
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

BİYOMİMETİK BAKIŞ AÇISI İLE FÜTÜRİSTİK MİMARLIK ÜZERİNE BİR İNCELEME: VINCENT CALLEBAUT MİMARLIĞINI ANLAMAK

Ceyhan ÇAKMAKLI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OCAK 2020

Ceyhan ÇAKMAKLI tarafından hazırlanan "BİYOMİMETİK BAKIŞ AÇISI İLE FÜTÜRİSTİK MİMARLIK ÜZERİNE BİR İNCELEME: VINCENT CALLEBAUT MİMARLIĞINI ANLAMAK" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Mimarlık Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Semra ARSLAN SELÇUK

Mimarlık Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum. ...……

Başkan: Prof. Dr. Figen BEYHAN

Mimarlık Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum. ……...

Üye: Doç. Dr. Aslı ER AKAN

Mimarlık Ana Bilim Dalı, Çankaya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum. ……...

Tez Savunma Tarihi: 14/01/2020

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

……

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ceyhan ÇAKMAKLI

14/01/2020

BİYOMİMETİK BAKIŞ AÇISI İLE FÜTÜRİSTİK MİMARLIK ÜZERİNE BİR İNCELEME: VINCENT CALLEBAUT MİMARLIĞINI ANLAMAK

(Yüksek Lisans Tezi)

Ceyhan ÇAKMAKLI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2020

ÖZET

Yeni teknolojiler ve makineleşme, 20. yüzyılın başlarında İtalya'da ortaya çıkan Fütürizm akımıyla birlikte insanlığın topluma ve onun yaşam alanı olan yapılı çevreye dair öngörülerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Geçtiğimiz yüzyılda meydana gelen bilim ve teknoloji alanlarındaki gelişmeler, mimarlıktaki gelecek öngörülerini şekillendirmektedir. Öte yandan artan sanayileşmeyle birlikte günümüzde çevre kirliliği ve ekolojik dengenin bozulmasında gelinen nokta, mimarlıkta yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını ve doğa dostu tasarım yaklaşımlarını kaçınılmaz kılmaktadır. Bilim ve teknolojinin mimarlıkta kullanımı, bu hedef için yeniden sorgulanmaya başlanmıştır. Doğa dostu tasarım yaklaşımlarından olan "biyomimesis", doğadaki organizmaların form, fonksiyon, strüktür, hareket, çalışma prensipleri, etkinliği, sürdürülebilirliği ve ekosistem içindeki yeri/ilişkileri gibi pek çok konu başlığını araştırarak insanlığın problemlerine çözüm yolları üretmektedir. Bilim ve teknolojinin yardımı ile yenilikçi fikirler üretebilme potansiyeline sahip olması açısından "doğa esinli" yaklaşımların, bugünün mimari gereksinimleri ile sınırlı kalmayıp, geleceğe yönelik tasarımlarda da belirleyici olacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda bu çalışmanın temel motivasyonu biyomimesis ve fütüristik mimarlık arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını sorgulamaktır. Alan çalışması olarak Vincent Callebaut mimarlığı üzerine odaklanılmıştır. Çalışmada, geçmişten günümüze fütüristik ve biyomimetik mimarlık örnekleri incelendikten sonra, Callebaut'nun iklim ve çevre sorunlarına karşı ekolojik bir sorumlulukla ortaya koymuş olduğu fütüristik çalışmalarındaki biyomimetik yaklaşımlar tartışılmıştır. Elde edilen veriler ışığında, fütüristik mimari tasarımların biyomimetik kavramlarla morfolojik yaklaşımın ötesinde bir ilişkisinin olduğu ve Callebaut'nun fütüristik tasarımları üzerindeki doğadaki işleyişi taklit eden mimari yaklaşımlarının bugünün paradigmaları ile tartışmaya değer olduğu görülmüştür.

Bilim Kodu	:	80107
Anahtar Kelimeler	:	Fütürizm, Biyomimesis, Ekolojik mimarlık, Ütopik mimarlık, Vincent Callebaut
Sayfa Adedi	:	117
Danışman	:	Doç. Dr. Semra ARSLAN SELÇUK

A RESEARCH ON FUTURISTIC ARCHITECTURE WITH BIOMIMETIC PERSPECTIVE: UNDERSTANDING OF VINCENT CALLEBAUT ARCHITECTURE

(M. Sc. Thesis)

Ceyhan ÇAKMAKLI

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2020

ABSTRACT

New technologies and mechanization have become an integral part of humanity's projection of society and its built environment along with the Futurism movement that emerged in Italy in the early 20th century. Innovations in science and technology in the last century have formed the future visions in architecture. On the other hand, the current point of environmental pollution and ecological deterioration as a consequence of increasing industrialization made the usage of renewable energy resources and eco-friendly design approaches in architecture inevitable. The use of science and technology in architecture has begun to be questioned again for this purpose. “Biomimicry” which is one of eco-friendly design approaches, provides solutions to the problems of humanity by investigating many topics such as form, function, structure, movement, working principles, efficiency, sustainability and their places/relations in the ecosystem. It has been thought that, in terms of having the potential to produce innovative ideas with the help of science and technology, biomimetic approaches will not stay limited to today’s architectural requirements, but also be determinant in future design as well. In this context, the main motivation of this study is to question whether there is a meaningful relationship between biomimicry and futuristic architecture. The architecture of Vincent Callebaut has been focused as a case study. In this study, biomimetic approaches at futuristic projects of Callebaut, which he had produced by the ecological responsibility for climate and environmental issues, have been discussed after examining the examples of futuristic and biomimetic architecture from past to present. In the light of obtained data, it has been seen that futuristic architectural designs have a relationship with biomimetic concepts beyond morphological approaches, and Callebaut’s architectural approach, which mimics the mechanism of nature at him futuristic designs, has been found to be worth discussing with today’s paradigms.

Science Code	:	80107
Key Words	:	Futurism, Biomimicry, Ecological architecture, Utopic architecture, Vincent Callebaut
Page Number	:	117
Supervisor	:	Assoc. Prof. Dr. Semra ARSLAN SELÇUK

TEŞEKKÜR

Öncelikle tez çalışmam sürecinde, bilgi ve tecrübeleriyle her zaman yanımda olan, tezime ve akademik gelişimime katkı sağlayan, bu süreçte karşıma çıkan problemlerle ilgili beni yönlendirip her koşulda destekleyen, anlayışlı ve hoşgörülü tavrıyla beni her zaman cesaretlendiren çok kıymetli danışmanım Doç. Dr. Semra ARSLAN SELÇUK'a teşekkürü bir borç bilirim. Hayatımın her alanında maddi ve manevi desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen canım annem ve babam Fatma ve Salih ÇAKMAKLI'ya, kardeşim Ceyhun ÇAKMAKLI'ya ve başta sevgili arkadaşım Bilge KESER olmak üzere, beni bu süreçte yalnız bırakmayan dostlarım Simge KESER ve Mehmet Enes TOLGAY'a teşekkürlerimi sunarım.

Ceyhan ÇAKMAKLI
Mimar

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv

ABSTRACT v

TEŞEKKÜR vi

İÇİNDEKİLER vii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ ix

ŞEKİLLERİN LİSTESİ x

RESİMLERİN LİSTESİ xi

SİMGELER VE KISALTMALAR xiv

1. GİRİŞ 1

2. FÜTÜRİZM VE MİMARLIK 5

2.1. Ütopyalar ve Mimarlık 5

2.2. 20. Yüzyılda Fütürist Mimarlık 16

2.3. Günümüzde Fütürist Mimarlık 34

2.3. Bölüm Sonucu 40

3. BİYOMİMESİS VE MİMARLIK 43

3.1. Biyomimetik Uygulamaların Anlaşılması İçin Bir Çerçeve 45

3.1.1. Organizma düzeyi 48

3.1.2. Davranış düzeyi 51

3.1.3. Ekosistem düzeyi 55

3.1.4. Bölüm sonucu 58

3.2. Fütüristik Mimarlık Örneklerinde Biyomimesis 61

3.2.1. Bölüm sonucu 69

4. VINCENT CALLEBAUT MİMARLIĞI ÜZERİNE BİR İNCELEME 73

Sayfa

4.1. Ecocoon: Geri Dönüşüm İçin Deneysel Kentsel Çiftlik 74

4.2. Lilypad: İklim Mültecileri İçin Yüzen Bir Eko-Kent 76

4.3. Dragonfly: Kentsel Tarım İçin Metabolik Çiftlik 79

4.4. Physalia: Avrupa Sularını Temizleyen Yüzen Bahçe 83

4.5. Hydrogenase: Biyohidrojen Zeplin İçin CO_2 Dönüştüren Alg Çiftliği..... 87

4.6. Aequorea: Yedinci Kıtanın Çöplerinden 3D Basılmış "Okyanusdelen" 91

4.7. Nautilus Eco-Resort: Biyomimetik Öğrenme Merkezi..... 95

5. SONUÇ VE ÖNERİLER..... 99

KAYNAKLAR 105

ÖZGEÇMİŞ 113

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 2.1. 20. yüzyıl öncesi ütopyalarının analizi 40

Çizelge 2.2. 20. yüzyıl fütürist mimarisi analizi 41

Çizelge 2.3. Günümüz fütürist mimarisi analizi 42

Çizelge 3.1. Biyomimesis uygulamasının sınırları..... 47

Çizelge 3.2. Biyomimetik proje örnekleri karşılaştırması 59

Çizelge 3.3. Fütüristik mimarlık örneklerinde biyomimetik yaklaşımların incelenmesi 70

Çizelge 4.1. Ecocoon projesi değerlendirme tablosu 75

Çizelge 4.2. Lilypad projesi değerlendirme tablosu 78

Çizelge 4.3. Dragonfly projesi değerlendirme tablosu 82

Çizelge 4.4. Physalia projesi değerlendirme tablosu 86

Çizelge 4.5. Hydrogenase projesi değerlendirme tablosu 90

Çizelge 4.6. Aequorea projesi değerlendirme tablosu 94

Çizelge 4.7. Nautilus Eco-Resert projesi değerlendirme tablosu 98

Çizelge 5.1. Genel değerlendirme tablosu 100

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 1.1. Tez akış şeması 4

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim **Sayfa**

Resim 2.1. Atlantis kentinin yıkılışını anlatan "İmparatorluğun Yıkımı" isimli tablo, Cole Thomas, 1836 8

Resim 2.2. Thomas More'un Ütopya ülkesinin anlatıldığı gravür 9

Resim 2.3. Filarete tarafından tasarlanan *Sforzinda* planı 11

Resim 2.4. Leonardo Da Vinci tarafından tasarlanan kent 11

Resim 2.5. Leonardo Da Vinci tarafından tasarlanan kentin katmanları 12

Resim 2.6. Haliç Köprüsü çizimleri, Leonardo Da Vinci 12

Resim 2.7. Da Vinci Köprüsü, Oslo 13

Resim 2.8. (a) Newton Kenotafı, Boulle, (b) Chaux İdeal Kenti, Ledoux 14

Resim 2.9. New Harmony çizimi, Robert Owen 15

Resim 2.10. Phalanstere, Charles Fourier 15

Resim 2.11. *La Citta Nuova*, (a)Apartman ve (b)Tren Garı Binaları 20

Resim 2.12. La Citta Nuova, Güç İstasyonu 21

Resim 2.13. Dymaxion Evi, Buckminster Fuller 23

Resim 2.14. *Flying City*, Georgy Krutikov 24

Resim 2.15. Bir mil yüksekliğinde gökdelen, Fran Lloyd Wright 25

Resim 2.16. (a) *Ville Spatiale* ve kent ilişkisi (b) *Ville Spatiale* ve tarım alanları ilişkisi 26

Resim 2.17. Ville Spatiale'nin kent ve yeşil alanlar üzerine etkisi 27

Resim 2.18. Plug-in City, Peter Cook 29

Resim 2.19. Walking City, Ron Herron 30

Resim 2.20. (a) Yaşam Standardı Sunağı, (b) Un-house 31

Resim **Sayfa**

Resim 2.21. Triton City, Buckminster Fuller 32

Resim 2.22. Biyonik Kule, Javier Pioz 33

Resim 2.23. Dairesel Kent, Venüs Projesi 36

Resim 2.24. Gwanggyo Güç Merkezi, MVRDV 37

Resim 2.25. Skytable, Ayrat Khusnutdinov 37

Resim 2.26. Megamachines, Manuel Dominguez 38

Resim 2.27. Üç mil yüksekliğinde gökdelen, Arconic 39

Resim 3.1. Waterloo Uluslararası Terminali çatı örtüsü 48

Resim 3.2. Katar Kent ve Tarım Bakanlığı binası 49

Resim 3.3. Moxon Architects tarafından tasarlanan ofis binası 50

Resim 3.4. (a) Pangolinlerin tehlikelerden korunma davranışı, (b) Ağaç pangolinlerinin özelliklerinden esinlenen modüler kabuk sistemi 51

