bütünleştirilmiş bütünleşme ve 1 tanesi ise dinamik bütünleşme potansiyeline sahiptir. İkinci parametre olan bütünleşme şekli doğrultusunda, örnek binalardan 1 tanesinde ‘çatı boşluklu’, 2 tanesinde ‘çatı’, 3 tanesinde ‘cephe’, 2 tanesinde ‘iki blok arası’ ve 2 tanesinde ‘iki kat arası’ bütünleşme örneği sergilemektedir. Ayrıca, üçüncü parametre olan yapı formunun örnek binalardan 3 tanesinde üçgen, 2 tanesinde silindir ve 5 tanesinde ise dörtgen olarak tasarlandığı saptanmıştır.

Seçilen binaların bulunduğu ülkelerin iklimsel özelliklerine bakıldığında, ABD’nin kıyı şeritleri hariç bütün ülkede kara iklimi hakimdir. Kışlar soğuk ve yağışlı, yazlar

da sıcak ve nemli geçer. Örnek binanın bulunduğu Miami şehrinde tropikal iklimin etkisi ile bol yağmur yağmakta olduğu görülmektedir. Bahreyn’de ise kış aylarında ortalama sıcaklık 36 C° iken yaz aylarında ortalama sıcaklık 19 C°’dir. Bahreyn’de sıcak ve kurak iklim şartları etkilidir. İngiltere’de ılıman bir iklim hakim olup, yazlar serin kışlar ılık geçer. Yazın ortalama sıcaklık 17 C°, kışın ortalama sıcaklık ise 6 C°’dir. Dubai’de ise yarı tropik ve kurak bir iklim görülmekte, yıl boyunca güneşli ve sıcak hava etkili olmaktadır. Bununla birlikte, Kasım ve Mart ayları arasında yağmurlu günler görülebilmektedir. Kış aylarında en düşük 15 C°, yaz aylarında ise en yüksek 50 C° civarında görülmektedir. Çin, dünyanın en büyük okyanusu olan Pasifik’e kıyısı olduğu için muson iklimine sahiptir. Geniş toprakları, karmaşık bir topografi ve yükseklik olarak geniş farklılıklar sebebi ile Çin değişik iklim tiplerine sahiptir. Güneyden kuzeye doğru iklim tipleri: tropikal bölge, astropikal bölge, ılıman bölge, orta derecede ılıman bölge, soğuk ılıman bölgedir. Fransa’da ise, kuzey ve kuzeybatı kesimlerinde ılıman iklim egemendir ve denizelliğin etkisi iç bölgelerin de iklimlerini biçimlendirmektedir. Güneydoğuda ise Akdeniz iklimi egemendir. Batı kesimler okyanusal iklim etkisi altında olmakla birlikte yüksek miktarda yağış almaktadır. Bu bölgelerde kışlar ılık ve yazlar serin geçer. İç kesimlerde sıcak, fırtınalı yazlar ve soğuk ama kurak kışlar görülür. Alplerde ve ülkenin diğer yüksek kesimlerinde Alp iklimi yaşanır. Bu soğuk bölgelerde yılın belirli dönemlerinde sıcaklıklar sıfırın altında seyreder ve yağın kar altı ay yerde kalır. Ülkemizin iklimsel özelliklerine bakıldığında ise kuzey yarım kürede, ılıman iklim kuşağı üzerinde bulunan Türkiye’de iç kesimlerde karasal iklim, kıyı kesimlerde ise ılıman iklim özellikleri görülmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 13,4 C°’dir.

Seçilen örnek binaların bulunduğu ülkelerin özelliklerinden biri de rüzgar enerjisinden alternatif enerji kaynağı olarak yararlanılmasında en önemli parametre olan rüzgar potansiyelleri bakımından ülkemize göre daha yüksek değerlere sahip olmalarıdır. Bunun yanında; Günel, Ilgın ve Sorguç’un ‘Rüzgar Enerjisi ve Bina Tasarımı’ adlı kitabında Avrupa’da özellikle Almanya, İspanya ve Danimarka’da uygulanan teşvik politikaları ile rüzgar kurulu gücü (MW) oranı hızlı bir gelişim gösterdiği belirtilmiştir. Çizelge 4.11’de çalışmada seçilen örnek binaların bulunduğu ülkelerin ve Türkiye’nin 2003 yılı itibariyle rüzgar kurulu gücü yer almaktadır. Bu

tabloda; ABD ve İngiltere'nin rüzgar kurulu gücü yönünden öncü olduğu, Türkiye'nin ise mevcut rüzgar potansiyeline oranla kurulu gücünün az olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.11. Seçilen örnek binaların bulunduğu ülkelerin ve Türkiye'nin 2003 yılı itibariyle rüzgar kurulu gücü [Günel ve ark., 2007]

Ülkeler	2003 yılı toplam kurulu güç (MW)
ABD	6361
Çin	571
Bahreyn	642
Dubai	768
İngiltere	759
Fransa	253
Türkiye	19

4.3.2. Bütünleşme düzey ve şekil analizleri (Bütünleşme ilkeleri)

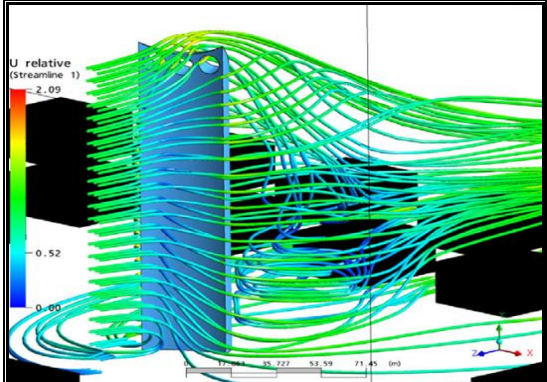
Seçilen örnekler için öncelikle kimlik kartları hazırlanmış ve ikinci olarak rüzgar türbinlerinin yapı ile bütünleşme şekillerinin saptanması amacıyla sorgulamaya dayalı analiz tabloları oluşturulmuştur. Hazırlanan kimlik kartlarında bina adı, yapının kullanım biçimi, mimarı, yeri ve yapılış tarihine dair bilgiler verildikten sonra yapının daha iyi tanıtılmasını ve görsel olarak ta algılanmasını destekleyecek yapıya ait genel detay fotoğraflarla kimlik kartları 10 örnek için tamamlanmıştır. Bu kimlik kartlarında, örnek yapılarda görülen bütünleşme düzeyleri irdelenmiştir.

Araştırmanın ikinci aşamasında oluşturulan sorgulamaya dayalı analiz raporlarında ise 5 tip bütünleşme şeklinin tasarım ve oluşum özellikleri mimari tasarım ve yapı formu kapsamında saptanmaya çalışılmıştır. Bu saptama çalışması içinde, rüzgar türbinlerinin yerleşim şekli ve yapıların mimari tasarım kriterleri PhotoshopPortable ve Autocad 2009 programları aracılığıyla irdelenmiştir. Tablo şeklinde hazırlanan ve sunulan sorgulamada yer alan başlıklar ise; rüzgar türbinlerinin yerleşim analizi, mimari tasarım analizi, bütünleşme şekli ve binanın formudur.

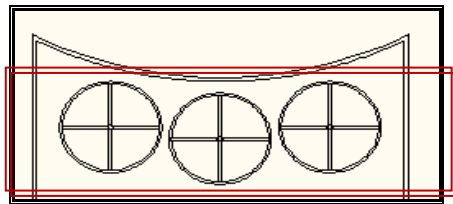
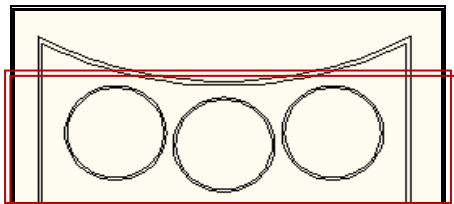
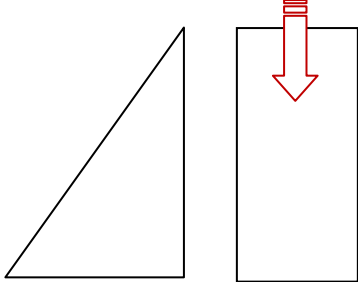
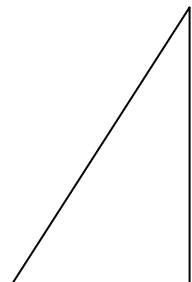
Araştırmanın üçüncü aşamasında ise birinci ve ikinci aşamada analizi yapılan bütünleşme düzey ve şekillerinde rüzgar türbinlerinden elde edilen enerji performansının yapı formu ile ilişkisi saptanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla, her bir örnek bina için performans analizleri tablosu oluşturularak mimari tasarım aşamasından itibaren yapı formunda gerçekleştirilecek değişiklikler ile rüzgar enerjisi performansının artırılabilceği ve bina rüzgar ilişkisinde (bina aerodinamiği) yükseklik kadar yapı formunun da önemli olduğu ortaya konulmuştur.

Seçilen 10 adet örnek binaya ait bu doğrultularda oluşturulan kimlik kartları ve analiz tabloları sırasıyla aşağıda sunulmaktadır.

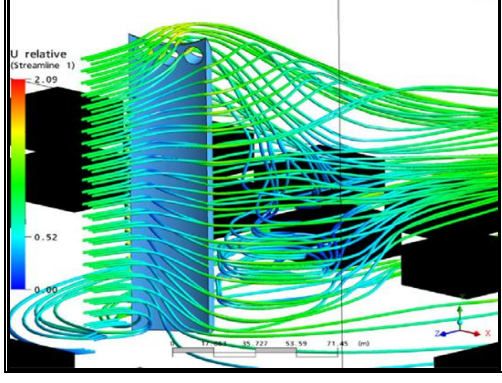
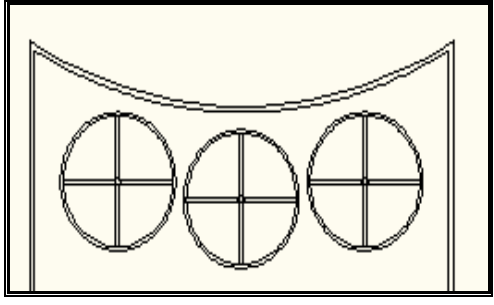
Çizelge 4.12. Strata binası kimlik kartı
(a) Bütünleşme düzeyi analizi

BİNANIN ADI	Strata	
YERİ	Londra, İngiltere	
MİMARİ	Hamiltons	
YAPIM YILI	Yapım aşamasında	
TİPOLOJİSİ	Konut	
		FİZİKSEL BÜTÜNLEŞME
GÖRSEL / İŞLEVSEL BÜTÜNLEŞME		Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, bu yapı içinde ortak bir hacim paylaşmakta ve bu hacim içerisinde farklı yollarla etkileşim içinde bulunmaktadır. Yapıya Ait Fotoğraflar [Andrews, 2007] [Günel ve Ilgın, 2008]
Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, üçgensel yapı bloğunun çatısında yer almaktadır. Rüzgar türbinlerinin yerleşimi görsel olarak yapının bütünlüğünü tamamlamaktadır. Ancak, işlevsel olarak bütünleşme görülmemektedir.		
		BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ / DİNAMİK BÜTÜNLEŞME
		Bu yapıda; fiziksel, görsel ve işlevsel bütünleşme ilkeleri birlikte görülmediğinden bütünleştirilmiş bütünleşme örneği olarak nitelendirilememektedir. Ayrıca, yapı formu çevresel etkiler karşısında statik olduğundan dinamik bütünleşme de görülmemektedir.

Çizelge 4.12 (Devam). Strata binası kimlik kartı
(b) Bütünleşme şekil analizi

RÜZGAR TÜRBİNLERİNİN YERLEŞİM ANALİZİ	
	
MİMARİ TASARIM ANALİZİ	
	
Çatı Sistemi ile Bütünleşik Rüzgar Türbinleri	Boşluklu Yapı Çatı
BÜTÜNLEŞME ŞEKLİ	
<u>Çatı Boşluklu Bütünleşme</u> Yapı; üçgensel tek bloktan oluşmakta olup, rüzgar türbinleri üçgensel bloğun çatısında yer almaktadır. Böylece, çatı sistemi ile bütünleşerek mimarlık sistemleri arasında bütünleşmeyi sağlamaktadır.	
YAPININ FORMU	
	<u>Üçgen Form</u> Yapı; üçgen forma sahip iki bloktan oluşmaktadır. Yapının bu üçgen formu ve rüzgar enerjisi potansiyeli arasında etkileşim söz konusudur. (Rüzgar enerjisi yükseklikle artmaktadır) Bu etkileşim, yapı sistemleri ve ekosistemlerin bütünleşme örneği sergilemektedir.

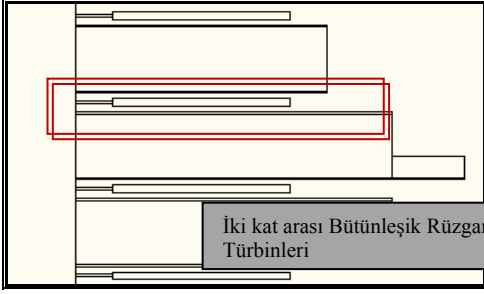
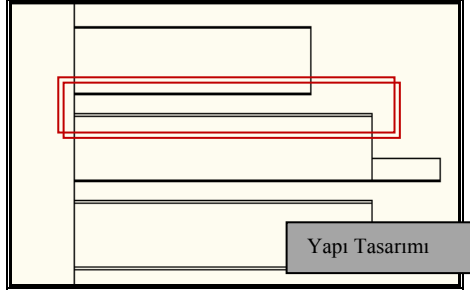
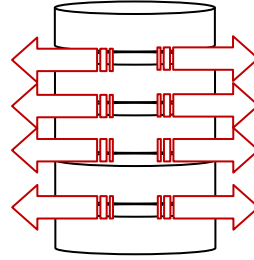
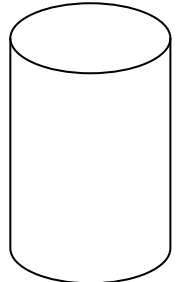
Çizelge 4.12 (Devam). Strata binası kimlik kartı
(c) Bütünleşme performans analizi

YAPI FORMU VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Mimari tasarımda gerçekleştirilen bazı aerodinamik değişiklikler yapıya etkiyen rüzgar enerjisi potansiyelini etkilemektedir. Bu örnek yapıda; • heykelsi üst bölüm, • yapı cephesine açıklıklar eklenmesi (türbinler için), • yapı formunun üçgen form olarak tasarlanması rüzgar türbinlerinin performansını artırıcı etkisi olan parametrelerdir.	
YAPI YÜKSEKLİĞİ VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
	Binalar üzerinde görülen rüzgar enerjisi etkileri yapının yüksekliği, yapının geometrisi (formu) ve yapı cephesine açıklıkların eklenmesiyle değişim göstermektedir. Rüzgar enerjisi performansını artırmak için, bu örnek yapı yüksek olarak tasarlanmış ve rüzgar türbinleri yapının en üst bölümüne yerleştirilmiştir.
YAPI BOŞLUKLARI VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Rüzgar enerjisi performansını artırmak için, bu örnek yapıda rüzgar türbinleri yapı cephesinin en üst bölümüne eklenen açıklıklara yerleştirilmiştir. Yapıya Ait Fotoğraflar [Andrews, 2007] [Günel ve Ilgın, 2008]	

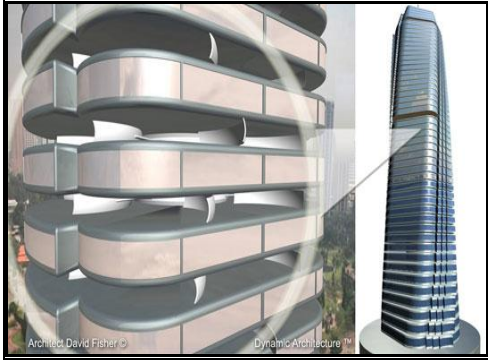
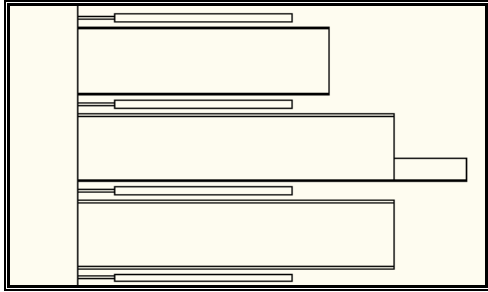
Çizelge 4.13. David Fisher's Rotating Tower kimlik kartı
(a) Bütünleşme düzey analizi

BİNANIN ADI	Rotating Tower	
YERİ	Dubai	
MİMARİ	David Fisher	
YAPIM YILI	Tasarım aşamasında	
TİPOLOJİSİ	Konut	
		FİZİKSEL BÜTÜNLEŞME Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, bu yapı içinde ortak bir hacim paylaşmakta ve bu hacim içerisinde farklı yollarla etkileşim içinde bulunmaktadır. Yapıya Ait Fotoğraflar [Ataoğlu, 2007]
GÖRSEL / İŞLEVSEL BÜTÜNLEŞME Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, bu yapı içinde boyut, şekil ve yerleşim özellikleri yönünde yapının katları arasında bütünleşik olarak tasarlanmıştır. Yapı katları arasında yer alan boşluklar türbinlerin bütünleşmesine olanak sağladığından işlevsel bütünleşme de gözlenmektedir.		
		BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ / DİNAMİK BÜTÜNLEŞME Fiziksel, görsel ve işlevsel bütünleşme ilkelerinin birlikte görüldüğü bu yapı; bütünleştirilmiş bütünleşme örneği olarak nitelendirilebilmektedir. Ayrıca, yapı formu çevresel etkiler karşısında şeklini değiştirdiğinden dinamik bütünleşme de görülmektedir.

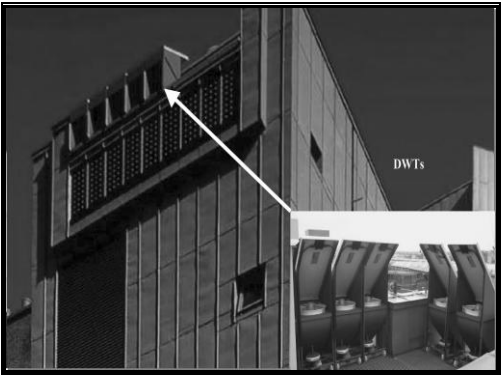
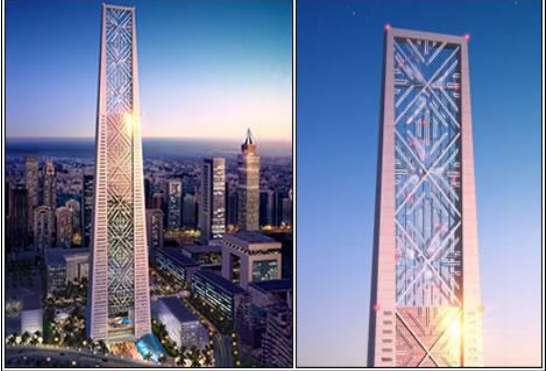
Çizelge 4.13 (Devam). David Fisher's Rotating Tower kimlik kartı
(b) Bütünleşme şekil analizi

RÜZGAR TÜRBİNLERİ YERLEŞİM ANALİZİ	
	
MİMARİ TASARIM ANALİZİ	
	
BÜTÜNLEŞME ŞEKLİ	
<u>İki Kat Arası Bütünleşme</u> Yapı; dairesel forma sahip tek bloktan oluşmakta olup, rüzgar türbinleri iki kat arasında yer almaktadır. Böylece, mimarlık sistemleri arasında bütünleşmeyi sağlamaktadır.	
YAPININ FORMU	
	<u>Dairesel Form</u> Yapı; dairesel forma sahip tek bloktan oluşmaktadır. Yapının bu dairesel formu ve rüzgar enerjisi etkileşim söz konusudur. Rüzgar potansiyelini artırmak için dairesel formun yüksek bölümlerinde hava akışı sağlanmaktadır.

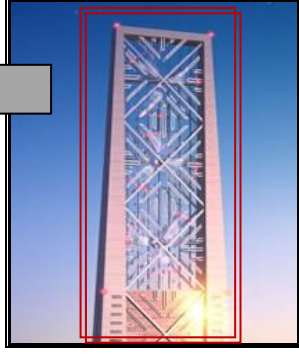
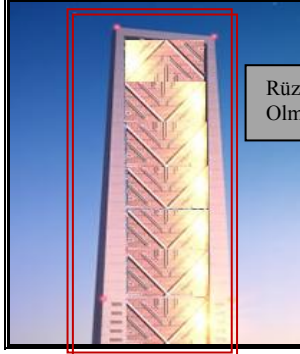
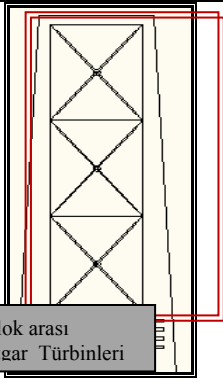
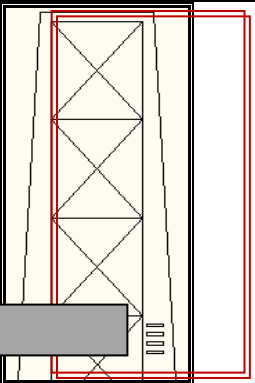
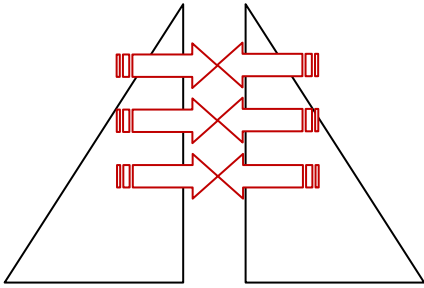
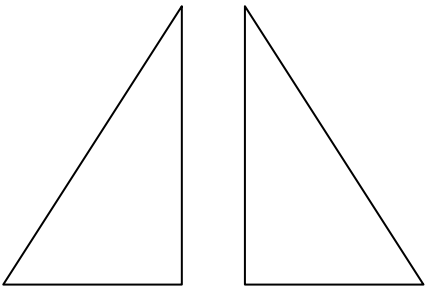
Çizelge 4.13 (Devam). David Fisher's Rotating Tower kimlik kartı
(c) Bütünleşme performans analizi

YAPI FORMU VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Mimari tasarımda gerçekleştirilen bazı aerodinamik değişiklikler yapıya etkiyen rüzgar enerjisi potansiyelini etkilemektedir. Bu örnek yapıda; • heykelsi üst bölüm, • yapı plan kesitinin yükseldikçe küçülmesi, • yapı formunun silindir form olarak tasarlanması rüzgar türbinlerinin performansını artırıcı etkisi olan parametrelerdir.	
YAPI YÜKSEKLİĞİ VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
	Binalar üzerinde görülen rüzgar enerjisi etkileri yapının yüksekliği, yapının geometrisi (formu) ve yapı cephesine açıklıkların eklenmesiyle değişim göstermektedir. Rüzgar enerjisi performansını artırmak için, bu örnek yapı yüksek olarak tasarlanmış, ancak rüzgar türbinleri yapının sadece üst bölümleri değil alt bölümlerin katları arasına da yerleştirilmiştir.
YAPI BOŞLUKLARI VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Bu örnek yapıda, rüzgar türbinleri katlar arasında oluşturulan boşluklara yerleştirildiğinden rüzgar enerjisi performansını artırmak için yapı cephesine eklenen açıklıklar bulunmamaktadır. Yapıya Ait Fotoğraflar [Ataoğlu, 2007]	

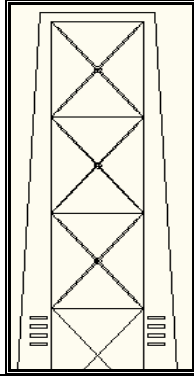
Çizelge 4.14. The Lighthouse Tower Binası kimlik kartı
(a) Bütünleşme düzeyi analizi

BİNANIN ADI	The Lighthouse	
YERİ	Dubai	
MİMARİ	Atkins	
YAPIM YILI	Onaylı Proje	
TİPOLOJİSİ	Ofis	
		FİZİKSEL BÜTÜNLEŞME Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, bu yapı içinde ortak bir hacim paylaşmakta ve bu hacim içerisinde farklı yollarla etkileşim içinde bulunmaktadır. Yapıya Ait Fotoğraflar [DIFC Lighthouse Dubai, Building, Property, Image, Architect, Development, Award, 2009] [Günel ve Ilgın, 2008]
GÖRSEL / İŞLEVSEL BÜTÜNLEŞME Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, bu yapıda iki blok arasında yer almaktadır. Rüzgar türbinlerinin yerleşimi görsel olarak yapının bütünlüğünü tamamlamaktadır. Ancak, işlevsel olarak bütünleşme görülmemektedir.		
		BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ / DİNAMİK BÜTÜNLEŞME Bu yapıda; fiziksel, görsel ve işlevsel bütünleşme ilkeleri birlikte görülmediğinden bütünleştirilmiş bütünleşme örneği olarak nitelendirilememektedir. Ayrıca, yapı formu çevresel etkiler karşısında statik olduğundan dinamik bütünleşme de görülmemektedir.

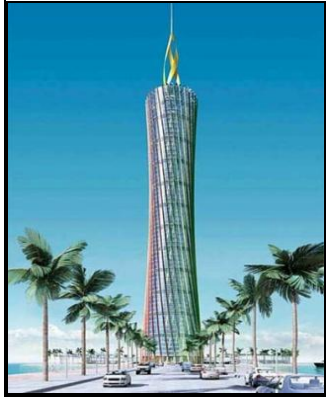
Çizelge 4.14 (Devam). The Lighthouse Tower Binası kimlik kartı
(b) Bütünleşme şekil analizi

RÜZGAR TÜRBİNLERİNİN YERLEŞİM ANALİZİ	
	
MİMARİ TASARIM ANALİZİ	
	
BÜTÜNLEŞME ŞEKLİ	
<u>İki Blok Arası Bütünleşme</u> Yapı; üçgensel iki bloktan oluşmakta olup, rüzgar türbinleri bloklar arasında yer almaktadır. Böylece, iki blok arasında ve mimarlık sistemleri arasında bütünleşmeyi sağlamaktadır.	
YAPININ FORMU	
	<u>Üçgensel Form</u> Yapı; üçgensel forma sahip iki bloktan oluşmaktadır. Yapının bu üçgensel formu ve rüzgar enerjisi arasında etkileşim söz konusudur. Bu etkileşim, yapı sistemleri ve ekosistemlerin bütünleşme örneği sergilemektedir.