Resim 3.5. (a)Eastgate Merkezi, (b)Termit kulesi 52

Resim 3.6. Eastgate Merkezi ve termit tepeciğinin havalandırma sistemi 53

Resim 3.7. (a) CH2 Binası, batı cephesi, (b) CH2 Binası, kuzey cephesi 53

Resim 3.8. ICD/ITKE Araştırma Pavyonu 2014-2015 54

Resim 3.9. Zira Adası Master Planı, Bjarke Ingels 56

Resim 3.10. Zira Adası su döngüsü 56

Resim 3.11. Hygroskin – Meteorosensitive Pavilion 57

Resim 3.12. (a) BIQ Binası, (b) BIQ Binası cephe detayı 58

Resim 3.13. Sky-Terra Kuleleri, Joanna Borek-Clement 62

Resim 3.14. Green Float, Shimizu 63

Resim 3.15. Himalaya Su Kuleleri 64

Resim 3.16. Moleküler Kurgulu Ev gelişimi, John M. Johansen 65

Resim **Sayfa**

Resim 3.17. Hiper Filtre Gökdelen, Umarov Alexey 66

Resim 3.18. Hiper Filtre Gökdelen işleyiş şeması 67

Resim 3.19. (a)Gerridae, Joe Shi, (b)Su örümceği 68

Resim 3.20. Gerridae, Joe Shi 68

Resim 4.1. (a) Ecocoon projesi, (b) Tüylü koza 74

Resim 4.2. Lilypad projesi 76

Resim 4.3. (a)Lilypad projesi, (b) Amazonia Victoria Regia türü nilüfer bitkisinin kaburgalı yapısı 77

Resim 4.4. Dragonfly projesi 80

Resim 4.5. (a) Dragonfly projesi, (b) Yusufçuk böceği 80

Resim 4.6. Physalia projesi 83

Resim 4.7. (a)Physalia projesi, (b) Physalia physalis türü denizanası 84

Resim 4.8. (a) Hydrogenase projesi, (b) Çam ağacı dalları 88

Resim 4.9. Hydrogenase projesi 89

Resim 4.10. (a)Aequorea projesi, (b) Aequorea türü denizanası 91

Resim 4.11. (a)Nautilus Eco-Resort projesi, (b) Projedeki yapılara ilham veren deniz salyangozu 95

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	**Açıklamalar**
º	Derece
ºC	Santigrat Derece
%	Yüzde
CO_2	Karbondioksit
O_2	Oksijen
TiO_2	Titanyumdioksit
m	Metre
m^2	Metrekare
km	Kilometre
km^3	Kilometreküp
kg	Kilogram

Kısaltmalar	**Açıklamalar**
3D	Üç boyutlu
ETFE	Etilen Tetrafloroetilen
FAO	Food and Agriculture Organization
HVAC	Heating Ventilating and Air Conditioning
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OTEC	Ocean Thermal Energy Conversion
UNPD	Useful Nations Procurement Division

1. GİRİŞ

Çalışmanın amacı

Geleceğe yönelik toplumsal ve bununla birlikte gelişen mekânsal tasarım fikirleri insanlık tarihin başından beri süregelmektedir. Bu fikirler, insanlığın tarım devriminden sonra attığı ikinci büyük adım olan Sanayi Devrimi'nin sebep olduğu ve 20. yüzyılın başlarında İtalya'da ortaya çıkan Fütürizm akımıyla birlikte büyük bir değişime uğramıştır. Fütürizm akımı, feodal toplumdan sanayi toplumuna geçilmesi ile birlikte mimaride de yeni teknolojilerin ve makineleşmenin yer alması gerektiğini öngörmektedir. Bu düşünce bugün de, bilimsel ve teknolojik gelişmelerin son yüzyıldaki hızlı gelişimi ile birlikte sanat ve mimarlık başta olmak üzere tasarımın her alanında kendine yer bulmaktadır.

Günümüzde doğanın kaldıramayacağı sınırlara dayanan çevre kirliliği ve ekolojik dengenin bozulmaya başlaması ile mimarlıkta doğa dostu; doğadaki yaşamı, canlıları, organizasyonu ilham alarak doğayla uyum kurmuş; az tüketen, az zarar veren, geri dönüştüren, enerjisini yenilenebilir enerjilerden üreten tasarımlar ön plana çıkmaya başlamıştır. Bu esinlenmenin, biyoloji ve ekoloji alanlarındaki ilerlemeler sonucunda bugünün mimari gereksinimleri ile sınırlı kalmayıp, geleceğe yönelik tasarımlarda da belirleyici olacağı öngörülmektedir. Öyle ki Benyus'a (2002) göre bu öğrenme süreci farklı disiplinlerde yaygınlaşarak devam ederse önümüzdeki yıllarda "biyomimetik bir devrim" yaşanacaktır. "Bu devrimin teknolojisi, endüstriyel devrimin tersine doğa insan ilişkisini düzenleyecek ve gelecek kuşaklara aktarılabilecek sürdürülebilir çevrelerin yaratılmasında önemli bir rol oynayacaktır" (Arslan Selçuk ve Gönenç Sorguç, 2008).

Bu bağlamda bu çalışma ile amaçlanan, geçmişten günümüze kadar olan Fütürist mimari örnekleri ve biyomimetik yaklaşımla tasarlanmış projeleri araştırarak, bu araştırma ile elde edilen veriler ışığında bir örneklem çalışması olarak Belçikalı Mimar Vincent Callebaut'nun mimarlığı üzerine bir inceleme yapmaktır.

Çalışmanın kapsamı

Her ne kadar Fütürizm 20. yüzyılın başlarında ortaya çıkan bir sanat akımı olsa da bu tez çalışması, Fütürizmin tam olarak anlaşılabilmesi için, insanlığın tarihsel süreçte düşlediği

gelecek senaryolarına “ütopyalar” üzerinden değinerek başlanmıştır. Ardından 20. yüzyıl ve günümüze kadar olan Fütürist mimarlık yaklaşımları akımın öncü mimarlarının projeleri üzerinden incelenmiştir. Daha sonra biyomimetik bir yaklaşımla üretilmeye başlanan mimari örnekler incelenmiş ve biyomimetik anlayışla tasarlanan günümüz Fütürist mimarlık örnekleri sunulmuştur. Ardından bu alanda önemli örnekler ortaya koyan, küresel ölçekte ödüllerle üne kavuşmuş Callebaut’nun mimarlığı üzerine bir inceleme yapılmıştır.

Araştırma sorusu

Biyomimesis ve fütüristik mimarlık arasında anlamlı bir ilişki var mıdır? Bu iki kavramın temel prensipleri bir arada kullanılarak bir tasarım düşüncesi ve/veya tasarım ürünü oluşturulabilir mi?

Araştırmanın hipotezi

Biyomimesis ve fütüristik mimarlık arasında kavramsal bir bütünleşme potansiyeli vardır ve bu potansiyelin izlerini Callebaut’nun mimarlığı üzerinden okumak mümkündür.

Materyal ve Metot

Biyomimesis ve fütüristik mimarlık kavramlarına ait kuramsal bilginin ortaya konulması ve buradan elde edilen ölçütlerle Callebaut’nun mimarlığının nitel olarak değerlendirilmesi bu çalışmanın materyal ve metodunu oluşturmaktadır.

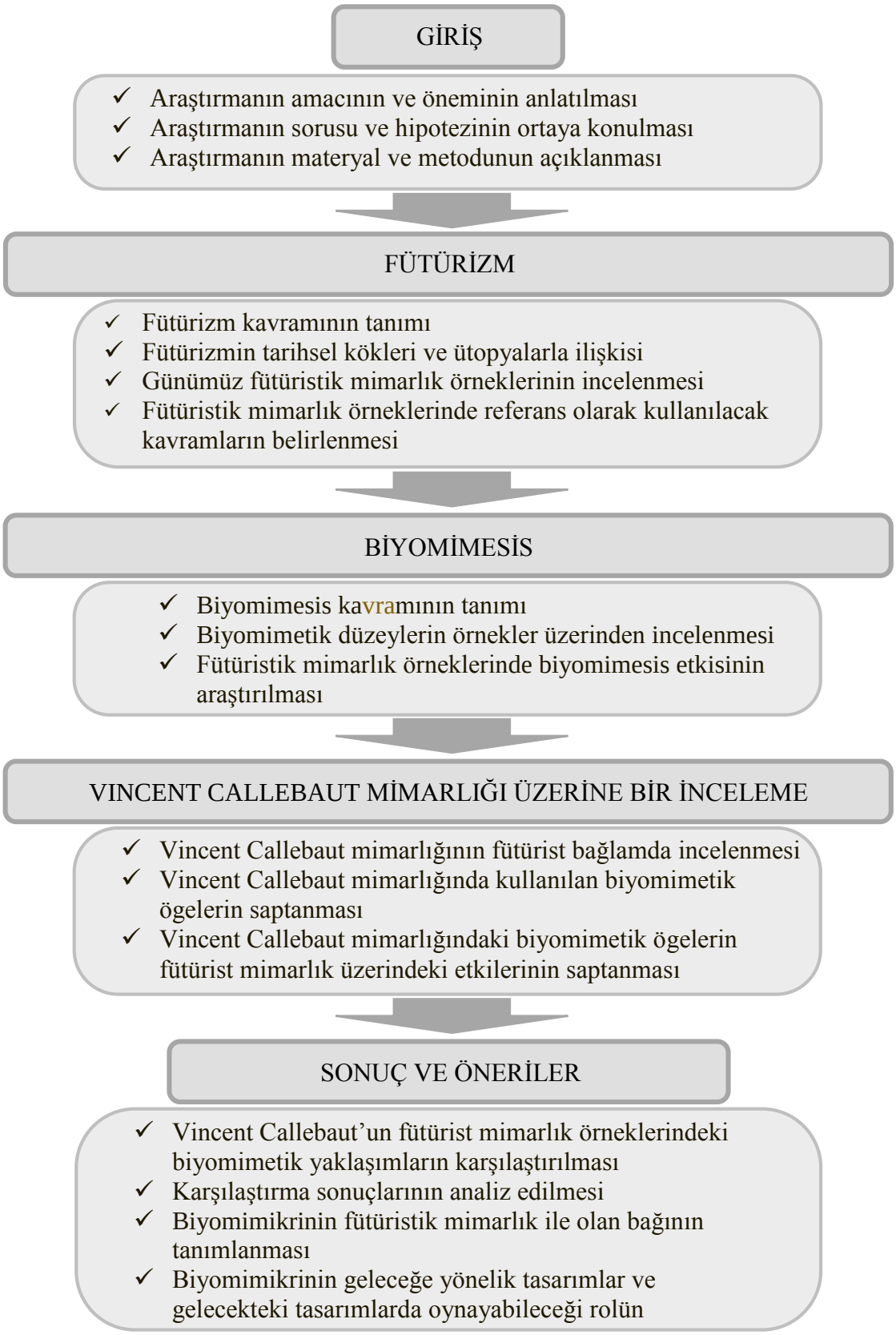
Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde araştırmanın amacı ve kapsamı üzerine açıklamalar yapılmaktadır. Bu doğrultuda araştırma sorusu ve hipotezi ortaya konulduktan sonra, araştırmaya dair elde edilen materyal ve bu materyalin alan çalışmasına nasıl katılacağını açıklayan metot açıklanmaktadır.

Tezin literatürünün ilk aşamasını oluşturan ikinci bölümde fütürizm kavramı ve fütürizmin mimarlık ile ilişkisi ele alınmaktadır. Kronolojik olarak 20. yüzyıl öncesi ütopyalar, 20. yüzyıl fütürist mimarisi ve günümüz fütürist mimarisi konuları etrafından incelenen fütüristik mimarlık örnekleri, bölüm sonunda analiz edilerek alan çalışması için fütüristik mimarlığın değerlendirme kavramları çıkarılmaktadır.

Literatürün ikinci aşaması olan üçüncü bölümde biyomimesis kavramı açıklanmaktadır. Ardından biyomimesisin tasarımlarda kullanım düzeyleri mimarlık örnekleri üzerinden verilerek biyomimesisin mimarlık ile ilişkisine dair çıkarımlar yapılmaktadır. Buradan elde edilen verilerle yazar tarafından seçilmiş altı adet fütüristik mimarlık örneğinde kullanılan biyomimesis uygulamaları değerlendirmeye alınmaktadır. Bölüm sonunda biyomimesisin fütüristik mimarlıkta kullanımının alan çalışmasında anlaşılması için bir ön değerlendirme yapılmaktadır.

Çalışmanın merkezini oluşturan dördüncü bölümde Belçikalı mimar Vincent Callebaut üzerine bir tanıtım yapılarak başlanmaktadır. Ardından seçilen yedi adet projesine dair veriler, mimara ait mimarlık şirketinin güncel internet sitesinden alınarak aktarılmaktadır. Bu doğrultuda, yazar tarafından oluşturulan bir proje değerlendirme tablosu üzerinden seçilen her projenin biyomimetik ve fütüristik öğeleri saptanmaktadır.

Çalışmanın son kısmını oluşturan sonuç ve öneriler bölümünde yazar tarafından fütürizm ve biyomimesis kavramlarının değerlendirilmesi için seçilen mimarın projelerinin karşılaştırılmaları yapılmaktadır. Bu karşılaştırma doğrultusunda Callebaut'nun doğanın sunduğu tasarım fikirlerini ürettiği fütüristik mimarlık örneklerinde ne derece etkin kullandığına dair bir saptama yapılmaktadır. Elde edilen saptama ışığında araştırmanın hipotezi sınanmakta ve bu sınama doğrultusunda yazar tarafından biyomimesis ve fütüristik mimarlık ilişkisinin araştırılmasına dair öneriler ortaya konulmaktadır. Tüm bu akış Şekil 1.1. deki şema ile özetlenmiştir.



Şekil 1.1. Tez akış şeması

2. FÜTÜRİZM VE MİMARLIK

Endüstrileşen toplum, kentlerin büyümesi ve doğal çevrenin kirlenmesiyle birlikte ortaya çıkan sorunlar, fütürizmin yalnızca şekilci ve ideolojik bir sanat akımı olarak kalmamasını sağlamış; bu sorunların ortadan kaldırıldığı kent ütopyalarının geliştirilmesinde modern mimarlığın merkezinde yerini almıştır.

Fütürist düşünceler, 20. yüzyılda teknolojik ve bilimsel üretimdeki atılım ile evrim geçirmişlerdir. Teknolojinin ve makineleşmenin, geleceğin dünyasının ayrılmaz bir parçası olacağını; güzellik ve estetiğin, hız ve devinimde bulunacağını savunan İtalyan fütüristleri, fütürizmi başta mimarlık olmak üzere pek çok alanda bir sanat akımı olarak benimsemişlerdir.

Tezin bu bölümünde fütürizm ve biyomimesis kavramlarının mimarlık ile etkileşimi ve tarihsel süreçleri hakkında bir literatür taraması ortaya konulmaktadır. Fütürizm kavramı için, 20. yüzyıl öncesi ütopyalardan başlanarak günümüze kadar olan fütürist mimarlık örnekleri incelenmiştir.

2.1. Ütopyalar ve Mimarlık

Fütürizmin temelinde gerçek ötesi dünyalar hayal edebilme becerisi yatmaktadır. İnsanlığın bu hayallerine dair en eski kaynaklar yazıya dökülmüş efsanelerdedir. Bu efsaneler zamanla yerini tek tanrılı dinlerin egemenliğine bırakmışlardır. Hayalleri, dinin boyunduruğu altından kurtarmaya yönelik yeni bir tür olan ‘ütopya’ kavramı, ancak aydınlanma fikirlerinin etkisindeki 1500'lü yıllarda ortaya çıkmıştır. Farklı ideolojilerin çoğalmasıyla beraber sayıları oldukça hızlı bir artış gösteren ütopyalar, bilimin önerdiği neden-sonuç ilişkilerini de bünyelerine katmaları sayesinde fütürizmin gelişiminde önemli bir basamak olmuşlardır (Özakın, 2001).

İdeal kent, ideal toplum ve toplumsal düzene yönelik ideolojik düşünceler, insanoğlunun var olduğu tüm süreçlerde karşımıza çıkmaktadır. Mutlu, yaşanabilir ve eşit bir toplum düzenine sahip bir kent hayali, Antik Çağlardan beri düşünülmektedir. Bu bağlamda, düşünsel açıdan

zengin çağrışımlara sahip alanlarından biri olarak ütopya kavramı devreye girmektedir (Sekman, 2017).

Daha iyiye dair bir arayış olan ütopya, hoşnutsuzluk duyulan şimdiki zamanı, ondan daha iyi olduğu düşünülen geçmişin veya geleceğin hayali görüntüsüyle değiştirmek olarak tanımlanabilmektedir (Dostoğlu, 2001). İlk defa 1516 yılında Thomas More'un yazdığı aynı adlı eserinden kullanılan kelime, Latince "*eu*" (iyi), "*ou*" (yok), "*topos*" (yer) kelimelerinden türetilmiştir (Reiner, 1963). "*Eutopie*" (iyi yer) ve "*outopia*" (olmayan yer) arasındaki belirsizlik, "bazen iyi ve büyük olasılıkla elde edilebilir sosyal sistemler ve bazen de istenen fakat elde edilemeyen mükemmellik fantezileri" şeklinde ütopyaya yansımıştır (Emerson, 1973).

Gelecekteki yaşam düşüncesi üzerine fikir üretmenin en etkili araçlarından olan ütopyalar, insan için ideal bir çevre beklentisini ifade ederler. Yazıldıkları dönemin problemlerini yansıttıklarından, günü değerlendirmede başvurulacak kaynaklardandırlar. Ütopyalar ortaya koydukları yaşam fikrinde mimari çevreye de yer vermiş, günümüz teknolojisi ve mimarlığının oluşmasında da büyük rol oynamışlardır. Roloff ve Seesslen'e (1980/1995) göre ütopya; bilimsel olduğu kadar, bilim öncesi araçlarla da hayata geçirilmeye çalışılan ve bilimsel bir kuram üzerinden sonuçta pratiğe dönüşmekten başka hedefi olmayan, toplumsal-politik bir tasarım, bir proje olarak tanımlanmaktadır.

Ütopyaların ilham kaynağı, insanın, adaletin hâkim olduğu bir toplumsal sistemde mutlu yaşamaya layık olduğu inancıdır. Tüm ütopyaların çıkış noktası, yazarının çağın olumsuz toplumsal koşullarına karşı gösterdiği tepki ve bu olumsuzlukların yerine arzulananı koyacak bir seçenek geliştirme çabasıdır (Bezel, 1993).

Ütopyalar, üretildiği dönemin özelliklerini yansıtan alternatif yaşam biçimleri önermektedirler. Tasarımcı, içerisinde yaşadığı sorunlu düzenden yola çıkarak, belirsiz olan bir tarih veya yerde pozitif bir kurgu yaratmaktadır. İçinde bulunduğumuz toplumda var olan savaş, yoksulluk ve sınıf mücadelesi sorunları, bu kurguda bulunmamaktadır. Ütopyalarda, adaletin ve eşitliğin hüküm sürdüğü bir toplum yapısından bahsedilmektedir (Erdem, 2005). Yüksel'e (2012) göre ütopyalar üretildikleri toplumun sorunlarını kendilerine özgü bir şekilde ifade etmekte ve bu sorunlara çözüm yolları aramaktadırlar. Özel mülkiyetin kutsanmasını reddeder, ortak mülkiyete vurgu yapmaktadırlar. Çalışmadan refah içerisinde

yüzen, asalak sınıflara karşı emeği yüceltmektedirler. Eşitlik ve özgürlük düşünceleriyle ortaya çıkan ütopyalar ve kendilerinden sonraki dönemlerde pek çok toplumu etkilemişlerdir. Ütopyaların insanlığın ilerleyişi için oluşturduğu itici güç ve geleceğe dönük söylemleri, vazgeçilmez bir kavrama dönüşmelerini sağlamıştır.

Felsefe, sosyoloji, din, politika gibi alanlarda üretilen ütopyalar; özellikle Aydınlanma Dönemi ile birlikte daha çok edebi metinler içerisinde hayat bulmaktadır. Aydınlanma Çağıyla birlikte yükselen pozitivizm, bilimsellik ve determinizm kavramları, ütopya anlatılarının, edebiyat çerçevesinde gelişmesine zemin hazırlamaktadır (Altıok, 2017).

Ütopya kavramının temeli Yunan şairi Homeros'a kadar götürülebilir. Homeros, çalışma ve savaşlardan uzak, bolluk içerisinde bir hayat sürülen ve her daim bayramların kutlandığı bir adadan bahsetmektedir. Bunun ardından da Platon'un Devlet'i gelir (Sevinç, 2005). Aslında Platon'un Devlet'i, tür olarak edebî yapının dışında sayılmaktadır. Bu eserin, felsefî bir ütopya olarak değerlendirilmesi daha doğru olmaktadır (Olgun, 2010). Modern ütopyanın kurucusu kabul edilen Platon, ideal devletle birlikte ideal kenti de tasvir etmiştir. Ütopyada kent olgusunun ele alınmasının altında ideal bir toplumun ancak kentsel ölçekte var olabileceği inancı yatmaktadır. Bu nedenle ütopya, kentin dışında bir yerlerde değil, merkezinde ideali aramaktadır (Sekman, 2017).

Tarihin ilk ütopya anlatılarından bir diğeri Platon'un ustalık eserleri olan *Timaios* ve *Kritias* metinlerinde bahsi geçen Atlantis kentidir (Resim 2.1). Öyküsünün kaynağı Mısır olan kente dair anlatımlar, sonraki dönem ütopyaların biçim ve içeriklerinde esin kaynağı olmuştur (Coşkun, 2004). "Mitolojiye göre Atlantis, iç içe geçen deniz ve kara parçası halkalarla korunmaktadır. Efsanevi bir limanı, kapılarla, kulelerle korunan köprüleri, yeraltı havuzları vardır. Evler beyaz, siyah ve kırmızı taslarla yapılmıştır. Kral sarayı altın bir çitle çevrilidir." (Demirkan, 2000).



Resim 2.1. Atlantis kentinin yıkılışını anlatan "İmparatorluğun Yıkımı" isimli tablo, Cole Thomas, 1836 (URL-1)

Ortaçağ karanlığının ardından, coğrafi keşifler ve aydınlanma fikirlerinin etkisi altındaki 15. yüzyılda Avrupa'da Rönesans ortaya çıkmıştır. Kilisenin egemenliğinin akıl yoluyla bertaraf edildiği böyle bir dönemde Thomas More tam adı "*De Optimo Reipublicae Statu Deque Nova Insula Utopia*" (Yeni Ada Ütopya'da İşlerin Nasıl Olması Gerektiği Hakkında) olan eserini yazmıştır (Özen, 2006). Atakan'a (2016) göre Platon'un ütopyasını kent ile ilişkilendirmesi gibi, Thomas More da ütopyasını bir ada üzerine kurgulamıştır. More, Platon gibi ilk olarak devletin sahip olması gereken mantıksal temelleri sorgulamış ve ideal devlet fikrini hali hazır bir biçimde hayal etmiştir. Bize insanların mutlu yaşadığı, işleriyle ya da zevkleriyle uğraştıkları bir kurgu dünyadan görüntüler sunmuştur.

Kitapta anlatılan Ütopya Adası 200 mil çapında bir hilal şeklindedir (Resim 2.2). Bu ada ülkesinde birbirinin aynısı ve günlük yürüme mesafesinde toplam 54 kent bulmaktadır. Her 50 aileden oluşan gruplar kendilerine bir yönetici seçmektedirler. Kenti oluşturan beldelerin tümünde dört mahalle bulunmaktadır. Her mahallede bir çarşı bulunmaktadır ve ailelerin liderleri ihtiyaçlarını bu çarşılardan karşılamaktadırlar. Yemekler toplu olarak yenmektedir. Yemeklerden sonra müzik dinleme, satranç ve dama oynama gibi etkinlikler düzenlenmektedir. Her Ütopyalı tarım ve zanaatla ilgilenmektedir; ticaret ise yapılmamaktadır. Tüm vatandaşlar tek tip kıyafet giymekte ve günde altı saat çalışmaktadır. Akşam saat sekizden sonra, şafak sökene kadar uyunmaktadır. Ertesi gün edebi, bilimsel ve

sanatsal konferanslarla başlamakta ve belirlenen bir program dâhilinde devam etmektedir (Özen, 2006).



Resim 2.2. Thomas More'un Ütopya ülkesinin anlatıldığı gravür (URL-2)

Kitapta bahsi geçen başkent Amaurote'da (sisler kenti) evler yan yana dizilmiş şekilde, bir bütün olarak durmaktadırlar. Her evin önünde bahçeleri vardır ve bahçeler sokağa bakmaktadır. Su geçirmez teras çatıları olan evlerin ve pencerelerinde cam ya da verniklenmiş ve yağlanmış ipek bulunmaktadır (Babaoğlu, 2004). Kentte mülkiyet ortaktır. Konutlar, on yılda bir kura ile birlikte değiştirilmekte ve herkes yeni konutuna yerleşmektedir. Kare biçimindeki kentlerin sokakları düzenli ve ulaşım kolaydır. Bütün konutlar birbirinin aynısıdır (More, 2011).

More'un ütopyasını incelendiğinde, içinde bulunduğu zamandan bağımsız olarak değerlendirmek mümkün olmamaktadır. Etimolojik tanımı açısından, hem iyi olan hem de olmayan yeri tarifleyen bir kurgu üzerinde şekillendirilmiştir. Olmayan bir yeri betimlerken aslında dönemin İngiltere'sine karşı bir öneri ile yola çıkmıştır. Ülkesinin karışıklık

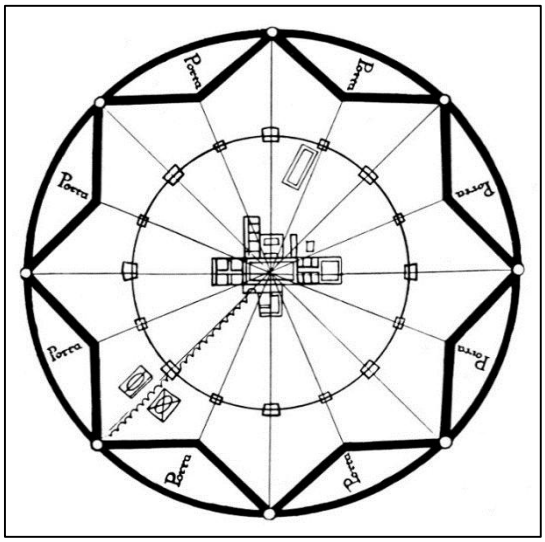
içerisindeki sosyal yaşamına karşı, durağan hayatı ve sosyal uyumu kurgulamayı amaçlamıştır (Ülker, 2011).

Ütopya sözü edildiği üzere, var olmayan ancak var edilebileceğine inanç duyulan, mevcut olumsuz koşulların akıl yoluyla ortadan kaldırıldığı 'iyi bir yer' kavramını çağrıştırmaktadır. More'un Ütopyasından sonraki dönemde yazılan Campanella'nın Güneş Ülkesi, Bacon'ın Yeni Atlantis'i, gibi örnekler de, mevcut toplumsal düzenin kusurları karşısında ideal toplum düzeni öneren ütopyalar olarak kendilerini göstermektedirler (Özen, 2006).

Ütopya fikirlerinin yayılmasında Aydınlanma Dönemi büyük rol oynamıştır. Ortaçağ'dan sonra kilise baskısından kurtulmayı başaran düşünce ve yaşamla birlikte rasyonalist dönem başlamış, bu sayede sanat, mimarlık ve bilim alanlarında çok sayıda ürün verilmiştir. "Rönesans yeni topluma yeni düşünceler getirirken, ütopyaya götürecek yeni heyecanlar da getirmiştir" (Hasol, 2000).