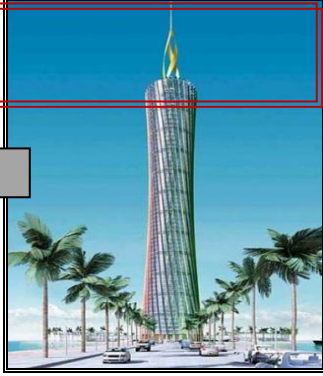
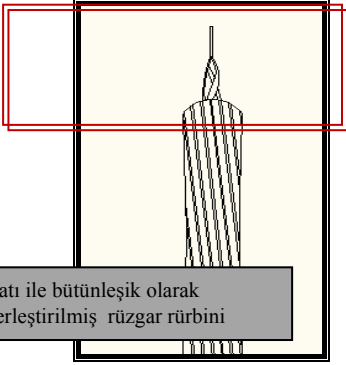
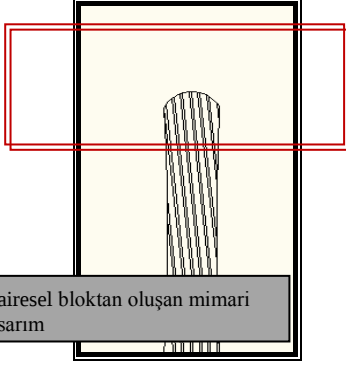
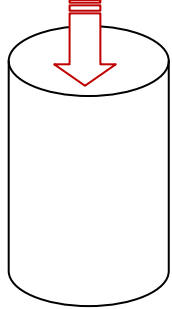
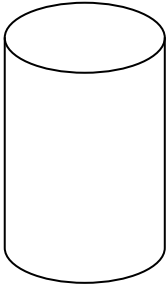
Çizelge 4.14 (Devam). The Lighthouse Tower Binası kimlik kartı
(c) Bütünleşme performans analizi

YAPI FORMU VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Mimari tasarımda gerçekleştirilen bazı aerodinamik değişiklikler yapıya etkiyen rüzgar enerjisi potansiyelini etkilemektedir. Bu örnek yapıda; • heykelsi üst bölüm, • yapı plan kesitinin yükseldikçe küçülmesi, • yapı formunun üçgen form olarak tasarlanması rüzgar türbinlerinin performansını artırıcı etkisi olan parametrelerdir.	
YAPI YÜKSEKLİĞİ VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
	Binalar üzerinde görülen rüzgar enerjisi etkileri yapının yüksekliği, yapının geometrisi (formu) ve yapı cephesine açıklıkların eklenmesiyle değişim göstermektedir. Rüzgar enerjisi performansını artırmak için, bu örnek yapı yüksek olarak tasarlanmış ve rüzgar türbinleri yapının en üst bölümlerine yerleştirilmiştir.
YAPI BOŞLUKLARI VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Rüzgar enerjisi performansını artırmak için, bu örnek yapıda rüzgar türbinleri yapı cephesinin en üst bölümüne eklenen açıklıklara yerleştirilmiştir. Yapıya Ait Fotoğraflar [Günel ve Ilgın, 2008]	

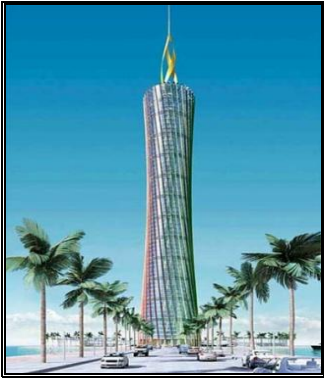
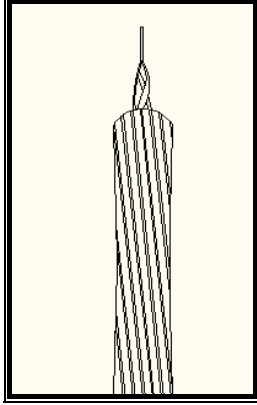
Çizelge 4.15. The Burj al-Taqa (Enerji Kulesi) kimlik kartı
(a) Bütünleşme düzeyi analizi

BİNANIN ADI	The Burj al-Taqa (Enerji Kulesi)	
YERİ	Dubai	
MİMARİ	Eckhard Gerber	
YAPIM YILI	Proje aşamasında	
TİPOLOJİSİ	Ticaret Merkezi	
		FİZİKSEL BÜTÜNLEŞME Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, bu yapı içinde ortak bir hacim paylaşmakta ve bu hacim içerisinde farklı yollarla etkileşim içinde bulunmaktadır. Yapıya Ait Fotoğraflar [Günel ve Ilgın, 2008]
GÖRSEL / İŞLEVSEL BÜTÜNLEŞME Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, dairesel yapı bloğunun çatısında yer almaktadır. Rüzgar türbinlerinin yerleşimi görsel olarak yapının bütünlüğünü tamamlamaktadır. Ancak, işlevsel olarak bütünleşme görülmemektedir.		
		BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ / DİNAMİK BÜTÜNLEŞME Bu yapıda; fiziksel, görsel ve işlevsel bütünleşme ilkeleri birlikte görülmediğinden bütünleştirilmiş bütünleşme örneği olarak nitelendirilememektedir. Ayrıca, yapı formu çevresel etkiler karşısında statik olduğundan dinamik bütünleşme de görülmemektedir.

Çizelge 4.15 (Devam). The Burj al-Taqa (Energy Tower) binası kimlik kartı
(b) Bütünleşme şekil analizi

RÜZGAR TÜRBİNLERİNİN YERLEŞİM ANALİZİ	
 Rüzgar Türbini	 Rüzgar Türbini Olmadan Yapı
MİMARİ TASARIM ANALİZİ	
 Çatı ile bütünleşik olarak yerleştirilmiş rüzgar türbini	 Dairesel bloktan oluşan mimari tasarım
BÜTÜNLEŞME ŞEKLİ	
<u>Çatı Bütünleşmesi</u> Yapı; dairesel bir bloktan oluşmakta olup, rüzgar türbinleri dairesel formun çatısında yer almaktadır. Böylece, türbinler çatı alt sistemi ile bütünleşerek mimarlık sistemleri arasında bütünleşmeyi sağlamaktadır.	
YAPININ FORMU	
	<u>Dairesel Form</u> Yapı; dairesel forma sahip tek bloktan oluşmaktadır. Yapının bu dairesel formu ve rüzgar enerjisi etkileşim söz konusudur. Rüzgar potansiyelini artırmak için dairesel formun yüksek bölümlerinde hava akışı sağlanmaktadır.

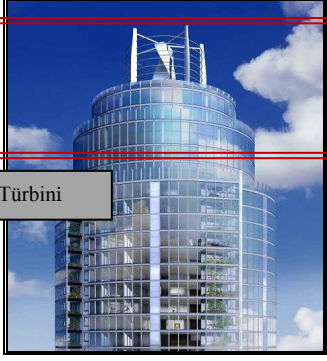
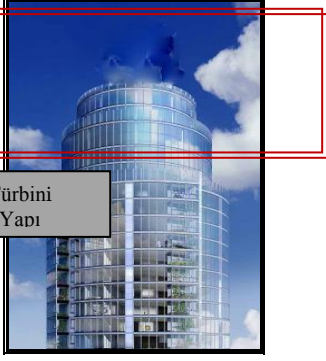
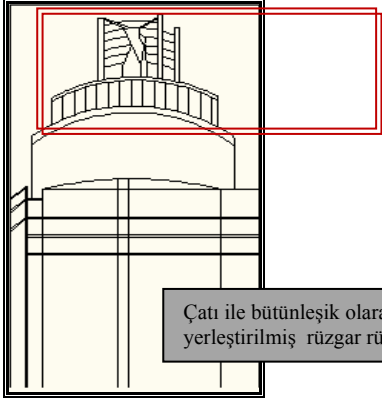
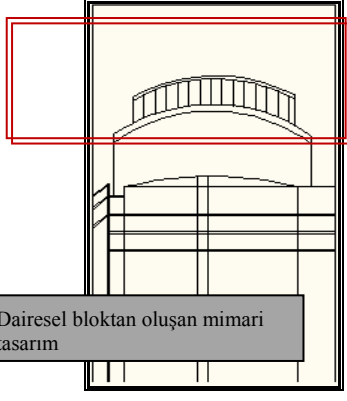
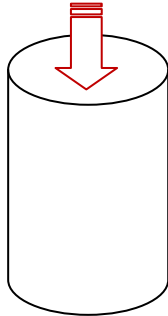
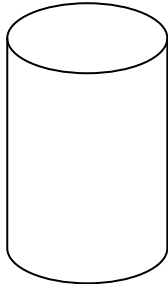
Çizelge 4.15 (Devam). The Burj al-Taqa (Enerji Kulesi) kimlik kartı
(c) Bütünleşme performans analizi

YAPI FORMU VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Mimari tasarımda gerçekleştirilen bazı aerodinamik değişiklikler yapıya etkiyen rüzgar enerjisi potansiyelini etkilemektedir. Bu örnek yapıda; • heykelsi üst bölüm, • yapı plan kesitinin yükseldikçe küçülmesi, • yapı formunun silindir form olarak tasarlanması rüzgar türbinlerinin performansını artırıcı etkisi olan parametrelerdir.	
YAPI YÜKSEKLİĞİ VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
	Binalar üzerinde görülen rüzgar enerjisi etkileri yapının yüksekliği, yapının geometrisi (formu) ve yapı cephesine açıklıkların eklenmesiyle değişim göstermektedir. Rüzgar enerjisi performansını artırmak için, bu örnek yapı yüksek olarak tasarlanmış ve rüzgar türbinleri yapının en üst bölümüne yerleştirilmiştir.
YAPI BOŞLUKLARI VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Bu örnek yapıda, rüzgar türbinleri yapının en üst noktası olan çatıya yerleştirildiğinden rüzgar enerjisi performansını artırmak için yapı cephesine eklenen açıklıklar bulunmamaktadır. Yapıya Ait Fotoğraflar [Günel ve İlgin, 2008]	

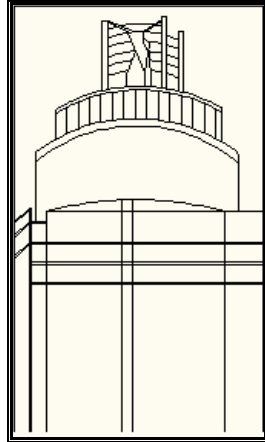
Çizelge 4.16. Vauxhall Tower Binası kimlik kartı
(a) Bütünleşme düzey analizi

BİNANIN ADI	Vauxhall Tower	
YERİ	Londra, İngiltere	
MİMARİ	Make	
YAPIM YILI	Onaylı proje	
TİPOLOJİSİ	Konut	
		FİZİKSEL BÜTÜNLEŞME Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, bu yapı içinde ortak bir hacim paylaşmakta ve bu hacim içerisinde farklı yollarla etkileşim içinde bulunmaktadır. Yapıya Ait Fotoğraflar [London Developments, Building, Project, News, Design, Property, 2009; Günel ve Ilgın, 2008]
GÖRSEL / İŞLEVSEL BÜTÜNLEŞME Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, dairesel yapı bloğunun çatısında yer almaktadır. Rüzgar türbinlerinin yerleşimi görsel olarak yapının bütünlüğünü tamamlamaktadır. Ancak, işlevsel olarak bütünleşme görülmemektedir.		
		BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ / DİNAMİK BÜTÜNLEŞME Bu yapıda; fiziksel, görsel ve işlevsel bütünleşme ilkeleri birlikte görülmediğinden bütünleştirilmiş bütünleşme örneği olarak nitelendirilememektedir. Ayrıca, yapı formu çevresel etkiler karşısında statik olduğundan dinamik bütünleşme de görülmemektedir.

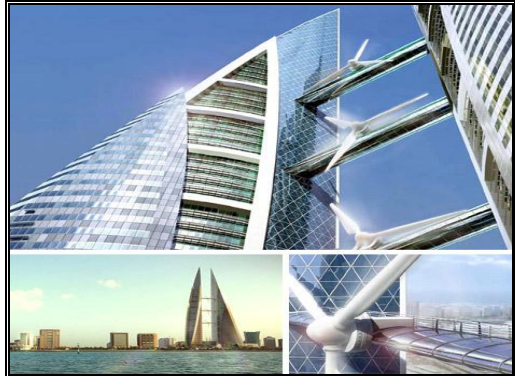
Çizelge 4.16 (Devam). Vauxhall Tower binası kimlik kartı
(b) Bütünleşme şekil analizi

RÜZGAR TÜRBİNLERİNİN YERLEŞİM ANALİZİ	
 Rüzgar Türbini	 Rüzgar Türbini Olmadan Yapı
MİMARİ TASARIM ANALİZİ	
 Çatı ile bütünleşik olarak yerleştirilmiş rüzgar türbini	 Dairesel bloktan oluşan mimari tasarım
BÜTÜNLEŞME ŞEKLİ	
<u>Çatı Bütünleşmesi</u> Yapı; dairesele bir bloktan oluşmakta olup, rüzgar türbinleri dairesele formun çatısında yer almaktadır. Böylece, türbinler çatı ile bütünleşerek mimarlık sistemleri arasında bütünleşmeyi sağlamaktadır.	
YAPININ FORMU	
	<u>Dairesel Form</u> Yapı; dairesele forma sahip tek bloktan oluşmaktadır. Yapının bu dairesele formu ve rüzgar enerjisi etkileşim söz konusudur. Rüzgar potansiyelini artırmak için dairesele formun yüksek bölümlerinde hava akışı sağlanmaktadır.