"Düşünürler, yazarlar ülkelere ve toplumsal düzene ilişkin ütopyalar geliştirirlerken, mimarlar da kentleri, kent parçalarını ve binaları ele aldılar" (Özer, 2000). Toplumsal, ekonomik ya da teknolojik nedenlerle gerçekleştirilmeleri olanaksız görülen, aklın, mantığın sınırlarını zorlayan projeler, ütopik mimarlık kapsamına girmektedirler. Bu projeler genelde kenti ve yaşamı değiştirmeyi, ideal bir dünya düzeni kurmayı amaçlamaktadırlar (Hasol, 2000).

Rönesans döneminde düşünsel olarak ortaya koyan mimarlık ürünleri daha çok kent tasarımı ölçeğindedir. Bu dönemde ortaya konan mimarlık ütopyaları, "Rönesans döneminin ideal kent tasarımları" ismi ile anılmaktadır (Alsaç, 1978). Bu ütopyaların öncülerinden birisi, İtalya'da Filarete adı ile bilinen Antonio di Pietro Averlino tarafından 1460 - 1465 yıllarında yazılan "*Trattato d'architettura*" kitabında geliştirilmiştir. Filarete, kitabında Milan şehrinin dükü Francesco Sforza'nın onuruna "*Sforzinda*" olarak adlandırdığı ideal bir kente yönelik fikirlerini sunmaktadır. Birbiri üstüne çapraz olarak konumlandırılmış iki adet kareden oluşan kent planı, sekiz köşeli bir yıldız şeklindedir (Resim 2.3). Savunma açısından fayda sağlayacağı düşüncesiyle tasarlanan bu planlamaya göre, kent surlarının hiçbiri düşman saldırısı sırasında silahlara dik bir yüzey göstermemektedir. Ortaya konan kent planlamasında, ışınsal yollar önemli yapıların konumlandığı kent merkezinde birleşmektedir (Şimşek, 2019).

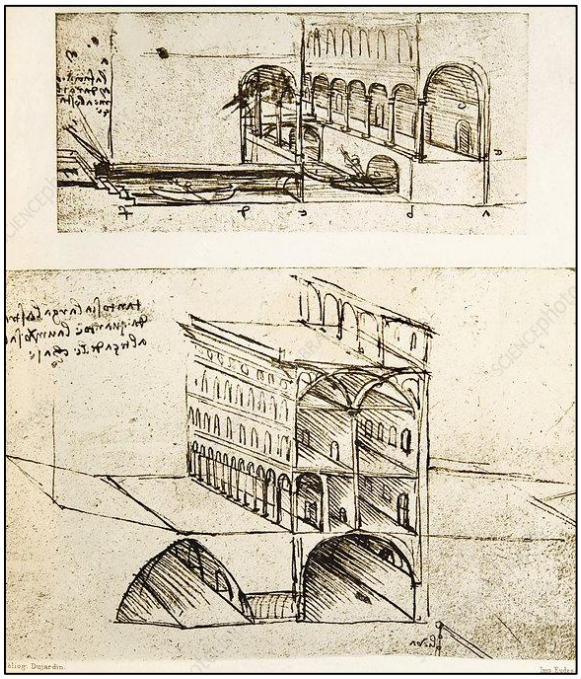


Resim 2.3. Filarete tarafından tasarlanan *Sforzinda* planı (Alsaç, 1978)

Rönesans'ın en önemli isimlerinden olan, sanatsal üretiminin yanında çeşitli alanlardaki araştırmaları ve icatlarıyla da bilinen Leonardo da Vinci, şehircilik kuramına dair önemli fikirlerine "*Codex Atlanticus*" isimli eserinde değinmektedir (Resim 2.4). Kentin içerisinden altı ya da sekiz kola ayrılarak geçen bir ırmak üstüne kurulmasını öne süren Da Vinci, kentin su gereksiniminin karşılanması ve temizlenmesi problemlerini çözmeye çalışmıştır. Kenti içi ulaşımın farklı katmanlarda tasarlandığı ilk örneklerdendir (Resim 2.5). Planlamaya göre en alt katmanda su ulaşımı, yükleme, ahır ve kanalizasyon işlevleri yer almaktadır. Bir üst katmanda ise atlı ve araba trafiği bulunmaktadır. Kentin elitlerinin oturacağı düşünülen üçüncü katman ise tamamıyla yayalara ayrılmıştır (Alsaç, 1978).

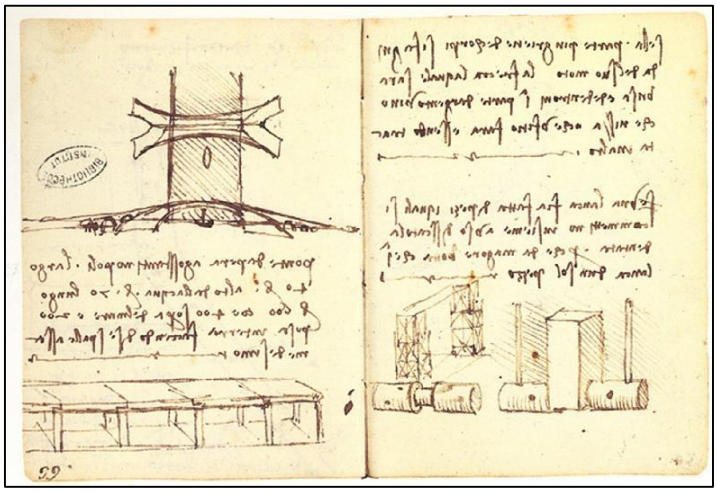


Resim 2.4. Leonardo Da Vinci tarafından tasarlanan kent (URL-3)



Resim 2.5. Leonardo Da Vinci tarafından tasarlanan kentin katmanları (URL-4)

Leonardo Da Vinci 1502 yılında Sultan II. Bayezid'e bir mektupla Haliç'e 240 metre uzunluğuyla dünyanın en büyüğü olacak bir köprü projesi önerisi olduğunu bildirir (URL-5). Resim 2.6'da eskiz çizimleri yer alan preslenmiş yay, parabolik hat ve kilit taşı kemeri olmak üzere üç temel geometrik prensiple kurgulanan köprü Sultan tarafından onay alınamayınca rafa kaldırılmıştır. O dönemin koşulları için ütopya olan bu tasarımdan esinlenen daha küçük bir köprü, 2001 yılında Norveç'te "*Vebjorn Sand Da Vinci*" projesi kapsamında yapılmış (Resim 2.7), bu sayede beş yüz yıl sonra Da Vinci'nin projesi gerçekleştirilmiştir (Özen, 2006).



Resim 2.6. Haliç Köprüsü çizimleri, Leonardo Da Vinci (URL-6)

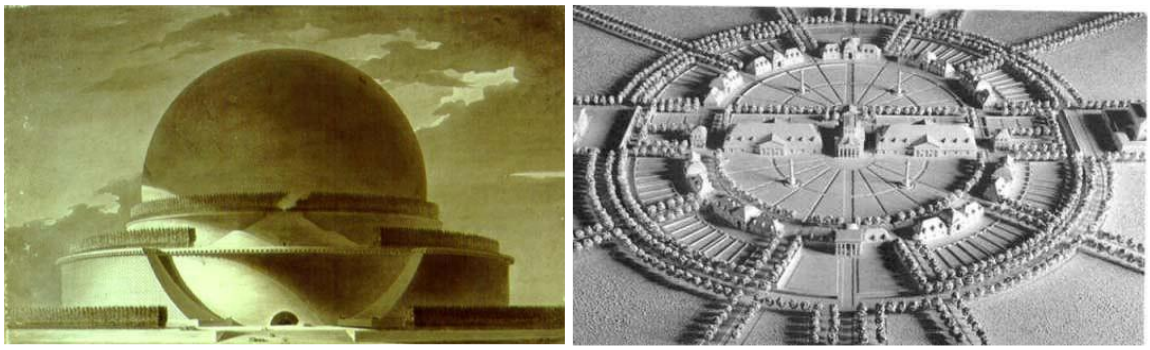


Resim 2.7. Da Vinci Köprüsü, Oslo (URL-7)

18. yüzyılın sonlarına kadar yalnızca bir düşünce ürünü olan "klasik ütopya", sonraki dönemlerde tamamen yeni bir düzen kurgulamayı amaçlayan "aktivist ütopya" şekline dönüşmüştür (Rowe ve Koettner, 1978). Diğer bir ifadeyle, şimdiki zamanı baştan inşa etme arzusu, 18. yüzyıl sonlarında, iyi formüle edilmiş bir eylem planına dönüşmüştür (Dostoğlu, 2001).

"1789 Fransız İhtilali'nin ardından da ütopyalar gelmiştir. Boullee ve Ledoux 18. yüzyıl sonlarında ütopik mimarlığın Fransa'daki önemli adları olmuşlardır."(Hasol, 2000). Etienne-Luis Boullee, o zaman için inşası mümkün olmayan küre, silindir, piramit gibi formlarda projeler geliştirmiştir. Resim 2.8'de görseli yer alan *Newton Kenotafı* adlı projesini 1784'te spekülatif bir anlayışla tasarlamıştır (Babaoğlu, 2004).

Claude Nicolas Ledoux'nun tasarımları da yalnızca tasarım aşamasında kalarak gerçekleştirilememiştir. Doğayla uyumlu ve sade bir yaşama dönülmesi için J.J. Rousseau'nun yazdıklarından etkilenen Ledoux, eşitlikçi sosyal reforma ulaşılabilmesi için mimarlığı bir araç olarak görür. "Chaux" adını verdiği ütopik kent tasarımını (Resim 2.8) 1804'te görkemli bir yayınla açıklamıştır (Hasol, 2000).

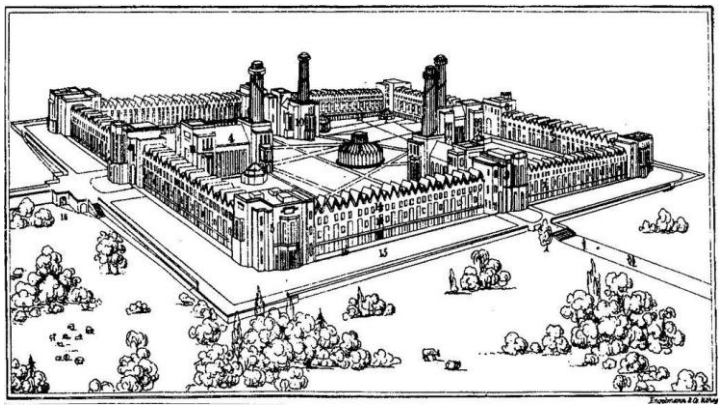


(a) (b)

Resim 2.8. (a)Newton Kenotafı, Boulle (URL-8), (b)Chaux İdeal Kenti, Ledoux (URL-9)

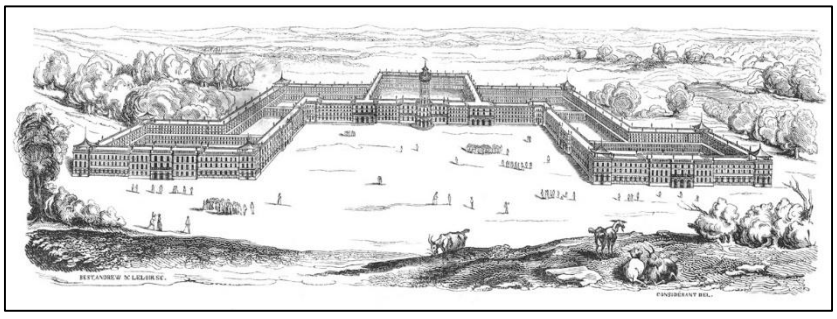
18. yüzyılın sonunlarından 19.yüzyıl ortalarına kadar geçen süreçte üretilen ütopik projelerde, fiziksel ve sosyal faktörlere eşit yer verilmektedir. Bu dönemde üretilen ütopyalarda iki farklı bakış açısı göze çarpmaktadır; bunlardan birisi William Morris'te görülen 'Nostaljik Bakış', diğeri ise Robert Owen ve Charles Fourier gibilerin öncülüğündeki 'Geleceğe Bakış' olarak tanımlanmaktadır. Nostaljik bakış yaklaşımında, endüstri öncesi kente ve geçmişe özlem duyulmaktadır. Owen ve Fourier ise verimlilik, fiziksel sağlık, hijyen ve teknoloji gibi geleceğe yönelik önerilerde bulunmaktalardır. Onların ütopyalarında ideal kentlere yönelik fikirler yatmaktadır. Bu kentlerdeki sağlık koşulları, ekonomik koşullar ve mimari yerleşme, ütopyayı kurgulayanın ideal olarak tanımladığı bir düzene göre düşünülmektedir (Arslan, 2006).

Ak'ın (2006) aktarımına göre endüstri kenti üzerine fikir geliştirmiş olan ilk kişi Robert Owen olmuştur. Owen tarafından kurulan iki ideal kent, "*New Lanark*" (1817, Indiana) ve "*New Harmony*" (1825, İskoçya) olarak adlandırılmıştır. Owen'ın ideal toplumu; hem kırda hem de fabrikada çalışmakta ve kendisine yeten bir toplum olarak ortaya konmuştur. İdeal yerleşim modeli ise bu toplum için tüm zorunlu hizmetlerle donatılmış bir şekilde kurulacak, toplu yaşam öneren bir köy yerleşkesi olarak kendini göstermektedir. "*New Harmony*", yarı yarıya kırsal yaşam düzenine bağlı olarak 100 - 150 hektarlık bir araziyle çevrilmiş ve her biri için 1000-1200 kişi barındırabilen, kare formunda düşünülmüştür (Resim 2.9). Dörtgenin kenarlarında; tüm özel konutlar, yetişkinlere ait yatak ve oturma odaları, bakım altındaki çocukların ortak kullandığı yatakhaneler, çeşitli mal ve ürünler için depolama alanları ve ambarlar, bir adet otel ve bir revir yer almaktadır. Okullar, ibadet mekanları, mutfak ve yemekhane ise orta kısımda yer almaktadır. Owen'ın bu girişimi; ekonomik sorunlar ve iç anlaşmazlıklar sebebiyle başarısızlıkla sonuçlanmıştır.