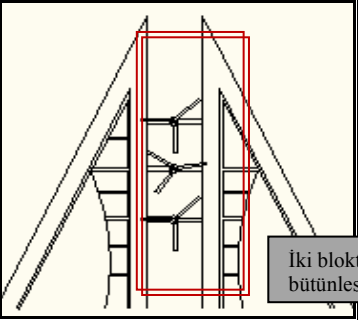
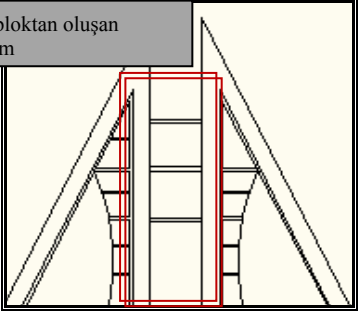
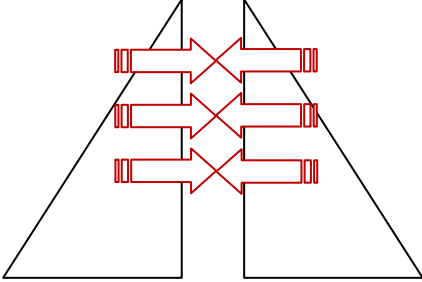
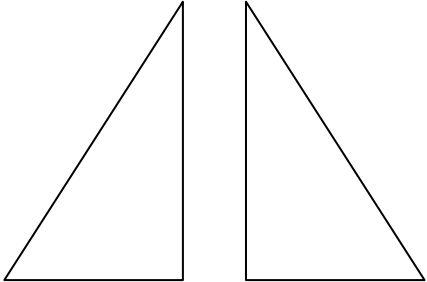
Çizelge 4.16 (Devam). Vauxhall Tower Binası kimlik kartı
(c) Bütünleşme performans analizi

YAPI FORMU VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Mimari tasarımda gerçekleştirilen bazı aerodinamik değişiklikler yapıya etkiyen rüzgar enerjisi potansiyelini etkilemektedir. Bu örnek yapıda; • heykelsi üst bölüm, • yapı plan kesitinin yükseldikçe küçülmesi, • yapı formunun silindir form olarak tasarlanması rüzgar türbinlerinin performansını artırıcı etkisi olan parametrelerdir.	
YAPI YÜKSEKLİĞİ VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
	Binalar üzerinde görülen rüzgar enerjisi etkileri yapının yüksekliği, yapının geometrisi (formu) ve yapı cephesine açıklıkların eklenmesiyle değişim göstermektedir. Rüzgar enerjisi performansını artırmak için, bu örnek yapı yüksek olarak tasarlanmış ve rüzgar türbinleri yapının en üst bölümüne yerleştirilmiştir.
YAPI BOŞLUKLARI VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Bu örnek yapıda, rüzgar türbinleri yapının en üst noktası olan çatıya yerleştirildiğinden rüzgar enerjisi performansını artırmak için yapı cephesine eklenen açıklıklar bulunmamaktadır. Yapıya Ait Fotoğraflar [London Developments, Building, Project, News, Design, Property, 2009; Günel ve Ilgın, 2008]	

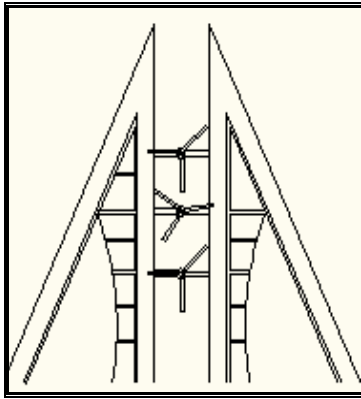
Çizelge 4.17. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi kimlik kartı
(a) Bütünleşme düzey analizi

BİNANIN ADI	Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi	
YERİ	Bahreyn	
MİMARİ	Atkins	
YAPIM YILI	2009 (Yapım aşamasında)	
TİPOLOJİSİ	Ticaret Merkezi	
		FİZİKSEL BÜTÜNLEŞME Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, bu yapı içinde ortak bir hacim paylaşmakta ve bu hacim içerisinde farklı yollarla etkileşim içinde bulunmaktadır. Yapıya Ait Fotoğraflar [Günel ve Ilgın, 2008]
GÖRSEL / İŞLEVSEL BÜTÜNLEŞME Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, bu yapıda iki blok arasında yer almaktadır. Rüzgar türbinlerinin yerleşimi görsel olarak yapının bütünlüğünü tamamlamaktadır. Ancak, işlevsel olarak bütünleşme görülmemektedir.		
		BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ / DİNAMİK BÜTÜNLEŞME Bu yapıda; fiziksel, görsel ve işlevsel bütünleşme ilkeleri birlikte görülmediğinden bütünleştirilmiş bütünleşme örneği olarak nitelendirilememektedir. Ayrıca, yapı formu çevresel etkiler karşısında statik olduğundan dinamik bütünleşme de görülmemektedir.

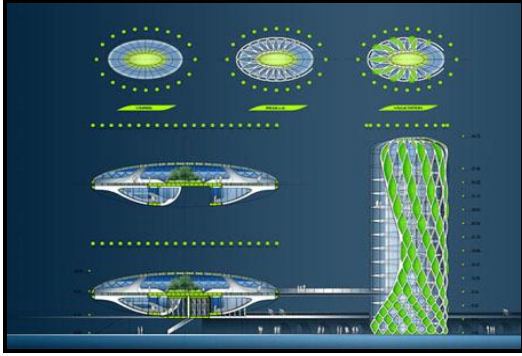
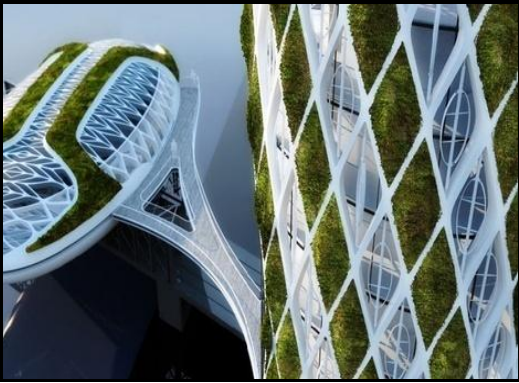
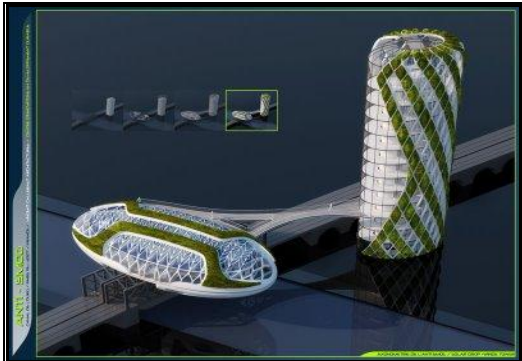
Çizelge 4.17 (Devam). Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi binası kimlik kartı
(b) Bütünleşme şekil analizi

RÜZGAR TÜRBİNLERİNİN YERLEŞİM ANALİZİ	
	
Rüzgar Türbinleri	Rüzgar Türbinleri Olmadan Yapı
MİMARİ TASARIM ANALİZİ	
	
İki blokta arasına yerleştirilmiş bütünleşik rüzgar türbini tasarımı	İki üçgensel bloktan oluşan mimari tasarım
BÜTÜNLEŞME ŞEKLİ	
<u>İki Blok Arası Bütünleşme</u> Yapı; üçgensel iki bloktan oluşmakta olup, rüzgar türbinleri bloklar arasında yer almaktadır. Böylece, iki blok arasında ve mimarlık sistemleri arasında bütünleşmeyi sağlamaktadır.	
YAPININ FORMU	
	<u>Üçgensel Form</u> Yapı; üçgensel forma sahip iki bloktan oluşmaktadır. Yapının bu üçgensel formu ve rüzgar enerjisi arasında etkileşim söz konusudur. Bu etkileşim, yapı sistemleri ve ekosistemlerin bütünleşme örneği sergilemektedir.

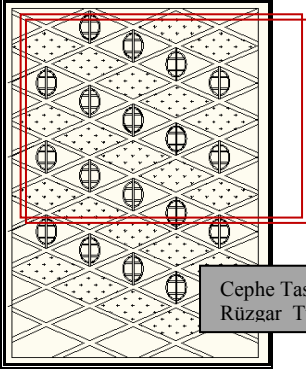
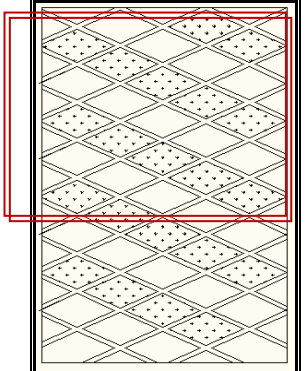
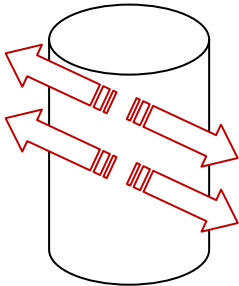
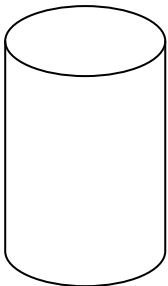
Çizelge 4.17 (Devam). Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi kimlik kartı
(c) Bütünleşme performans analizi

YAPI FORMU VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Mimari tasarımda gerçekleştirilen bazı aerodinamik değişiklikler yapıya etkiyen rüzgar enerjisi potansiyelini etkilemektedir. Bu örnek yapıda; • heykelsi üst bölüm, • yapı plan kesitinin yükseldikçe küçülmesi, • yapı formunun üçgen form olarak tasarlanması rüzgar türbinlerinin performansını artırıcı etkisi olan parametrelerdir.	
YAPI YÜKSEKLİĞİ VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
	Binalar üzerinde görülen rüzgar enerjisi etkileri yapının yüksekliği, yapının geometrisi (formu) ve yapı cephesine açıklıkların eklenmesiyle değişim göstermektedir. Rüzgar enerjisi performansını artırmak için, bu örnek yapı yüksek olarak tasarlanmış ve rüzgar türbinleri yapının en üst bölümlerine yerleştirilmiştir.
YAPI BOŞLUKLARI VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Rüzgar enerjisi performansını artırmak için, bu örnek yapıda rüzgar türbinleri üçgen iki blok arasına yerleştirildiğinden rüzgar enerjisi performansını artırmak için yapı cephesine eklenen açıklıklar bulunmamaktadır. Yapıya Ait Fotoğraflar [Günel ve İlgin, 2008]	

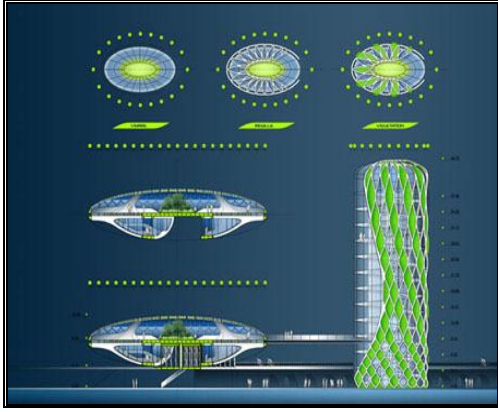
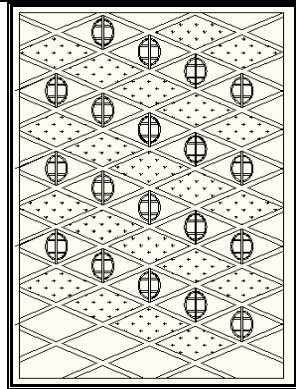
Çizelge 4.18. Anti-Smog Binası kimlik kartı
(a) Bütünleşme düzeyi analizi

BİNANIN ADI	Anti-Smog	
YERİ	Paris, Fransa	
MİMARİ	Vincent Callebaut Architectures	
YAPIM YILI	Tasarım aşamasında	
TİPOLOJİSİ	Ticaret Merkezi	
		FİZİKSEL BÜTÜNLEŞME Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, bu yapı içinde ortak bir hacim paylaşmakta ve bu hacim içerisinde farklı yollarla etkileşim içinde bulunmaktadır. Yapıya Ait Fotoğraflar [Sev, 2009]
GÖRSEL / İŞLEVSEL BÜTÜNLEŞME Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, bu yapı içinde boyut, şekil ve yerleşim özellikleri yönünde yapının cephesi ile bütünleşik olarak tasarlanmıştır. Dış kabuk binanın strüktürünü oluştururken, aynı zamanda rüzgar türbininin bütünleşmesine olanak sağladığından işlevsel bütünleşme de gözlenmektedir.		
		BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ / DİNAMİK BÜTÜNLEŞME Fiziksel, görsel ve işlevsel bütünleşme ilkelerinin birlikte görüldüğü bu yapı; bütünleştirilmiş bütünleşme örneği olarak nitelendirilebilmektedir. Ancak, yapı formu çevresel etkiler karşısında statik olduğundan dinamik bütünleşme görülmemektedir.

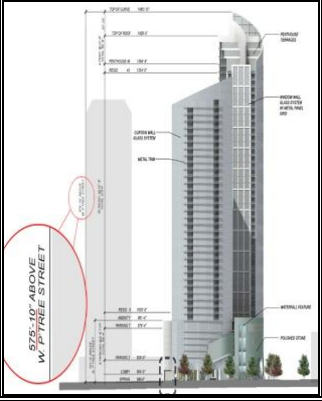
Çizelge 4.18 (Devam). Anti-Smog Binası kimlik kartı
(b) Bütünleşme şekil analizi

RÜZGAR TÜRBİNLERİNİN YERLEŞİM ANALİZİ	
 Kabuk Sistemi ile Bütünleşik Rüzgar Türbinleri	 Rüzgar Türbinleri Olmadan Yapı
MİMARİ TASARIM ANALİZİ	
 Cephe Tasarımı ile Bütünleşik Rüzgar Türbinleri	 Yapı Cephe Tasarımı
BÜTÜNLEŞME ŞEKLİ	
Cephe Bütünleşmesi Yapı; dairesel bir bloktan oluşmakta olup, rüzgar türbinleri cephe üzerinde yer almaktadır. Böylece, türbinler cephe özelliği de kazanarak mimarlık sistemleri arasında bütünleşmeyi sağlamaktadır.	
YAPININ FORMU	
	Dairesel Form Yapı; dairesel forma sahip tek bloktan oluşmaktadır. Yapının bu dairesel formu ve rüzgar enerjisi etkileşim söz konusudur. Rüzgar potansiyelini artırmak için dairesel formun yüksek bölümlerinde hava akışı sağlanmaktadır

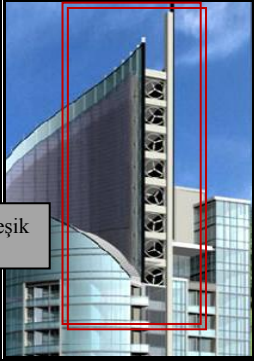
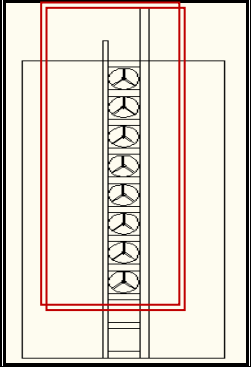
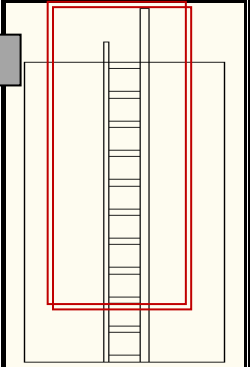
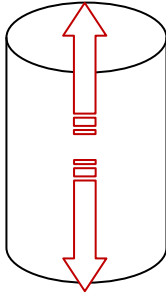
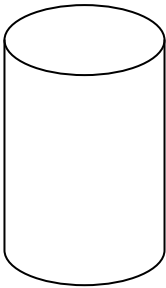
Çizelge 4.18 (Devam). Anti-Smog Binası kimlik kartı
(c) Bütünleşme performans analizi

YAPI FORMU VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Mimari tasarımda gerçekleştirilen bazı aerodinamik değişiklikler yapıya etkiyen rüzgar enerjisi potansiyelini etkilemektedir. Bu örnek yapıda; - yapı cephesine açıklıklar eklenmesi, - yapı formunun silindir form olarak tasarlanması rüzgar türbinlerinin performansını artırıcı etkisi olan parametrelerdir.	
YAPI YÜKSEKLİĞİ VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
	Binalar üzerinde görülen rüzgar enerjisi etkileri yapının yüksekliği, yapının geometrisi (formu) ve yapı cephesine açıklıkların eklenmesiyle değişim göstermektedir. Rüzgar enerjisi performansını artırmak için, bu örnek yapı yüksek olarak tasarlanmış ve rüzgar türbinleri yapının en üst bölümlerine yerleştirilmiştir.
YAPI BOŞLUKLARI VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Rüzgar enerjisi performansını artırmak için, bu örnek yapıda rüzgar türbinleri yapı cephesinin en üst bölümlerine eklenen açıklıklara yerleştirilmiştir. Yapıya Ait Fotoğraflar [Sev, 2009]	

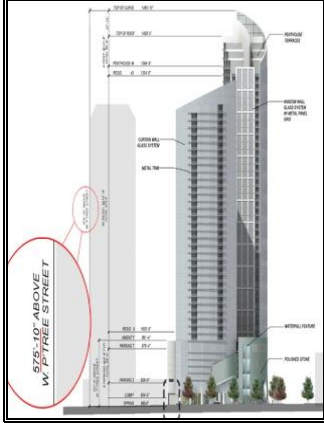
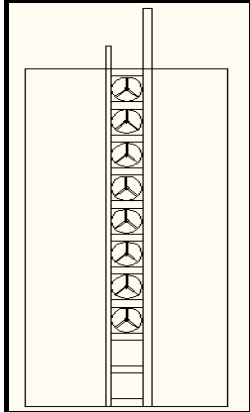
Çizelge 4.19. Aquarius Tower Binası kimlik kartı
(a) Bütünleşme düzeyi analizi

BİNANIN ADI	Aquarius Tower	
YERİ	Atlanta, ABD	
MİMARİ	Tuscany Corporation	
YAPIM YILI	Proje önerisi	
TİPOLOJİSİ	Konut	
		FİZİKSEL BÜTÜNLEŞME Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, bu yapı içinde ortak bir hacim paylaşmakta ve bu hacim içerisinde farklı yollarla etkileşim içinde bulunmaktadır. Yapıya Ait Fotoğraflar [Günel ve Ilgın, 2008]
GÖRSEL / İŞLEVSEL BÜTÜNLEŞME Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, bu yapı içinde boyut, şekil ve yerleşim özellikleri yönünde yapının cephesi ile bütünleşik olarak tasarlanmıştır. Dış kabuk binanın strüktürünü oluştururken, aynı zamanda rüzgar türbininin bütünleşmesine olanak sağladığından işlevsel bütünleşme de gözlenmektedir.		
		BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ / DİNAMİK BÜTÜNLEŞME Fiziksel, görsel ve işlevsel bütünleşme ilkelerinin birlikte görüldüğü bu yapı; bütünleştirilmiş bütünleşme örneği olarak nitelendirilebilmektedir. Ancak, yapı formu çevresel etkiler karşısında statik olduğundan dinamik bütünleşme görülmemektedir.

Çizelge 4.19 (Devam). Aquarius Tower Binası kimlik kartı
(b) Bütünleşme şekil analizi

RÜZGAR TÜRBİNLERİNİN YERLEŞİM ANALİZİ	
	
MİMARİ TASARIM ANALİZİ	
	
BÜTÜNLEŞME ŞEKLİ	
<u>Cephe Bütünleşmesi</u> Rüzgar türbinleri, cephenin tasarımı ile bütünleşik olarak yapı cephesinin bir bölümünde cephe boyunca dikey olarak tasarlanmıştır. Böylece, türbinler cephe özelliği de kazanarak mimarlık sistemleri arasında bütünleşmeyi sağlamaktadır.	
YAPININ FORMU	
	<u>Dairesel Form</u> Yapı; dairesel forma sahip tek bloktan oluşmaktadır. Yapının bu dairesel formu ve rüzgar enerjisi etkileşim söz konusudur. Rüzgar potansiyelini artırmak için dairesel formun yüksek bölümlerinde hava akışı sağlanmaktadır.

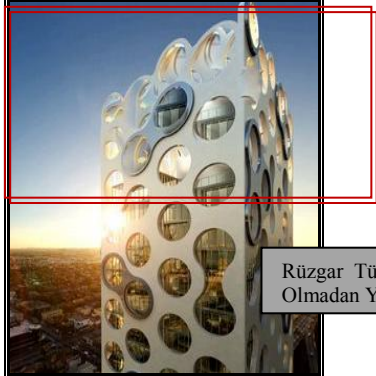
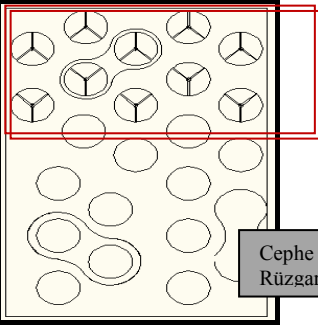
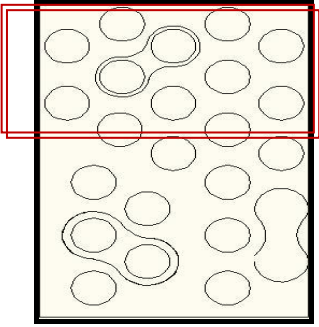
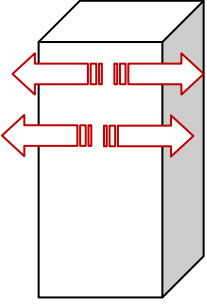
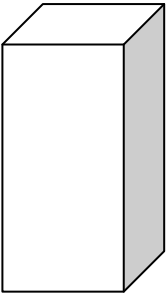
Çizelge 4.19 (Devam). Aquarius Tower Binası kimlik kartı
(c) Bütünleşme performans analizi

YAPI FORMU VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Mimari tasarımda gerçekleştirilen bazı aerodinamik değişiklikler yapıya etkiyen rüzgar enerjisi potansiyelini etkilemektedir. Bu örnek yapıda; • heykelsi üst bölüm, • yapı cephesine açıklıklar eklenmesi, • yapı formunun silindir form olarak tasarlanması rüzgar türbinlerinin performansını artırıcı etkisi olan parametrelerdir.	
YAPI YÜKSEKLİĞİ VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
	Binalar üzerinde görülen rüzgar enerjisi etkileri yapının yüksekliği, yapının geometrisi (formu) ve yapı cephesine açıklıkların eklenmesiyle değişim göstermektedir. Rüzgar enerjisi performansını artırmak için, bu örnek yapı yüksek olarak tasarlanmış ve rüzgar türbinleri yapının en üst bölümlerine yerleştirilmiştir.
YAPI BOŞLUKLARI VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Rüzgar enerjisi performansını artırmak için, bu örnek yapıda rüzgar türbinleri yapı cephesinin en üst bölümlerine eklenen açıklıklara yerleştirilmiştir. Yapıya Ait Fotoğraflar [Günel ve Ilgın, 2008]	

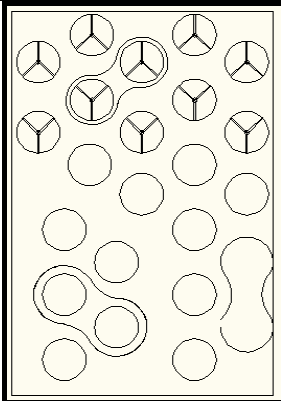
Çizelge 4.20. Ecological Housing (COR) Binası kimlik kartı
(a) Bütünleşme düzeyi analizi

BİNANIN ADI	Ecological (COR) Housing Binası	
YERİ	Miami, ABD	
MİMARİ	Oppenheim Architects	
YAPIM YILI	Onaylı proje	
TİPOLOJİSİ	Karma (Konut/Ticaret)	
		FİZİKSEL BÜTÜNLEŞME Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, bu yapı içinde ortak bir hacim paylaşmakta ve bu hacim içerisinde farklı yollarla etkileşim içinde bulunmaktadır. Yapıya Ait Fotoğraflar [Sev, 2009]
GÖRSEL / İŞLEVSEL BÜTÜNLEŞME Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, bu yapı içinde boyut, şekil ve yerleşim özellikleri yönünde yapının cephesi ile bütünleşik olarak tasarlanmıştır. Dış kabuk binanın strüktürünü oluştururken, aynı zamanda rüzgar türbininin bütünleşmesine olanak sağladığından işlevsel bütünleşme de gözlenmektedir.		
		BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ / DİNAMİK BÜTÜNLEŞME Fiziksel, görsel ve işlevsel bütünleşme ilkelerinin birlikte görüldüğü bu yapı; bütünleştirilmiş bütünleşme örneği olarak nitelendirilebilmektedir. Ancak, yapı formu çevresel etkiler karşısında statik olduğundan dinamik bütünleşme görülmemektedir.