Resim 2.9. New Harmony çizimi, Robert Owen (Ak, 2006)

Fourier ise Owen'ın önerisinden farklı olarak birbirinden ayrık konutlar yerine bütün aktivitelerin toplandığı, büyük bloklardan oluşan binalar önermiştir. Bu önerinin temel sebebi ise tek ve küçük yapılarda oturmanın bedelinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. "*Phalanstere*" (Resim 2.10) adı verilen projenin büyük blokları içerisinde; yaşlılar zemin katta, çocuklar ara katta, yetişkinler ise üst katta konumlanmaktadır. Böylece tüm yapılar zemin kattan bağımsız olarak en az 3 kat ve bir de çatı katına sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Bireyler, üst katlardaki dairelerde konaklıyorlarsa da uyku zamanı dışında birlikte yaşam sürmekte, birçok salonda bir araya gelmekte ve ortak mutfağı kullanmaktadırlar. "*Phalanstere*", bütün yıl boyunca havalandırılması sağlanan, kışın ısıtılan, yazın ise serinletilen sokak galerileri barındırmaktadır. Ulaşım, tamamıyla kapalı olan bu sokaklar ve tüneller yardımıyla sağlanmaktadır (Ak, 2006). Kentin birbirinden bağımsız geniş yeşil alanlarla ayrılmış olan üç ana kuşaktan oluşmasını öneren Fourier, bu kuşakların ilkine merkez kenti, ikincisine mahalleler ve büyük fabrikaları, üçüncüsüne ise geniş caddeler ve banliyö alanları konumlandırmıştır (Yüksel, 2012).



Resim 2.10. Phalanstere, Charles Fourier (URL-10)

Owen ve Fourier, ikisi de, planlamada ilk hamle olarak kent ve kır arasındaki çizgiyi kaldırmayı, ikincil olarak ise topluluğu büyük bir aile olgusu altında toplayıp, kişilerin ve ailelerin fiziksel yalıtılmışlığına çözüm bulmayı amaçlamışlardır (Kahya, 2007).

Bu örneklerden de görüldüğü üzere, Hasol (2000), bulunduğu çağda ütopik kabul edilen tasarımların, bilim ve teknikteki gelişmelerle sonraki dönemlerde uygulanabilir olabildiğini vurgulamaktadır. Özen'e (2006) göre ütopya anlayışının mimarlığa asıl katkısı budur. Gelecek perspektifiyle tasarlanan öneriler, aslında olası sorunlar için önceden üretilen çözümler niteliğindedir. Bunun yanında günümüze yaklaştıkça, ütopyaların yapım teknolojilerine pozitif yönde bir ivme kazandırdığını söylemek te mümkündür.

Sosyal yaşamın mimarlık ile olan somut ilişkisi ütopyalarda her zaman önemli bir yer edinmiştir. 21. yüzyılın başlarında ortaya çıkan Fütürizm akımı ise gelecek öngörülerine yeni bir boyut kazandırmıştır. Teknolojik gelişmelerin sanatta dikkate alınması gerektiğini vurgulayan Fütüristler, makineleşmenin insanlığa mutluluk getireceğini düşündüler. 20. yüzyıl ütopyalarının tümünde teknolojinin ortak olarak var olduğu görülmektedir. Endüstrileşme ile meydana gelen değişimler, tasarım alanında yeni arayışlara yol açmış, kentler yeniden sorgulanmaya başlanmıştır. Fütüristlerin ortaya koyduğu kent önerileri 20. Yüzyılın ütopyalarının önemli örneklerindendir (Sarıgül, 2008).

2.2. 20. Yüzyılda Fütürist Mimarlık

20. yüzyıla gelindiğinde, ütopyalardaki ideal toplum kurgusunun temelini mimarlık ve kent planlamanın oluşturduğu görülmektedir. Bu yüzyılda mimarlar ve kent plancıları ideal yaşamı; binalarda, sokaklarda ve meydanlarda kurgulamışlardır. Bu dönem gerçekleşen tasarımlar ve ütopyalar arasındaki bağların kuvvetlendiği bir zaman olarak tanımlanabilmektedir (Yüksel, 2012). Kentleşme üzerine fikirler ortaya koyanlar, kentsel düzenin mevcut anlayışla gelişebilmesinin mümkün olmadığını vurgulamışlardır (Olgun, 2010).

20. yüzyılda ortaya konulan ütopik tasarımlar, geleneksel ütopyalardaki gibi ideolojik söylemlerin baskınlığı yerine, teknoloji ile birlikte vücut bulan, yenilikçi fiziksel çevreler önermişlerdir. Teknoloji merkezli kurgulanan tasarımlarda, sosyal hayatın teknolojik gelişmelerle sağlanan refah ile düzene gireceği öngörülmüştür (Kahya, 2007).

Endüstrileşmeyle birlikte meydana gelen sağlıksız çevrelere çözüm bulmak amacıyla, doğa ve birey arasında yeni bir ilişki tahsis edilmesi fikri oluşmuş ve teknoloji, bu amacın gerçekleşmesi için bir araç olarak görülmüştür (Ak, 2006). Teknolojinin sembolü olan makineler, endüstri devrimi sonrası oluşan modernite düşüncesi ile birlikte mimarlık ortamını derinden etkilemeye başlamıştır (Arslan, 2006).

Bu düşüncelerin etkisiyle, 20.yy.ın başında yeni yaşamı ve teknolojiyi öznesi kabul eden, hareketi ve dinamizmi merkezine alan ve geleneksel kuralları yıkma amacı güden bir sanat akımı olan Fütürizm, geleceğe yönelik bir özlem ve teknolojik gelişimin sürekliliğine ilişkin bir inanca dayanır (Şimşek, 2009). Hız kavramını sanatsal yaklaşımlarının merkezine koyan Fütüristlerin, moderniteyi neredeyse hız kavramıyla özdeşleştirmeleri, çağdaşlarının çoğundan daha belirgin ve devrimci bir değişim ve algı kavramına ulaşmalarını sağlamıştır (Sarıgül, 2008). Külahoğlu (1985), çağın değişimini, gelişimini ve hızını hisseden, yüzyıla damga vuracak teknolojideki ilerlemelerin etkilerini önceden sezen, modern hayatın topluma sunduğu alternatifleri gören fütüristlerin, bu yeni yaşamın karşısında saygıyla eğildiklerinden söz etmektedir.

Fütürizm felsefesi, modern fizik kuralları etkisinde gelişir. Albert Einstein'ın 1905 yılında yayınladığı "Hareketli Cisimlerin Elektrodinamiği Üzerine" makalesi, insanın evreni algılayışında bulunduğu yere ve gittiği hıza bağımlı olan durumunu belirler (Kortan, 1984). 1908 yılında matematikçi Hermann Minkowski; "Sadece mekân ya da sadece zaman artık geçerli değildir; ancak bu ikisinin bir çeşit beraberliği onların varlıklarını koruyacaklardır." diyerek yeni bir teori ortaya koyar (Giedion, 2008). Fütüristlerin bu kavramlardan etkilenmesini J. Bronowski (1975); "Fütürist ressamlar fizikçilerin kafasını kurcalayan konulara yakın konular seçiyorlardı. Manifestolarında şöyle denilmekteydi: Devinen nesneler, tıpkı boşluktan akıp geçen titreşimler gibi çoğalır ve kendi biçimlerini değiştirip bozarlar." şeklinde açıklar.

1909 yılında İtalyan şair Marinetti'nin yayınladığı "Fütürizm Manifestosu" metni ile ilan edilen akım (Özer, 2000); edebiyat, resim, heykel, mimarlık, endüstriyel tasarım, fotoğrafçılık, müzik, sinema ve tiyatro gibi birçok alanda kendini göstermiştir (Kayın, 2009). Yaşamın sürekli değişim halinde olduğunu, sanatın da yerleşik tüm kurallarını bırakıp yeni biçim ve anlatım yolları yaratarak bu değişime ayak uydurması gerektiğini savunmuştur.

Paris'te *Le Figaro* gazetesinde yayınlanan manifestoda yer alan şu cümleler fütürizmin estetik değerlerini açıkça sergilemektedir:

"Dünyanın muhteşemliğinin yeni bir güzellik tarafından daha da zenginleştirildiğini onaylıyoruz: hızın güzelliği. Patlayıcı nefesli bir yılan gibi kaportası, büyük borularla süslenmiş, kükreyen bir yarış arabası Semadirek'in Kanatlı Zafer Heykeli'ne kıyasla daha güzeldir" (Marinetti, 1909/2008).

Mimarlıkta binaların hareketli bir temsili olarak kendini gösteren fütürizm, mimari temsile hızı, hareketi ve devinimi katmasıyla önemli bir yer etmiştir (Gedik Âlâ, 2014). Akademisyen ve mimar Enis Kortan'a göre (1984), fütürist resim, heykel ve mimaride yer bulan hareket kavramı, birbirine giren formlar ve 'aynı zamandalık' kavramlarını meydana getirmiştir.

Klasik, anıtsal, hiyerarşik, gösterişli, süslemeli mimarlığı; eski yapıların yeniden inşası ve reprodüksiyonunu; dikey ve yatay çizgileri, kübik ve piramidal formları, statik, ağır olanları reddeden fütüristler (Sant'Elia ve Marinetti, 1914/1991), mimarlığın yeni estetik değerlerini de şu sözlerle açıklamaktadırlar:

"Eğik ve eliptik çizgiler doğaları gereği dinamiktir ve dikey ve yatay çizgilerden bin kat fazla duyumsal güçleri vardır. Bunlarsız dinamik biçimde bütünleşmiş bir mimarlık olanaksızdır" (Sant'Elia ve Marinetti, 1914/1991).

Güzer (2000), mimarlıkta 'gelecek' olgusunun temelinde, ağırlıklı olarak teknolojinin yer aldığını vurgulamıştır. Teknoloji, zamanla yapıdaki varlığını ötesine geçerek bir temsiliyet kazanmış, doğrudan bir dile, bir dışa vurum biçimine dönüşmüştür (Tekin, 2007).

Fütüristler manifestolarında teknolojinin açıkça kullanılması gerektiğini; "Nasıl eskiler, sanatlarının esin kaynağını doğada buldularsa, fiziksel ve ruhsal olarak yapay olan bizler de esin kaynağımızı, yaratmış olduğumuz yepyeni mekanik dünyanın öğelerinde bulmalıyız. Mimarlık, bu yeni dünya için en ince anlatım alanını, en yetkin sentezi ve en etkili sanatsal bütünleşmeyi sağlayacaktır." sözleriyle savunmuşlardır. Mimarlığın, en yüksek esnekliği ve hafifliği sağlayan betonarme, demir, cam, mukavva, dokuma lifleri ve bütün diğer ahşap, taş ve türevleriyle yapılması gerektiğini düşünmüşlerdir (Sant'Elia ve Marinetti, 1914/1991).

20. yüzyıl fütürizm akımının öncü mimarlarından olan Antonio Saint'Elia, betonarme ve demir gibi modern malzemenin kullanımının geleneksel mimariye olanak vermediğini şu sözlerle açıklamaktadır:

"Modern yapı malzemeleri ve bilimsel düşüncelerimiz, tarihsel üslupların disiplini ile kesinlikle bağdaşmıyor; olağanüstü hafif ve ince taşıyıcı öğeler ve görünüşte narin betonarme ile ağır kemer eğrilerini ve mermerin masif görünümünü taklide zorlanan moda binaların acayip görünüşünün ana nedeni budur" (Sant'Elia ve Marinetti, 1914/1991).

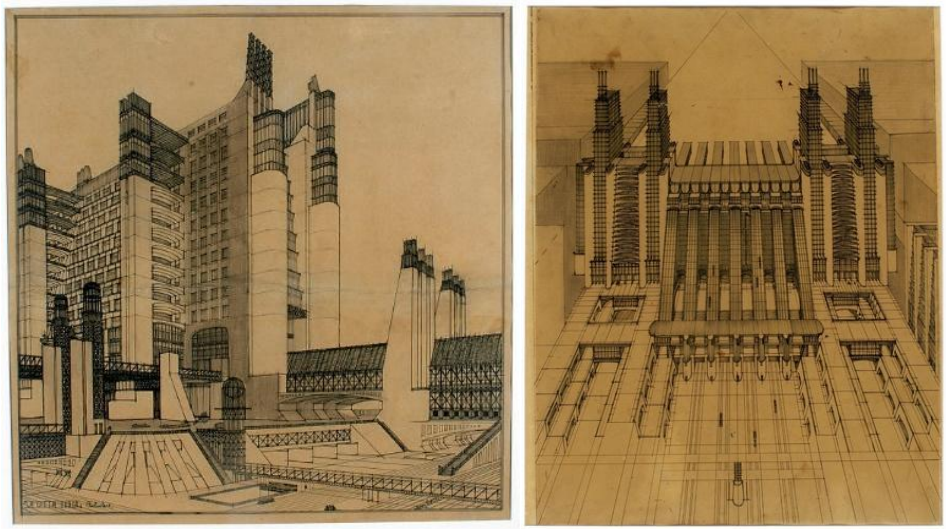
Antonio Saint'Elia'nın Mario Chiattone ile birlikte hazırlamış olduğu 1914 yılındaki Nuove Tendenze sergisinde sunulan gelecek mimarlığı hakkında düşüncelerini anlatan perspektif çizimleri Fütürist harekettin mimarlık alanındaki ilk ve ana öğeleri olmuşlardır. *La Citta Nuova* (Yeni Şehir) olarak adlandırılan perspektif çizimlerinde gökdelenler, metrolar, asansörler, farklı kotlarda araç yolları gibi yeni ve ilginç fikirler üretmişlerdir (Kortan, 1984).

Altıntaş'a (2014) göre Sant'Elia, çizimlerinde yıllar sonrasının mimarisini anlatmıştır. Günümüzde her yerde görülebilen tasarımları, yaşadığı dönemde ütopya olarak düşünülmüş ve birçok kişi tarafından imkansız olarak adlandırılmıştır. Fütüristlerin ana söylemlerinden "Bir gelecek düşü Fütirizm" adeta sanatçının dünyasını ifade etmektedir. Sant'Elia için mimarlık geleceği düşlemektir ve bu düşlerin kâğıda aktarılmasıdır. Yaşadığı dönemin ötesini gören sanatçı, bu doğrultuda tasarımlar ortaya koymuştur.

Sant'Elia geleceğin şehirlerini "Modern kentlerimizi muazzam bir tersane gibi yaratıp yeniden inşa etmeliyiz; her yeri hareketli ve dinamik! Modern binalar ise dev bir makine gibi olmalıdır." sözleriyle ifade etmiştir (Rowland, 1973).

La Citta Nuova çizimlerinde yer alan yapılar (Resim 2.11), izole olmalarına rağmen kent fikrinden nasıl yararlanıldığını göstermektedir. Haberleşme ve elektrik hatları kentin temelini oluştururken, çimento ve çelik ise binaların vazgeçilmez elemanları olarak öne çıkmaktadırlar. Sant'Elia'nın, uçağın ticari olarak kullanılmasından kırk yıl önce havaalanına sahip devasa bir iletişim merkezi kurması, ileri görüşlü bir hareket olarak görülmektedir. Daha da fazlası, kablosuz telgraf hatlarının önerisidir. Bu öneri ile adeta günümüzdeki haberleşmeyi öngörmektedir. Bundan da devrimci olanı ise teraslı yapı

bloklarıdır. İç mekândan daha fazla faydalanmanın yollarını arayan Sant'Elia, cepheden yükselen asansörleri kurgulamıştır. Tüm daireleri havalanması ve güneşlenme terasına sahip olabilmesi için formüller geliştirmiştir. Elektriğin sadece asansörleri değil, çatıdaki ışıklı tabelayı da çalıştırmasını planlamıştır. Bu günümüz şehir görüntüsü bizi şaşırtan başka bir unsur olarak kendini göstermektedir (Cuito, 2003: 67).

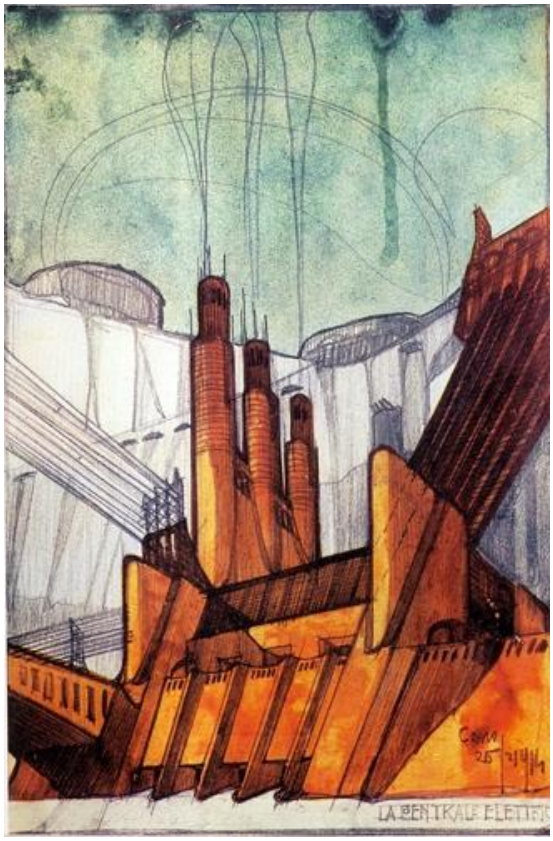


(a) (b)

Resim 2.11. La Citta Nuova, (a) Apartman ve (b) Tren garı binaları (URL-11)

Civelek'e (2015) göre, eğri ve eliptik çizgiler ile yükseldikçe geriye doğru yatan kütleler Sant'Elia'nın çizimlerinin ana hatlarını oluşturmaktadır. Eğik hatlar azımsanmayacak kadar fazla olsa da, bu çizimler gerçek mimari ürünler olarak düşünüldüğünde, daha çok dikey ve yatay çizgiler bütününden oluşmaktadır.

Sant'Elia'ya kentin yaşam alanları ve iletişim kanallarıyla bütün bir halinde olması gerektiğini iddia etmiştir. Bu bağlamda önerdiği kent, büyük bir güç istasyonunun merkezinde şekillenmektedir (Resim 2.12). Sant'Elia'nın istediği değişimden fazlasıdır. Ona göre ev, insanlardan daha kısa süre yaşayacaktır ve her nesil kendi kentini inşa etmelidir. Böylelikle yalnızca eskiyi yıkmakla kalmamakta, yeni oluşacak eskiyi de önlemektedir (Sönmez, 2007).



Resim 2.12. La Citta Nuova, Güç İstasyonu (URL-12)

La Citta Nuova, modern mimarinin görünüşünü etkilemiştir. *La Citta Nuova* çizimleri; arabalar, tramvaylar ve yayalar için düşünülmüş yollarla, birbirine bağlanan binaları ile "modernlik ve hız kültürü" içinde yer alan yeni bir kentsel konsept oluşturmaktadır. Bu çizimlerde şehir meydanları, caddeler ve doğal çevre, çelik ve çimentodan bir manzaranın içinde yok olmaktadırlar. Demir yolları, üst geçitler ve viyadüklerle birleşmekte; bu sayede şehir ve altyapı arasındaki ayrım ortadan kalkmaktadır. Böylece yerleşim ve dolaşım mükemmel bir şekilde bütünleşmektedir (Stone, 1999).

Jenner'a (1999) göre Sant'Elia, ütopik mimarlığı kentsel yapıya bağlamak için zorunlu olan değişiklikleri ifade etmiştir. Sant'Elia yeni bir tipoloji yaratmış gibi görünse de, ilkel köklerinin birikiminden faydalanmış ve bu birikimi geleceğe taşımıştır. Geçmişin kentinin nasıl yenilendiğini görmek için bir girişimde bulunmuştur. (Jenner, 1999)

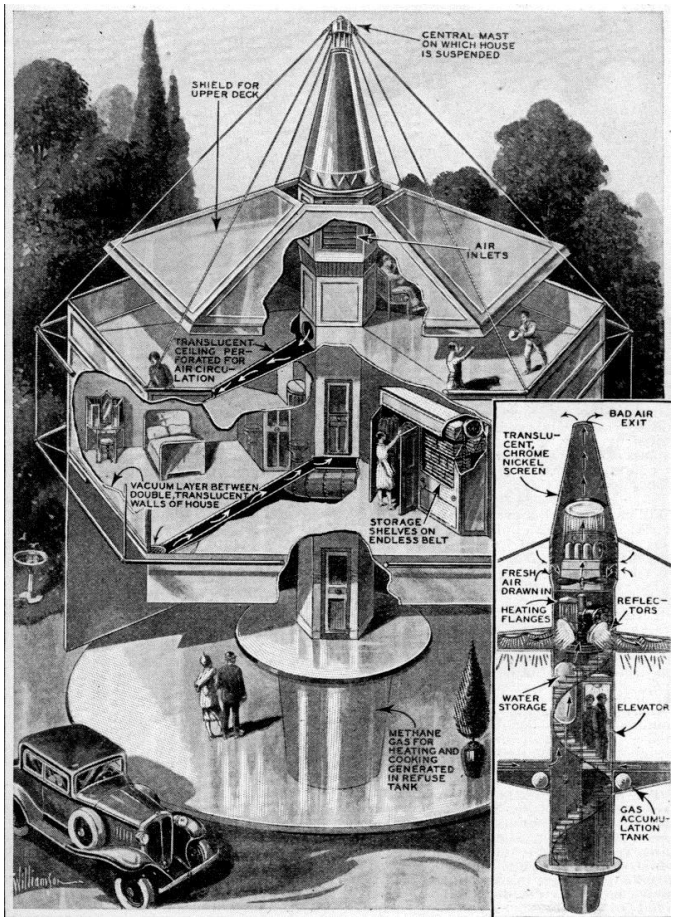
Fütürizm hareketine olan bağlılığına rağmen Sant'Elia, geleceğin dünyasında beliren kentin "sıra dışı mekanik sadeliğiyle kaba" olabileceğini düşünmüştür. Bu yeni bakış açısı sınırları aşarak Amerika'ya kadar ulaşmıştır. Büyük şehirlerde uygulama kolaylığı, işlevselliği,

dikkat çekiciliği, temizliği, gayret ve zamandan tasarruf etmeyi hedefleyen yapısı ile gökdelenler hızlıca kabul görmüş ve günümüz akıllı binalarına ulaşana kadar mirası süregelmiştir (Başaran, 2007). Sant'Elia'nın çizimleri hiçbir zaman yapılmamış olsalar da mimarlığa katkısı oldukça fazladır. Ortaya koyduğu temsiller, fütürist sanatın varlığını ortaya koymasında ve yayılmasını sağlamada çok önemli bir yere sahiptir.

Geçen yüzyılın fütürist isimlerinden biri olan Buckminster Fuller tarafından 1927'de tasarlanan "4D Evi" veya diğer adıyla "Dymaxion Evi" projesi yüzyılın en dervimsel ev teknolojisi olarak kabul edilmektedir. Dymaxion kelimesi İngilizce "*dynamic*" (dinamik), "*maximum*" (azami) ve "*tension*" (gerilme) sözcüklerinin birleştirilmesinden oluşturulmuş bir kavramdır (Boyacıoğlu, 2017). "İlerleme" düşüncesiyle tasarladığı proje, minimum malzemeden daha çok yapabilme ve maksimum performansa ulaşmayı hedeflemektedir (Fuller, 1931).

Resim 2.13'te sistem çizimleri yer alan altıgen planlı projede, 150 m^2 ve yaklaşık 2700 kg'lık kat alanı, içinde ısı, hava, ışık dağıtım ve güç ünitelerini bulunduran kolonun merkezinden çelik kablolarla asılmaktadır. Binada enerji korunumunu sağlamak için gün ışığını ve ısısını mekana ileten askı kablolarında bulunan lensler ve banyolarda kullanılan kirli suyun yeniden filtre edilip kullanılmasını sağlayan sistemler tasarlanmıştır. Tüm bu detaylar bir yana, günümüzde kullanılan çamaşır makinası, bulaşık makinası, kurutma makinası gibi ev aletleri Buckminster Fuller'in projesinde yer almıştır. Bölücü duvarlar ve döşemenin pnömatik olmasıyla ses yalıtımı oluşturulmuştur. Bunlarla birlikte, çelik asma-germe strüktür sistemi ve yapının dış duvarlarının büyük üçgen camlardan oluşması bina yapımında ilk defa uygulanması düşünülen sistemlerdir. Fakat bugün bir evde tamamının bulunması mümkün olan bu sistemleri gerçekleştirecek teknolojinin o zamanlar gelişmemiş olmasından dolayı tasarımları yalnızca bir fikir olarak kalmıştır (Sarıgül, 2008).

Fuller'ın tasarladığı bu eve, içerisinde yaşamak için tasarlanmış bir makine de denilebilir. Malzeme kullanımı ve yapım teknikleriyle, iklim şartları ve deprem gibi dış etmenlerden korunmak üzere kurgulanmıştır. Hafif olmasının yanı sıra, basitçe birleştirme ve söküm yapılabilmesi sayesinde taşınabilmesi kolaydır. Projede uçak endüstrisinde kullanılan yapım teknikleri uygulanmıştır. Fuller'in projesinin asıl amacı kitlesel olarak üretilip araba gibi satılıp alınabilecek evler üretmektir (Ekici, 2001).