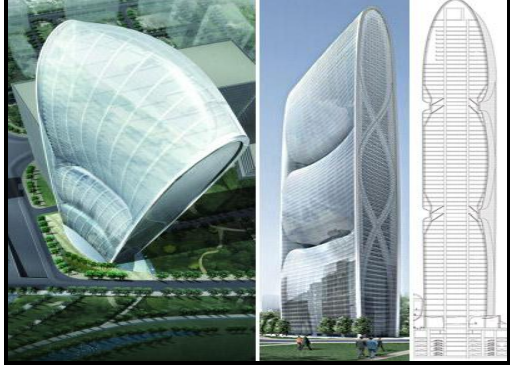
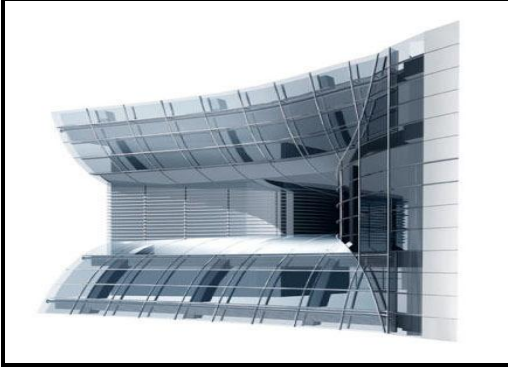
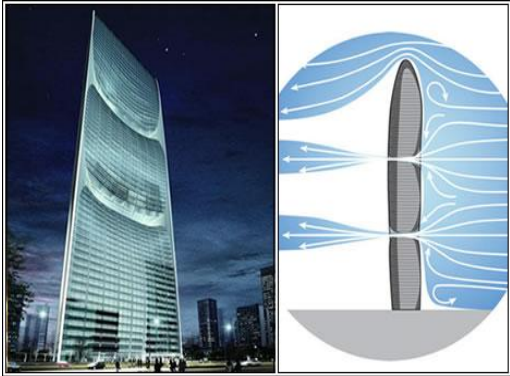
Çizelge 4.20 (Devam). Ecological Housing (COR) Binası kimlik kartı
(b) Bütünleşme şekil analizi

RÜZGAR TÜRBİNLERİNİN YERLEŞİM ANALİZİ	
 Kabuk Sistemi ile Bütünleşik Rüzgar Türbinleri	 Rüzgar Türbinleri Olmadan Yapı
MİMARİ TASARIM ANALİZİ	
 Cephe Tasarımı ile Bütünleşik Rüzgar Türbinleri	 Yapı Cephe Tasarımı
BÜTÜNLEŞME ŞEKLİ	
<u>Cephe Bütünleşmesi</u> Rüzgar türbinleri, cephenin tasarımı ile bütünleşik olarak yapı cephesinin üst bölümlerinde tasarlanmıştır. Böylece, türbinler cephe özelliği de kazanarak mimarlık sistemleri arasında bütünleşmeyi sağlamaktadır.	
YAPININ FORMU	
	<u>Dörtgensel Form</u> Yapı; dörtgensel forma sahip tek bloktan oluşmaktadır. Yapının dörtgensel formu ve rüzgar enerjisi arasında etkileşim (bütünleşme) söz konusudur. Rüzgar potansiyelini artırmak için dörtgensel formun yüksek bölümlerinde hava akışı sağlanmaktadır.

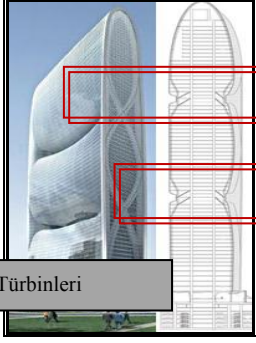
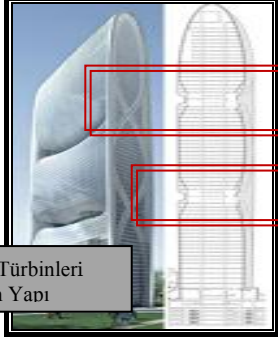
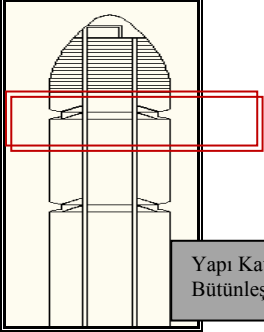
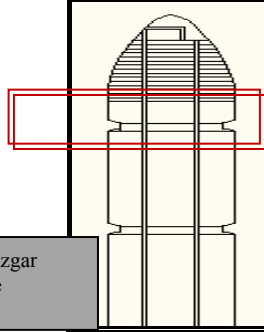
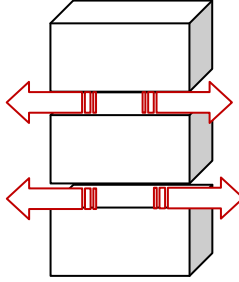
Çizelge 4.20 (Devam). Ecological Housing (COR) Binası kimlik kartı
(c) Bütünleşme performans analizi

YAPI FORMU VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Mimari tasarımda gerçekleştirilen bazı aerodinamik değişiklikler yapıya etkiyen rüzgar enerjisi potansiyelini etkilemektedir. Bu örnek yapıda; • yapı cephesine açıklıklar eklenmesi, • yapı formunun dörtgen form olarak tasarlanması rüzgar türbinlerinin performansını artırıcı etkisi olan parametrelerdir.	
YAPI YÜKSEKLİĞİ VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
	Binalar üzerinde görülen rüzgar enerjisi etkileri yapının yüksekliği, yapının geometrisi (formu) ve yapı cephesine açıklıkların eklenmesiyle değişim göstermektedir. Rüzgar enerjisi performansını artırmak için, bu örnek yapı yüksek olarak tasarlanmış ve rüzgar türbinleri yapının en üst bölümlerine yerleştirilmiştir.
YAPI BOŞLUKLARI VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Rüzgar enerjisi performansını artırmak için, bu örnek yapıda rüzgar türbinleri yapı cephesinin en üst bölümlerine eklenen açıklıklara yerleştirilmiştir. Yapıya Ait Fotoğraflar [Sev, 2009]	

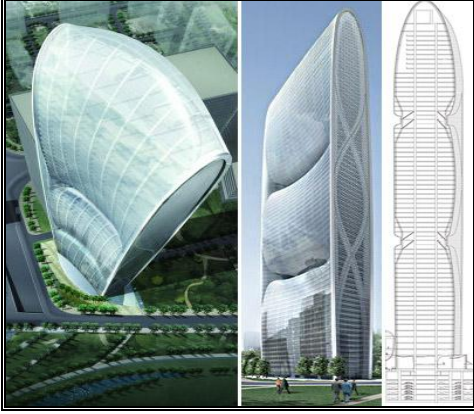
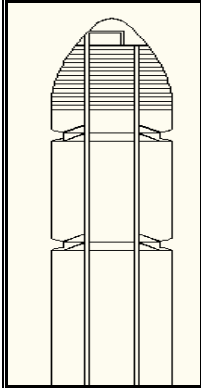
Çizelge 4.21. The Pearl River Tower Binası kimlik kartı
(a) Bütünleşme düzey analizi

BİNANIN ADI	The Pearl River Tower	
YERİ	Çin	
MİMARİ	Skidmore, Owings & Merrill (SOM)	
YAPIM YILI	2009 (Yapım aşamasında)	
TİPOLOJİSİ	Ticaret Merkezi	
		FİZİKSEL BÜTÜNLEŞME Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, bu yapı içinde ortak bir hacim paylaşmakta ve bu hacim içerisinde farklı yollarla etkileşim içinde bulunmaktadır. Yapıya Ait Fotoğraflar [Günel ve Ilgın, 2008]
GÖRSEL / İŞLEVSEL BÜTÜNLEŞME Yapı sistemleri ve ekosistem bileşeni olan rüzgar türbinleri, bu yapı içinde boyut, şekil ve yerleşim özellikleri yönünde yapının katları arasında bütünleşik olarak tasarlanmıştır. Yapı katları arasında yer alan boşluklar türbinlerin bütünleşmesine olanak sağladığından işlevsel bütünleşme de gözlenmektedir.		
		BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ / DİNAMİK BÜTÜNLEŞME Fiziksel, görsel ve işlevsel bütünleşme ilkelerinin birlikte görüldüğü bu yapı; bütünleştirilmiş bütünleşme örneği olarak nitelendirilebilmektedir. Ancak, yapı formu çevresel etkiler karşısında statik olduğundan dinamik bütünleşme görülmemektedir.

Çizelge 4.21 (Devam). The Pearl River Tower Binası kimlik kartı
(b) Bütünleşme şekil analizi

RÜZGAR TÜRBİNLERİNİN YERLEŞİM ANALİZİ	
 Rüzgar Türbinleri	 Rüzgar Türbinleri Olmadan Yapı
MİMARİ TASARIM ANALİZİ	
 Yapı Kat Boşlukları ile Bütünleşik Rüzgar Türbinleri	 Kat arası Boşluklarla Rüzgar Akışını Sağlayan Cephe Tasarımı
BÜTÜNLEŞME ŞEKLİ	
<u>İki Kat Arası Bütünleşme</u> Yapı; dörtgensel forma sahip tek bloktan oluşmakta olup, rüzgar türbinleri iki kat arasında yer almaktadır. Böylece, mimarlık sistemleri arasında bütünleşmeyi sağlamaktadır.	
YAPININ FORMU	
	<u>Dörtgensel Form</u> Yapı; dörtgensel forma sahip tek bloktan oluşmaktadır. Yapının dörtgensel formu ve rüzgar enerjisi arasında etkileşim (bütünleşme) söz konusudur. Rüzgar potansiyelini artırmak için dörtgensel formun iki katı arasında yüksek bölümlerinde hava akışı sağlanmaktadır.

Çizelge 4.21 (Devam). The Pearl River Tower Binası kimlik kartı
(c) Bütünleşme performans analizi

YAPI FORMU VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Mimari tasarımda gerçekleştirilen bazı aerodinamik değişiklikler yapıya etkiyen rüzgar enerjisi potansiyelini etkilemektedir. Bu örnek yapıda; • heykelsi üst görünüm, • yapı cephesine açıklıklar eklenmesi, • yapı formunun dörtgen form olarak tasarlanması rüzgar türbinlerinin performansını artırıcı etkisi olan parametrelerdir.	
YAPI YÜKSEKLİĞİ VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
	Binalar üzerinde görülen rüzgar enerjisi etkileri yapının yüksekliği, yapının geometrisi (formu) ve yapı cephesine açıklıkların eklenmesiyle değişim göstermektedir. Rüzgar enerjisi performansını artırmak için, bu örnek yapı yüksek olarak tasarlanmış, ancak rüzgar türbinleri yapının sadece üst bölümleri değil alt bölümlerin katları arasına da yerleştirilmiştir.
YAPI BOŞLUKLARI VE PERFORMANS İLİŞKİSİ	
Rüzgar enerjisi performansını artırmak için, bu örnek yapıda rüzgar türbinleri yapı cephesinde katlar arasına eklenen açıklıklara yerleştirilmiştir. Yapıya Ait Fotoğraflar [Günel ve Ilgın, 2008]	

4.3.3. Analizlerden elde edilen verilerin irdelenmesi

Daha önceden Örnek Bina İncelemeleri bölümünde her bir binanın rüzgar türbinleri ile bütünleşme potansiyelleri için yapılan analiz çalışmasından elde edilen veriler, 5 tip olan bütünleşme şekillerini karşılaştırmak, her bir düzeyin mimari tasarım özelliklerini saptayabilmek ve her bir örnek bina için rüzgar türbinlerinin enerji performansının yapı formu ile ne şekilde ilişkili olduğunu ortaya koymak amacıyla bu bölümde üç tablo haline getirilerek grafik şeklinde sunulmuştur. Bu grafik tablolardan birincisi (Bütünleşme düzeyleri) oluşturulurken aşağıdaki sorgulama parametreleri kullanılmıştır.

- Fiziksel Bütünleşme
- Görsel Bütünleşme
- İşlevsel Bütünleşme
- Bütünleştirilmiş Bütünleşme
- Dinamik Bütünleşme

İkinci grafik tablo (Bütünleşme şekilleri) oluşturulurken;

- Çatı Boşluklu
- Çatı (Bütünleşik)
- Cephe (Bütünleşik)
- İki Blokarası (Bütünleşik)
- İki Kat arası

Üçüncü grafik tablo (İncelenen örnek binaların genel analiz değerlendirmesi) oluşturulurken ise birinci ve ikinci tabloda kullanılan parametrelere ek olarak incelenen yapıların formları dikkate alınarak;

- Dörtgen Form
- Üçgen Form

- Silindir (Daire) Form

sorgulama parametreleri kullanılmıştır.

Dördüncü grafik tablo (İncelenen örnek binaların performans değerlendirmesi) oluşturulurken ise ilk üç tabloda elde edilen analizler değerlendirilerek örnek binaların mimari tasarım parametrelerinin karşılaştırmalı performans değerlendirmesi yapılmıştır.

Tüm bu sorgulamalar sonucu tablolardan elde edilen veriler, değerlendirilerek araştırmanın bulgularına ulaşılmıştır.