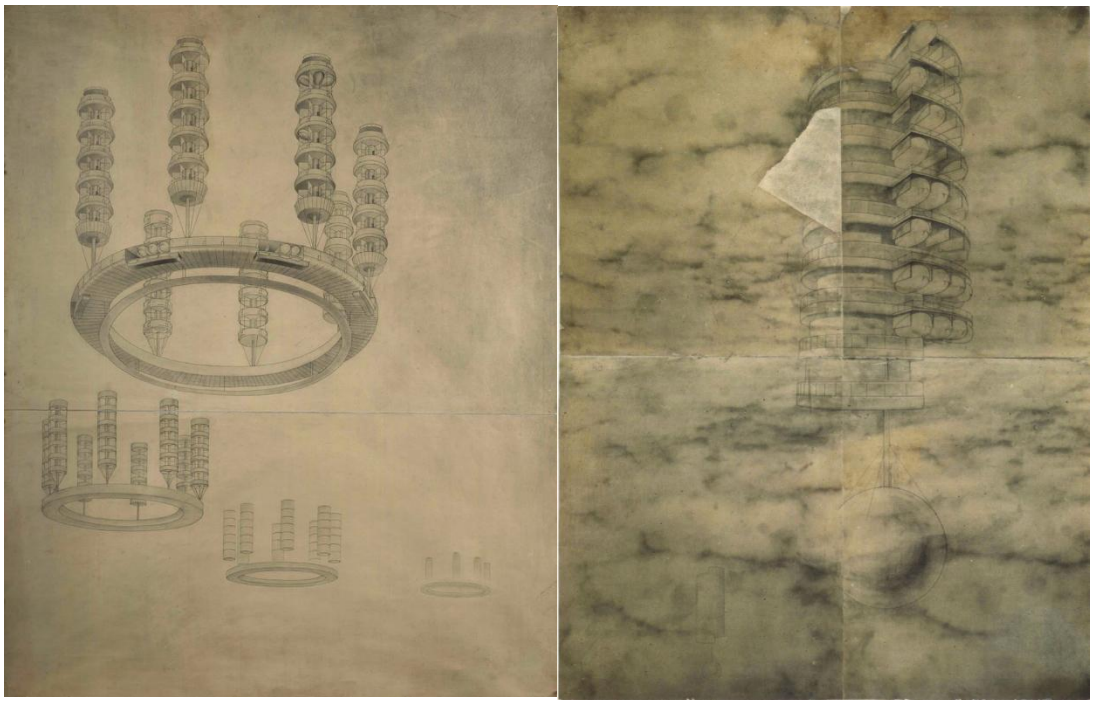
Resim 2.13. Dymaxion Evi, Buckminster Fuller (URL-13)

Fuller yapmış olduğu bu tasarım ile endüstrileşmenin doğayı hiçe sayarak çevre kirliliği oluşturmasına ve kaynakların tükenmesine tepki göstermektedir. Bu sorunlara endüstrinin doğru amaçla kullanılmasını savunarak güneş enerjisi panelleri ve HVAC sistemleri gibi örneklerle çözüm aramıştır. Endüstri dönemi ile birlikte seri üretimin başlaması ve insanların çalışma hayatında daha fazla zaman geçirmesi ile evde geçirdikleri kısıtlı zamanı kendilerine ayırabilmeleri ve daha iyi koşullarda yaşamaları amacıyla çamaşır ve bulaşık makinesi gibi aletlerin projede yer alması gerektiğini düşünmüştür (Sarıgül, 2008).

Dymaxion Evi ekonomik açıdan başarılı olamamıştır. Yalnızca II. Dünya Savaşı sırasında Amerikan ordusu tarafından kısmi olarak kullanılmıştır. Fakat konut kavramına farklı bir bakış açısı getirmesi ve makineyle konut ilişkisini sorgulaması açısından 20. yüzyılın en ilginç projelerinden birisi olarak kabul edilmektedir (Ekici, 2001).

Dönemin ütopik olarak literatüre giren bazı projeleri de Rus Konstrüktivistlerinden gelmiştir. Georgy Krutikov'un 1928 yılında tasarladığı *"Flying City"* binaların yeryüzünden

koparıldığı, bu sayede yeryüzünün çalışma ve rekreasyon aktivitelerine ayrıldığı bir proje olarak düşünülmüştür (Resim 2.14). Havada bulunan yerleşim alanları ile yeryüzü arasındaki ulaşımın da hava, kara ve suda hareket edebilen tek kişilik bir araçla sağlanabileceği kurgulanmıştır. Krutikov'un tasarımının altında gelecekte atom enerjisi kullanımının, yer çekiminden bağımsız konumlanabilen kentler inşa edilmesine olanak sağlayacağı fikri yatmaktadır (Yalım, 2002).



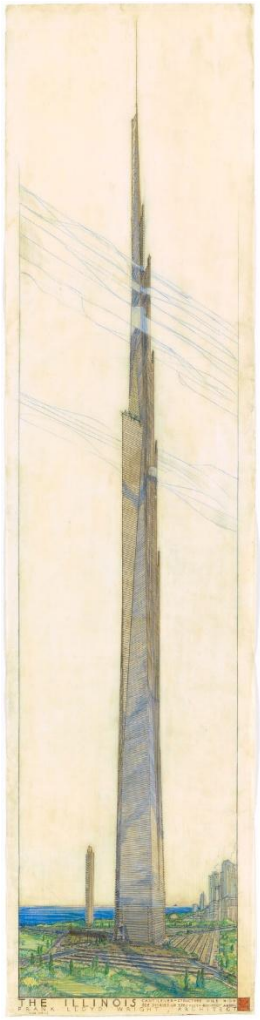
Resim 2.14. *Flying City*, Georgy Krutikov (URL-14)

Krutikov'un tasarımı, akademisyen mimar Nikolai Ladovsky'nin bir ders kapsamında proje olarak ortaya çıkmıştır. Ladovsky, gelecekteki kentlerin, Dünya atmosferinde serbest şekilde yüzebilmelerinin teknik olarak mümkün olacağını hayal etmiştir (Richter, 2009). Krutikov, projedeki sorunların çözülmesinin on beş yıl sürdüğünü ve bilim ve teknolojinin kesinlikle bu sorunların gerçek anlamda çözeceğini düşündüğünü dile getirmiştir (Vronskaya, 2012).

Krutikov'un tasarımlarında, dikey kule blokları yatay halka konstrüksiyonunun üzerinde yükselmekte ve tüm yapı havada bağımsız şekilde yüzmektedir. Yer ve asılı binalar arasındaki bağlantı, konutların balkonlarına sabitlenen, havada ve su altında seyahat edebilen araçlar ile sağlanmaktadır (Richter, 2009).

Dönemin en ilgi çekmiş olan bir diğer fütürüstik çalışması Amerikalı mimar Frank Llyod Wright'ın "Bir Mil Yüksekliğinde Gökdelen" (Resim 2.15) olarak bilinen tasarımıdır. Wright'ın (1957) planlamasına göre, Chicago'da göl kenarında yer alması düşünülen yapı, toplamda 1,715.000 m^2 alanı bulan 528 adet kata sahip ve 1609 m yüksekliğe ulaşmaktadır. 100 bin kişinin yaşayacağı yapıda, 76 adet asansör, 15 bin otopark ve 100 adet helikopter pisti bulunması kurgulanmıştır.

Chicago kentinin kentsel yayılmasını durdurmak amacıyla tasarlanan (URL-16) bu proje dönem teknik yetersizliklerinden dolayı hiç inşa edilmemiş, ancak dikey mimarinin en önemli fikirleri arasına yerleşmiştir (URL-17).

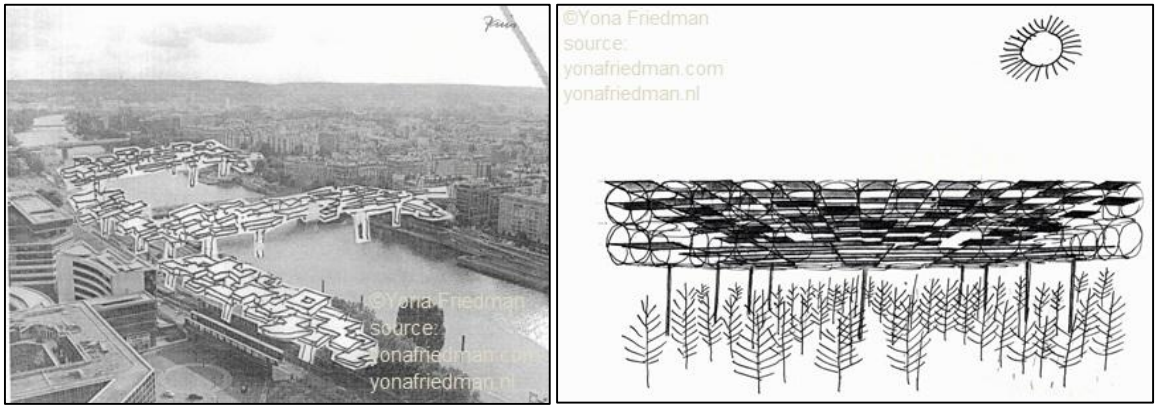


Resim 2.15. Bir mil yüksekliğinde gökdelen, Frank Lloyd Wright (URL-15)

Yüzyılın ortalarına geldikçe ortaya çıkan "toprakla az temas eden yapı yapma" fikrinin ilk örneklerinde Yona Friedman'ın tasarımlarına rastlanmaktadır. Sevinç'in (2005) ifade

ettiğine göre; doğaya minimum zarar verme fikriyle yola çıkan Friedman, ilk olarak 1956 yılında ortaya attığı "*Ville Spatiale*" (Mekansal Kent) olarak adlandırdığı projesinde, ayaklarla yerden yükseltilmiş, büyük açıklıklar geçebilen çelik bir konstrüksiyon ortaya koymaktadır. Düşeyde farklı katmanlardan oluşan yapı, yüksek yoğunluklu kent oluşturma fikrinden hareketle tasarlanmıştır.

Ville Spatiale projesinin önerdiği strüktürel sistem, büyüyen kentler için alan kullanımını arttırıcı bir çözüm sunmaktadır. Resim 2.16'da görüldüğü gibi var olan kent dokusunun korunarak, kent üzerinde modüler bir şekilde genişleyebilen yeni bir katman önerilmektedir. Strüktür, zemin ile bağını belirli noktalarda yer ile ilişkisini asansör ve merdivenler ile sağlamaktadır. Yapı, yerden 40-60 m yükseltilmiş 6 m'ye 6 m grid parçalardan oluşmaktadır (URL-18).



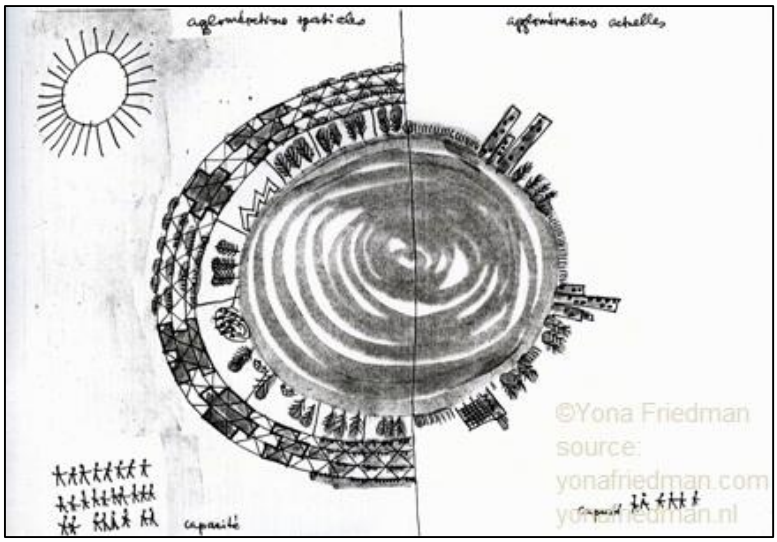
(a) (b)

Resim 2.16. (a) *Ville Spatiale* ve kent ilişkisi (URL-19), (b) *Ville Spatiale* ve tarım alanları ilişkisi (URL-20)

Çakallıoğulları'na (2015) göre projenin biçimsel kurgusunun birey etkileşimli olarak farklılaşması, tasarlanan grid düzen içinde mekânın değişmesine olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte öncelik verilen konular olarak doğanın ve tarımın desteklenmesi, ulaşımın yükseltilmiş olması ve yer yüzünün rekreasyon alanı olarak değerlendirilmesi düşünülmektedir. Yerden bağımsızmış gibi bir yaşam ifadesi olarak algılanan yükseltilmiş devasa strüktür, konumu ile doğrudan ilişkilenen bir kurgu sunmaktadır.

Ville Spatiale, oluşturduğu kafesin içindeki modüllerin farklı kombinasyonları ile yaşam mekanlarının kurgulanmasında çevresel verileri de göz önünde bulundurmaktadır. Yer düzlemindeki tarım alanları için doğal aydınlanmayı önemsemektedir. Bu sebeple kafes

içerisinde kurgulanan yaşam alanları ile tarımsal alanların ilişkisinde aydınlanma konusu önemli olmaktadır (Busbea, 2007). Resim 2.17'de görüldüğü üzere, yapılan çalışma çizimlerinde de karşılaştırma olarak sunulan Ville Spatiale'nin olduğu ve olmadığı durumun kent üzerinde ki etkisi, kapasite ve yeşil alan yoğunluğuna yapılan vurgu ile anlatılmaktadır.



Resim 2.17. Ville Spatiale'nin kent ve yeşil alanlar üzerine etkisi (URL-20)

Friedmanın'ın hareketli mimarisinde birey temel etken olarak ele alınmaktadır. Bu yaklaşım "İnsanlar ile birlikte mimarlık, insanlar tarafından mimarlık ve insanlar için mimarlık" sloganı ile ifade edilmiştir (Friedman, 2011). Friedman'ın 1959 yılında yayınladığı "Hareketli Mimarlık Manifestosunu" oluşturan hareketlilik kavramı günlük yaşam içinde toplumun dönüşümü olarak tanımlanmaktadır. Bu sebeple yapılı çevreyi oluşturan binaların da toplumun gereklilikleri çerçevesinde dönüşüm potansiyeli barındırmaları gerekmektedir (Busbea, 2007).