Çizelge 4.22. İncelenen örnek binaların mimarlık sistemleri bütünleşme düzey analizleri

MİMARLIK SİSTEMLERİ BÜTÜNLEŞME DÜZEYLERİ						
BİNA ÖRNEKLERİ	BİNA ADI	Fiziksel Bütünleşme	Görsel Bütünleşme	İşlevsel Bütünleşme	Bütünleştirilmiş Bütünleşme	Dinamik Bütünleşme
	1- Strata Binası					
	2- David Fisher's Rotating Tower					
	3- The Lighthouse Binası					
	4- The Burj al-Taqa (Energy Tower)					
	5- Vauxhall Tower Binası					
	6- Bahrain Dünya Ticaret Merkezi					
	7- Anti-Smog Binası					
	8- Aquarius Tower Binası					
	9- Ecological Housing (COR)					
	10- The Pearl River Tower					

Çizelge 4.23. İncelenen örnek binaların mimarlık sistemleri bütünleşme şekil analizleri

MİMARLIK SİSTEMLERİ BÜTÜNLEŞME ŞEKİLLERİ						
BİNA ÖRNEKLERİ	BİNA ADI	Çatı Boşluklu	Çatı (Bütünleşik)	Cephe (Bütünleşik)	İki Blokarası (Bütünleşik)	İki Kat arası
	1- Strata Binası					
	2- David Fisher's Rotating Tower					
	3- The Lighthouse Binası					
	4- The Burj al-Taqa (Energy Tower)					
	5- Vauxhall Tower Binası					
	6- Bahrain Dünya Ticaret Merkezi					
	7- Anti-Smog Binası					
	8- Aquarius Tower Binası					
	9- Ecological Housing (COR)					
	10- The Pearl River Tower					

Çizelge 4.25. İncelenen örnek binaların performans değerlendirmesi

BİNA ÖRNEKLERİ	1- Strata Binası										
	2- David Fisher’s Rotating Tower										
	3- The Lighthouse Binası										
	4- The Burj al-Taqa (Energy Tower)										
	5- Vauxhall Tower Binası										
	6- Bahrain Dünya Ticaret Merkezi										
	7- Anti-Smog Binası										
	8- Aquarius Tower Binası										
	9- Ecological Housing (COR)										
	10- The Pearl River Tower										
Performans Değerlendirmesi		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Çizelge 4.22’de analiz edilen örnek yapıların tamamında fiziksel ve görsel bütünleşmenin birlikte görüldüğü, 5 adet yapıda işlevsel ve bütünleştirilmiş bütünleşme gözlenirken 1 adet yapıda dinamik bütünleşme gözlenmektedir.

Bununla birlikte, Çizelge 4.23’te, 1 adet yapıda ‘çatı boşluklu’, 2 adet yapıda ‘çatı’, 3 adet yapıda ‘cephe’, 2 adet yapıda ‘iki blokarası’, 2 adet yapıda ise ‘iki kat arası’ bütünleşme şekli tespit edilmiştir.

Tüm bu çizelgelerden çıkan sonuçlara göre 5 tip bütünleşme düzeyi karşılaştırıldığında, fiziksel ve görsel bütünleşmenin bütün yapılarda karşılandığı,

dinamik bütünleşmenin ise tüm düzeylere oranla daha yeni uygulama alanı olan bir düzey olduğu ve bu nedenle henüz bir yapıda karşılandığı görülmektedir. Ayrıca, bütünleşme şekilleri incelendiğinde ise, mimari tasarım ve estetik kaygıları sonucunda rüzgar türbinlerinin daha çok cephe sistemleri ile bütünleşik olarak kullanıldığı tespit edilmiştir. Tüm bunlara ek olarak, Çizelge 4.24'te görüldüğü gibi, yapı formlarının da binaların enerji performansını ve rüzgar potansiyelini artırıcı etkisi olacak şekilde tasarlandığı ortaya konulmuştur. Bu nedenle yapılan analiz çalışmasında, incelenen yapıların ağırlıklı olarak silindir forma sahip olduğu görülmektedir. Dörtgen forma sahip olan yapılarda 'cephe bütünleşmesi' kullanılırken üçgen forma sahip yapılarda 'iki blok arası bütünleşme' şekli kullanılmaktadır.

İncelenen örnek binaların Çizelge 4.25'te görülen performans analizlerine bakıldığında ise, rüzgar türbinlerinin binanın yüksek bölümlerine yerleştirilmiş olmaları, konik kesit, heykelsi görünüm, bina kesit alanının yapının üst bölümlerine doğru küçültülmesi, bina cephesinde oluşturulan açıklıklar gibi yapı formunda yapılan aerodinamik değişiklikler ve uygun yapı formunun (dörtgen, silindir, elips, üçgen) seçimi rüzgar enerjisinin binalar üzerindeki etkilerini olumlu hale dönüştürerek türbin performansını artıracak tasarım kriterleri olduğu tespit edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tezin giriş bölümünde de belirtildiği gibi, 1970'li yıllardan bu yana uzanan dünyadaki enerji sorunu son yıllarda yapı teknolojilerinin, mimarlık sistemlerinin gelişmesi, çeşitlenmesi ve mevcut enerji kaynak stoğunun yapı stoğu ihtiyacını karşılayamayacak düzeye gelmesi, mimarlık sistemlerinin teknolojiye ayak uydurabilme pahasına çevreye verilen zararlı artıkları arttırması yapılarda enerji tüketimi ve çevre zararlarını azaltılması yönünde önlemlerin alınmasını zorunlu hale getirmiştir. İzleyen yıllarda mimarlık ve çevre arasındaki ilişkinin sorgulanması ile enerjinin mimarlık alanında tasarımı yönlendiren bir etmen olduğu, mimarlık sistemlerinin bu nedenle çeşitlendiği ve yeni bir alt sistem olarak ekosistemlerin (alternatif enerji kaynaklarının-rüzgar enerjisi) ortaya çıktığı ve yapı ile bütünleşme sürecinin tasarım aşamasından itibaren önem kazandığı görülmüştür. Bu bağlamda, bir binanın performansa dayalı yaklaşım çerçevesinde çevre bilincinin belirlenmesi ve yapıların belirlenen bu noktaları sağlayacak şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Bu çalışma, son yıllarda gelişmiş ülkelerde alternatif bir enerji kaynağı olarak kullanımı giderek yaygınlık kazanan rüzgar enerjisinin, yapı sistemleri ile bütünleşme stratejilerinin araştırarak; konunun mimari, yapısal ve çevresel boyutlarının irdelenip, bütünleşme tasarım ölçütlerinin oluşturulması amacıyla yapılmıştır. İki aşamadan oluşan bu araştırmanın ilk bölümünde, sistem yaklaşımı ve bütünleşme kavramları hakkında genel bilgiler verilerek bu kavramların mimarlık disiplini içerisindeki yeri araştırılmış ve genel bir literatür kaynağı şeklinde ortaya konulmuştur. Daha sonra bütünleşik mimarlık sistemleri bağlamında yapı sistemleri ve ekosistemlerin bütünleşme düzey ve şekilleri belirlenerek, dünya genelinde bu doğrultuda gerçekleştirilen örnek yapılar üzerinde çeşitli analizler yapılmıştır. Bu analizlerin sonucu tablolar halinde sunularak her tip için bu bütünleşme şeklinin mimari tasarım ile nasıl oluşturulduğu, tasarım parametrelerinin neler olduğu belirtilmiştir.

Bütün bu araştırmaların sonucunda 5 tip bütünleşme düzeyinden en yaygın olarak uygulanan düzey, fiziksel ve görsel bütünleşmedir. Fiziksel ve görsel bütünleşmenin

estetik kaygısı nedeniyle mimari bütünleşme kriterlerinin temelini oluşturmaktadır. Rüzgar türbinlerinin yapılarda yerleşim şekline bakıldığında ise, cephe sistemi ile bütünleşik örnekler en sık görülen bütünleşme şeklidir. Bütünleşik rüzgar türbinleri performansları açısından değerlendirildiğinde, cephe sistemleri ile bütünleşik olarak kullanılan küçük rüzgar türbinlerinin iki blok arası ve iki kat arası tasarlanan büyük rüzgar türbinlerinden güvenlik ve gürültü kontrolünün sağlanması yönünden daha avantajlı olduğu ortaya konulmuştur. Analizler için seçilen uygulanmış örneklerin bulunduğu ülkeler, Türkiye'nin rüzgar enerjisi potansiyeli bakımından eşdeğer konumda olduğu ABD, Dubai, İngiltere, Fransa, Bahreyn ve Çin ülkesidir. Bu bağlamda, rüzgar enerjisi potansiyeli oldukça yüksek olan Türkiye'de, seçilen örnek ülkelerde kullanılmış bütünleşik rüzgar türbinlerinin uygulanması çevre bilinçli tasarımlar gerçekleştirilmesi yönünde önemli adımların atılmasını sağlayacaktır.

Çevre bilinçli bütünleşik tasarımların ve böylece yapılarda yapı sistemleri ve ekosistemlerin bütünleşmesinin sağlanması için tasarım sürecinin ilk aşamalarında dikkat edilmesi gereken bazı parametreler vardır. Bunlar;

- İklim (güneş yayılımı, dış ortam sıcaklık derecesi vb.)
- Binanın yeri ve coğrafi konumu
- Bina kullanımı (işletme saatleri, çalışanları işleri vb.)
- Binanın kullanım amacı
- Binanın formu

Günümüzde, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimin bir sonucu olarak, bu kaynaklardan faydalanma çalışmaları oldukça hız kazanmış ve birçok ülke tarafından verimli olarak kullanılmaya başlanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının başında gelen rüzgar enerjisi, bu alanda büyük isimler haline gelen Danimarka, Almanya ve İspanya başta olmak üzere Avrupa ve Amerika'da dev bir enerji sektörüne dönüşmüştür. İlk önceleri uygulama alanı rüzgar çiftlikleri ile sınırlı kalan rüzgar enerjisi, son yıllarda teknolojinin sınır tanımaz gelişiminin sergilendiği teknoloji ve ekosistem (çevre) bütünleşmesi örneği sergileyen yapılarda karşımıza yapı ile

bütünleşik rüzgar türbini olarak çıkmaktadır. Özellikle Avrupa ülkeleri ve A.B.D.'de yapımı planlanan yüksek yapılarda, yapı sistemleri ve rüzgar enerjisi bütünleşmesi örneği tasarımların ağırlığı giderek artmaktadır.

Rüzgar enerjisi ve bina ilişkisi (bina aerodinamiği) konusunda birçok araştırma ve çalışma gerçekleştirilmiştir. Rüzgar hızının yükseklikle artması ve rüzgar enerjisinin yükseklikle doğru orantılı olması nedeniyle, bütünleşik rüzgar türbinlerinin daha çok yüksek binalarda kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda rüzgar enerjisinin yüksek yapılar üzerinde ciddi etkilerinin bulunduğu ortaya konularak bu aerodinamik etkilerin olumlu hale dönüştürülebilmesi için çözüm önerileri ortaya konulmuştur. Rüzgar türbinlerinin yüksek binalar ile bütünleşmesi bağlamında enerji performansını artırıcı farklı tasarım metodları ve yöntemleri tespit edilmiştir.

Yapı yüksekliği, yapının plan kesit alanının yapının yüksek bölümlerinde küçültülmesi, konik kesit, heykelsi üst bölüm, yapı cephesine açıklıkların eklenmesi gibi mimari tasarımda gerçekleştirilebilecek bazı aerodinamik değişiklikler, rüzgar enerjisinin etkisini farklılaştırarak yapıya etkileyen rüzgar enerjisi potansiyelini değiştirmektedir. Yapı cephesinde özellikle çatıya yakın bölümlerinde oluşturulan açıklıklar yapıya etkileyen rüzgar yükünün olumsuz etkilerini azaltarak, bina aerodinamiğini olumlu hale dönüştürmektedir.

Ayrıca, silindir, elips, üçgen ve dörtgen yapı formlarının bina aerodinamiği üzerinde farklı etkileri bulunmaktadır. Dörtgen forma sahip olan yapılara rüzgar basıncı, silindir (daire) ya da elips biçimli formdaki yapılara % 20-40 oranında daha az etkilidir. Bu nedenle, yüksek binalarda bütünleşik rüzgar türbinlerinin tasarımında, yapı formu mimari tasarımı yönlendiren en önemli özelliktir.

Mimarlığın temel ilkeleri içerisinde yer alan çevre bilinci, estetik, görsellik, işlevsellik, dinamiklik tasarım bütününün oluşmasında etkileşim göstermektedirler. Bu bağlamda, çevre bilinçli bütünleşik tasarım sürecinde mimarlara düşen görev sadece ekolojik yapı malzemelerinin seçimi ile sınırlı kalmamaktadır. Artık mimarlar yapı ve çevreyi bir mimarlık bütünü olarak düşünerek, bu bütünü oluşturan teknoloji,

yapı sistemleri, ekosistemler gibi alt sistemlerin tasarım aşamasının ilk evrelerinden itibaren dikkate alması gerekmektedir. Böylece, disiplinler arası çalışmalar ile birlikte enerji performansına dayalı tasarım ilkelerinin ortaya konulması ve alt sistemler arası bütünleşme potansiyellerinin dikkate alınması gerekmektedir.

Dünya’da enerji performansının sadece yapılar ile sınırlı olmadığı, mimarlık sisteminin de kentlerin bir alt sistemi olduğu kabul edildiğinde ve yaşam kalitesinin binalar kadar kentler tarafından da etkilendiği düşünüldüğünde, konunun kentsel ölçekte genişletilip irdelenmesinin gerekli olduğu açıktır. Bu nedenle, ilerleyen yıllarda kimsenin tekelinde bulunmayan rüzgar enerjisinin kentsel ölçekte de yer bulacağı gerçeğine dayanarak, çevre bilinçli bütünleşik kentlerin tasarım kriterleri ve bütünleşme performansları bu çalışmanın bir sonraki aşaması olarak planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akıncıtürk, N., “Ekonomik Ölçekte Yapı Elemanları ve Malzeme Olgusunun Sürdürülebilir Kentleşmeye Yansıması”, *BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1 (1): 114-115 (1999).
- Akkaya, A. V., Akkaya E. K. ve Dağdaş A., “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevresel Açından Değerlendirilmesi”, *IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, İstanbul, 37-43 (2002).
- Akman, A., “Neden Yapıda Ekoloji?”, *Yapı Dergisi*, Kasım Yapıda Ekoloji: Ekolojik Tasarım ve Sürdürülebilirlik Eki: 22 (2007).
- Ali, M., Armstrong, P., “Architecture of Tall Buildings”, *McGraw-Hill Book Company*, New York, 52 (1995).
- Allby, M., “A Dictionary of Ecology”, *Oxford University Press*, 2nd ed., Oxford, 157-175 (1998).
- Allenby, B. R., Cooper, W.E., “Understanding Industrial Ecology from a Biological Systems Perspective”, *Total Quality Environ. Manage. (Spring)*, 343-354 (1994).
- Altın, M., “Geleceğin Yapı Malzemesi: Fotovoltaik Paneller, Geleceğin Mimari Akımı: Enerji Mimarlığı”, *1. Ulusal Yapı Malzemeleri Kongresi ve Sergisi*, İstanbul, 701-703, (2002).
- Angyal, A., “A Logic Of Systems”, F. E. Emery ed., *Penguin Modern Management Reading*, London, 20 (1970).
- Aynsley, R. M., Melbourne, W., Vickery, B. J., “Architectural Aerodynamics”, *Applied Science Publication*, London, 3 (1): 32 (1977).
- Aras, H. ve Öztürk, Ö., “Rüzgar Enerjisinin Türkiye’deki Durumunun Dünya ile Karşılaştırılması”, *IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, İstanbul, 438-450 (2002).
- Bachman, L. R., “Integrated Buildings”, *John Wiley&Sons, Inc.*, New York, 3-48 (2003).
- Bozdoğan, B., “Mimari Tasarım ve Ekoloji”, Yüksek Lisans Tezi, *YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 2-124 (2003).
- Braun, A. L., Awrunch, A. M., “Aerodynamic Analysis of Buildings Using Numerical Tools From Computational Wind Engineering”, *Mecanica Computacional*, Arjantin, 1236-1251 (2007).
- Broadbent, G., “Design in Architecture: Architecture and Human Sciences”, *John Wiley and Sons*, Chichester, 142-388 (1981).

Cottingham, K. L., “Tackling Biocomplexity: The Role of People, Tools, and Scale”, *BioScience*, 52 (9): 793-799 (2002).

Çağlar M. ve Canbaz M., “Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli”, *IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, İstanbul, 347-355 (2002).

Çakmak, S. P., “20. Y.Y. Sonu Mimari Tasarım Stratejilerindeki Değişim: Değişimin Nedenleri ve Yönü”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 43-50 (2006).

Çelebi, G., Ü., “Development of a Building System”, *4th Design & Decision Support Systems International Conference in Architecture and Urban Planning*, Eindhoven University of Technology, Maastricht, The Netherlands, 1-10 (1998).

Çelebi, G. Ü., Gültekin, A. B., Harputlugil, G. U., Bedir, M., Tereci, A., “Yapı-Çevre İlişkileri”, *TMMOB Mimarlar Odası Sürekli Mesleki Gelişim Merkezi Yayınları*, İstanbul, 13-75 (2008).

Çelebi, G., “Mimari Biçimlendirmede Esneklik Sınırlarının Belirlenmesine İlişkin Kavramsal Bir Model”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 56-95 (1994).

Çelebi, G., Ü., Gültekin, A., B., “Sürdürülebilir Mimarlığın Kapsamı: Kavramsal bir çerçeveden bakış”, *Mimarlar, Konya Mimarlar Odası Dergisi*, 2: 30-35 (2007).

Çepel, N., “Çevre Koruma ve Ekoloji Terimleri Sözlüğü”, *Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları 6*, İstanbul, 41-79, (1995).

Demir, C., “Sürdürülebilir Teknolojiler”, *Yapı Dergisi*, Kasım Yapıda Ekoloji: Ekolojik Tasarım ve Sürdürülebilirlik Eki: 30-31 (2007).

Dutton, R., Isyumov, N., “Reduction of Tall Building Motion by Aerodynamic Treatments”, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 36 (1990).

Enginöz, Y., K., “Yeşil Mimarlık Yeşil Mühendislik Demek Değildir”, *Yapı Dergisi*, Nisan Yapıda Ekoloji: Ekolojik Mimarlıkta Somut Adımlar Eki: 23 (2009).

Erengöz, Ç., “Enerji ve Ekoloji”, *Arkitekt Dergisi*, 2: 30-32 (2003).

Erkut, H., “Sistem Analizi”, *Kıyı Yayınları*, 8-57 (1989).

Eryıldız, S., “Kentsel Ekoloji”, *Mimarlık*, 296: 30 (1996).

Eryıldız, S., “Sürdürülebilir Kentsel Planlama”, *Yapı Dergisi*, Kasım Yapıda Ekoloji: Ekolojik Tasarım ve Sürdürülebilirlik Eki: 11 (2007).

Eşsiz, Ö. “İleri Teknoloji Yapılarında alt sistemlerin Bütünleştirilmesi”, Doktora Tezi, **MSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 15-26 (2001).

Evrendilek, F., “Ekolojik Sistemlerin Analizi, Yönetimi ve Modellenmesi”, **Papatya Yayıncılık**, İstanbul, 9-82 (2004).

Günel, M. H., Ilgın, H. E., Sorguç, A. G., “Rüzgar Enerjisi ve Bina Tasarımı”, **ODTÜ Mimarlık Fakültesi**, Ankara, 6-55 (2007).

Günel, M. H., Ilgın, H. E., “Bir Mimari Tasarım Kriteri Olarak Rüzgar Enerjisi Kullanımı”, **Ege Mimarlık Dergisi**, İzmir, 2: 6-11 (2008).

Hamamcı, C. ve Keleş, R., “Çevre Bilim”, **İmge Kitabevi Yayınları**, İstanbul, 13-32 (1993).

İlgın, H. E., Günel, M. H., “The Role of Aerodynamic Modifications In The Form of Tall Buildings Against Wind Excitation”, **Metu JFA**, Ankara, 2: 17-25 (2007).

Irwin, P., Kilpatrick J., Robinson J., Frisque, A., “Wind and Tall Buildings: Negatives and Positives”, **The Structural Design of Tall and Special Buildings**, 17: 915-928 (2008).

İnternet: American Wind Energy Association (AWEA), “Wind Energy and the Environment”,
http://www.awea.org/faq/wwt_environment.html (2006).

İnternet: DEÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, “2. Ulusal İktisat Kongresi”,
<http://www.iibf.deu.edu.tr/uiik/> (2008).

İnternet: DIFC Lighthouse Dubai, Building, Property, Image, Architect, Development, Award, “Dubai Skyscraper : Images + Information”,
http://www.e-architect.co.uk/dubai/difc_lighthouse.htm (2009).

İnternet: London Developments, Building, Project, News, Design, Property, “House Extension Contest London, England, UK”,
http://www.e-architect.co.uk/london/london_house_extension_competition.htm (2009).

İnternet: Sağlık, Teknoloji, Kültür ve Sanat Ansiklopedisi,
<http://www.botav.org/analiz-cozumleme> (2009).

İnternet: Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, “Sağlıklı Kentler İçin Pasif İklimlendirme ve Bina Aerodinamiği”,
<http://www.mmoistanbul.org/yayin/tesisat/103/4/> (2010).

İnternet: U.S. Department of Energy, “Integrated Building Design”,
<http://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/29267-4.1.pdf> (2001).

İnternet: Whole Building Design Guide, “The Role of Buildings and the Case for Whole Building Design”,
http://www.wbdg.org/wbdg_approach.php (2008).

İnternet: Whole Building Design Guide, “Wind Safety of The Building Envelope”,
http://www.wbdg.org/resources/env_wind.php (2010).

İstanbul Yüksek Yapılar Rüzgar Yönetmeliği, İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İmar Müdürlüğü (2009).

Katırcı, U., “Çevre ve Yaşam İçin Yapı Tasarımı: Norman Foster”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 45-72 (2003).

Kareem, A., Kijewski, T. and Tamura, Y., “Mitigation of Motion of Tall Buildings with Recent Applications”, *Wind and Structures*, 2 (3): 201-251 (1999).

Lakot, E., “Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarısındaki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması”, Yüksek Lisans Tezi, *KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-25 (2007).

Lawson, T. V., “Wind Effects on Buildings”, Design Applications, *Applied Science Publishers*, London, 45 (1980).

Lökçe, S., “Mimarlık Eğitim Programları: Mimari Tasarım ve Teknoloji ile Bütünleşme”, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak.*, Ankara, 1-16 (2002).

Lökçe, S., “Kisho Kurokawa2”, Çağdaş Dünya Mimarları Dizisi, *Boyut Yayın Grubu*, İstanbul, 11 (2001).

Lundgren, M., Torstensson, K., “Photovoltaics in architecture - lessons learned in PV Nord”, *ARQ Final Report, Netherlands*, 26 (2004).

Macdonald, A. J., “Wind Loading on Building”, *Applied Science Publication*, London, 33-41 (1975).

Michener, W.K., Baerwald, T.J., Firth, P., Palmer, M.A., Rosenberger, J.L., Sandlin, E.A., Zimmerman, H., “Defining and Unraveling Biocomplexity”, *BioScience*, 51 (12): 1018-1023 (2001).

Mori, T., “immaterial/ ultramaterial”, President and Fellows of Harvard College, *George Brazillier Inc.*, New York, 11-63 (2002).

Olson, W., “Systems Thinking”, Department of Mechanical, Industrial and Manufacturing Engineering, *The University of Toledo*, 91-95 (2006).

Özçuhadar, T., “Binalarda Yaşam Döngüsü”, *Yapı Dergisi*, Kasım Yapıda Ekoloji: Ekolojik Tasarım ve Sürdürülebilirlik Eki: 14-18 (2007).

Özer, Z., “Fosil Yakıtsız Yaşama Doğru”, *Bilim ve Teknik Dergisi*, 338 (1): 56-61 (1996).

Özmehmet, E., “Avrupa ve Türkiye’deki Sürdürülebilir Mimarlık Anlayışına Eleştirel Bir Bakış”, Doktora Tezi, *Yaşar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-19 (2005).

Pacey, A., “The Culture of Technology”, *The M.I.T. Press*, Cambridge, 3 (1983).

Page, D., Carter, A., “Energy for keeps: Electricity from Renewable Sources”, *Energy Education Group*, Kaliforniya, 57 (2005).

Reeves, A., “Wind Energy for Electric Power”, *Renewable Energy Policy Project*, Washington, 1415 (2003).

Russell, J., A., Peters, W., H., Craig, N., N., Coull, “Systems and Ecosystems”, *Sustainability Science and Engineering*, 113-126, (2006).

Sev, A., “Sürdürülebilir Mimarlık”, *YEM Yayınları*, İstanbul, 30-126 (2009).

Schueller, W., “High-Rise Building Structures”, *John and Wiley Sons Inc.*, New York, 26-33 (1977).

The Oxford English Dictionary, *Oxford University Press*, Vol.X1, Oxford, 136-137 (1978).

Tönük, S., “Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında “Akıllı Binalar” ”, *Arrededamento Mimarlık*, 1 (1): 81-82 (2003).

Utkuğ, Z., Gültekin, T., “Yapı Alt Sistemleri Entegrasyon Problemleri ve Çözüm Önerileri”, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 21 (1): 1-10 (2006).

Uyar, T., S., “Yenilenebilir Enerji”, *Yapı Dergisi*, Kasım Yapıda Ekoloji: Ekolojik Tasarım ve Sürdürülebilirlik Eki: 6-9 (2007).

Ünlü, H., “Yerel Yönetim ve Çevre”, IULA (Uluslararası Yerel Yönetimler Birliği) Çevre Kitapları Serisi, *Dünya Yerel Yönetim ve Demokrasi Akademisi*, İstanbul, 93 (1991).

Yerebakan, M., “Rüzgar Enerjisi”, *İTO Yayınları*, İstanbul, 33 (2001).

You, K., Kim, Y., “The Wind-induced Response Characteristics of Atypical Tall Buildings”, *The Strucural Design of Tall and Special Buildings*, Korea, 18: 217–233 (2009).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : TOSUN, Serpil
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 26.04.1981 Salihli
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0 (312) 482 09 66
 Faks : 0 (312) 480 07 00
 e-mail : serpiltosun81@hotmail.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /Mimarlık Bölümü	2010
Lisans	Orta Doğu Teknik Üniversitesi/Mimarlık Bölümü	2004
Lise	Sekine Evren Anadolu Lisesi	1999

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2008- Devam	Bayındırlık ve İskan Bakanlığı/ Yapı İşleri Genel Müdürlüğü	Mimar
2006-2007	Amasya Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü	Mimar
2005-2006	Bartın Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü	Mimar
2004-2005	İstikbal Regina Mutfak&Banyo	Mimar

Yabancı Dil

İngilizce, Almanca

Hobiler

Müzik, tiyatro, puzzle