Friedman, hareket ve esnekliği yalnızca yapı elemanlarının yer değiştirmesi olarak tanımlamaz. Asıl olarak yaşam birimlerince oluşturulan elemanların hareketli olması ve kenti oluşturan mekânların farklı birliktelikleri olarak belirtir. Bu durum Friedman'ın Hareketli Mimarlık Manifetosu'nda yer alan toplumsal yaklaşımına vurgu yapmaktadır (Forty, 2000). 1962'de Friedman, kent planı için 10 kuralını yayınlamıştır. Belirlenen kurallar kentte bulunan işlevsel, sosyal, doğal parametrelerin önemine dikkat çekerek bunlar doğrultusunda gelişmiş bir gelecek kenti kurgulamaktadır (Conrads ve Bullock, 1970).

20. yüzyıl mimarisinde önde gelen diğer fütürist projeler ise, modern toplumun yaşam tarzına uygun olduğu düşünülen, hareketli ve esnek kentler, mekanlar ve mega strüktürlerdir. Bu alandaki en önemli örnekler Archigram Grubu'nun tasarımlarıdır. 1960'larda ortaya çıkan "Archigram Grubu" teknolojik gelişmeleri projelerinde sonuna dek kullanarak endüstri çağında mimarlığın en uç noktalarına işaret ederken bir yandan da ütopyayla düş ve fantezinin arasındaki çizgileri belirsizleştirmiştir (Sarıgül, 2008). Londra'da, genç ve yeni mezun mimarlar, Peter Cook, Warren Chalk, Ron Herron, David Greene, Dennis Crampton ve Mike Webb tarafından kurulan gurubu bir çatı altında toplayan tema; onların modern mimarlığın çizdiği sınırlı ufuktan ve aptallaştırıcı yansımalarından tatmin olmamaları ve sabırsızlıklarıdır. Archigram üyeleri, modern mimarlığı ve araçlarını, bir takım bilinçlilikle sökmek ve parçalamak amacıyla yola çıkmışlardır. Bilinçlilikleri yükselen, artan ve karşı duran manifestolarını simgelemektedir (Aksu, Uludağ ve Çağlar, 2008).

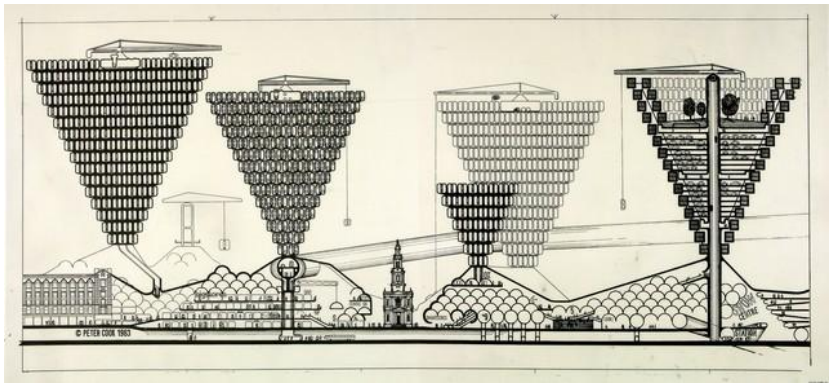
Archigram, net, kesin, tanımlanmış ve taşınmaz yapılar yerine, durumlar karşısında değişkenlik gösteren eserler üretme gayesinde hareket etmiştir. Onlar için mimarlık, teknolojiyi sonuna kadar kullanmalıdır. Böylece yapılar daha esnek hale gelecek, kullanıcılarının değişen ihtiyaçlarına ve isteklerine cevap verebilecektir. Üyelerden Warren Chalk; "Teknolojik bir toplumda, insan, toplumsal yaşam ortamını belirlerken, aynı zamanda kendi kişisel ortamlarını belirlemede de aktif rol oynayacaktır" sözüyle bu duruma vurgu yapmaktadır (Hejduk, 2006).

Archigram temel fikirlerini şu sözlerle açıklamaktadır: "Yirminci yüzyılın ikinci yarısında devrini yitirmiş mabutlar birer birer devrilmektedir. Artık eski dogmalar, kokuşmuş ilkeler yetersiz ve geçersiz bir duruma düşmektedir. Biz, uzay kapsülleri, hesap makineleri ve elektro-atomik çağın aygıtları ile aynı paralelde bulunan yepyeni bir dili, yepyeni bir düşünceyi araştırmaktayız…" (Gürel, 1968).

Peter Cook ise grubun mimari yaklaşımını su şekilde açıklamaktadır; "Bizi fırlatıp atılabilir binalar ilgilendiriyor, bir yerden bir yere taşınabilir yapılar, yapılaşmış mimari formlarla doldurulmamış çevreler…"(Kronenburg, 2002).

Archigram'ın en bilinen projelerinden birisi, 1964 yılında Peter Cook tarafından tasarlanmış olan *"Plug-in City"* projesidir (Resim 2.18). Bir kule etrafına takılmış binlerce kapsülden bir mega strüktür oluşturan yapı, esnek mimarlık kavramını ortaya atmıştır (Özen, 2006).

Plug-in City projesi ile Buckminster Fuller'in Dymaxion projelerine saygı belirtilmiş, Fuller'in fikirleri geliştirilerek, altyapı düşüncelerini de projeye eklenmiştir (Kronenburg, 2002). Babaoğlu'na (2004) göre, mimarlığın bir tüketim nesnesi olmadığı fikri karşısında Archigram, bütün bir kenti tüketim nesnesi olarak kabul eden kendi önerilerini ortaya koymaktadır. '*Plugin City*' bir buzdolabı ya da otomobil gibi endüstriyel ürün haline getirilmiş mimari elemanların, yine endüstriyel bir taşıyıcı sisteme takıldığı ve eskidikçe yenilenen tüketilebilir bir kent önermektedir.

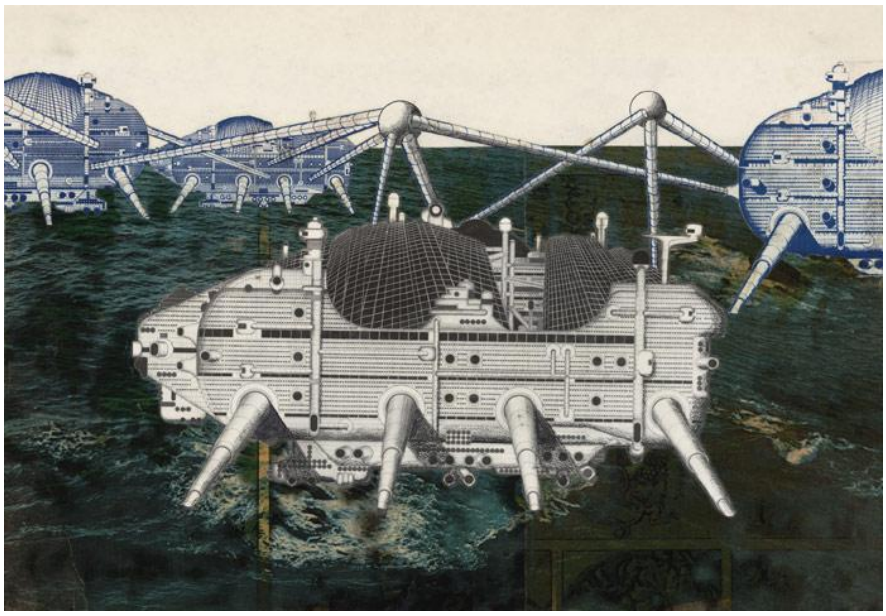


Resim 2.18. Plug-in City, Peter Cook (Özkuş, 2006)

Plug-in City projesi, Archigram'ın konstrüksiyon teknolojisini mimarlığın temel öğesi haline getirme çalışmalarının ilk gerçek örneğidir (Kronenburg, 2002). Tak-çıkar sistemiyle işleyen *Plug-in City* projesinde her birim belirli bir ömre sahiptir. Konutlar, yollar, bürolar ve diğer bütün birimler ömürlerini tamamladıkları zaman konstürksiyonların üzerinde bulunan vinçler aracılığıyla değiştirilirler. En küçük birimler, Warren Chalk'ın tasarlamış olduğu kapsül evlerdir (Arslan, 2006). Hemen hemen tüm mimari ve mekanik elemanları içeren şehir, herhangi bir topoğrafyaya sorunsuzca uygulanabilme özelliğine sahiptir. Dikey ulaşımın asansörle sağlanması düşünülen projede, tüm ünitelerin ileride gelişecek teknolojilerle değiştirilmek üzere bazı mekanik ve elektronik ekipmanlar içermesi öngörülmüştür (Özen, 2006).

1964 yılında grup üyelerinden Ron Herron tarafından tasarlanan "*Walking City*" projesi (Resim 2.19), apartmanların mobil strüktür üzerine oturtulduğu devingen bir kenttir. Tüm dünyadaki gezgin işçi sınıfından büyük bir kısmını içermesi fikrine sahip yapıda, her mobil ünite anahtar bir eleman görevi görmektedir (Özen, 2006). Sevinç'in (2005) ifadelerine göre projede, mevcut kentlerin içlerine ya da kenarlarına eklenebilecek, gezgin kentler

önerilmiştir. Birbirine geçmeli bacaklarıyla hareket edebilen, birçok kentsel fonksiyonu bünyesinde barındıran, koridorlar yardımıyla birbirlerine bağlanabilen Walking City, bütün bir kenti içinde barındırabilecek büyüklükte bir kent olarak karşımıza çıkmaktadır.



Resim 2.19. Walking City, Ron Herron (Deyong, 2017)

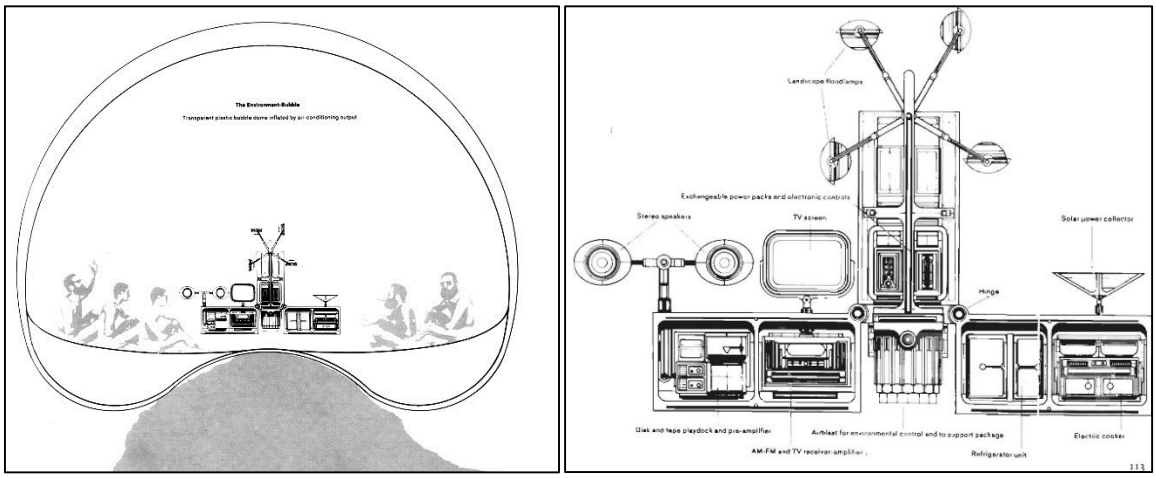
Bugün bile birçok tasarımcı ve mühendis tarafından gerçekleştirilmesi imkânsız gözüyle bakılan yapıda, iç ve dış ulaşımın sağlanması gibi sorunlar bulunmaktadır (Özen, 2006). Tanyeli (2005), *Walking City*'nin yalnızca bir imaj olduğunu vurgulamaktadır. Projenin Dünya üzerinde nasıl hareket edeceği, bu derece dev bir strüktürün nasıl ayakta duracağı gibi detaylar üzerinde üzerinde durulmamıştır. Ona göre Archigram, bu tarz detaylara yanıtlamanın ütopyanın mantığıyla çelişeceğini fark etmiştir. Grup, ürettiklerinin hayali olduğunun bilincindedir ve bunu bir sahte gerçekçilikle örtmeye kalkışmazlar.

Hejduk'un (2006) ifadelerine göre 1967 yılında Peter Cook, "Grup olarak politik açıdan fazla gelişmiş değiliz, ancak projelerimizin çoğunun arkasında bir tür merkezi özgürleştirici sürücü var" sözleriyle nihai amaçlarının, mimarlığı özgürleştirmek olduğunu vurgulamıştır.

Archigram grubu 1960'lı yılların sonlarına kadar yürüyen merdivenler, yatay hareket eden asansörler gibi elemanlar içeren şehirler, içinde yaşanabilen kapsüller, tak-çıkar prensipleri ile esnek tasarım olanakları sunan kentlere ilişkin pek çok düşünce ortaya koymuştur.

Tasarladıkları yapıların çoğu o günün şartları için imkânsız olsa da mimaride yeni bir döneme ön ayak olmuşlardır (Ekici, 2001).

Fuller'in Dymaxion Evi projesinde olduğu gibi, Resim 2.20'de konspet tasarım fikri yer alan Reyner Banham'ın 1965 yılında tasarladığı *Un-house* projesinde de, günlük yaşam ve teknoloji bir araya getirilmeye çalışılmıştır. Tüm elektronik aletler elektrik sistemine bağlı ve bir düğme ile kontrol edilebilmektedir. Karavan gibi olan evlerde neredeyse tüm aletler otomatik, yarı otomatik ve taşınabilirdir. Bu projede endüstrileşmenin etkisiyle ortaya çıkan, değişen durum ve gereksinimlere göre şekillenen ve herhangi bir yere ait olmayan mimarlık düşüncesi karşımıza çıkmaktadır (Sarıgül, 2008).



(a) (b)

Resim 2.20. (a)Yaşam Standardı Sunağı (Knoblauch, 2017), (b) *Un-house* (URL-21)

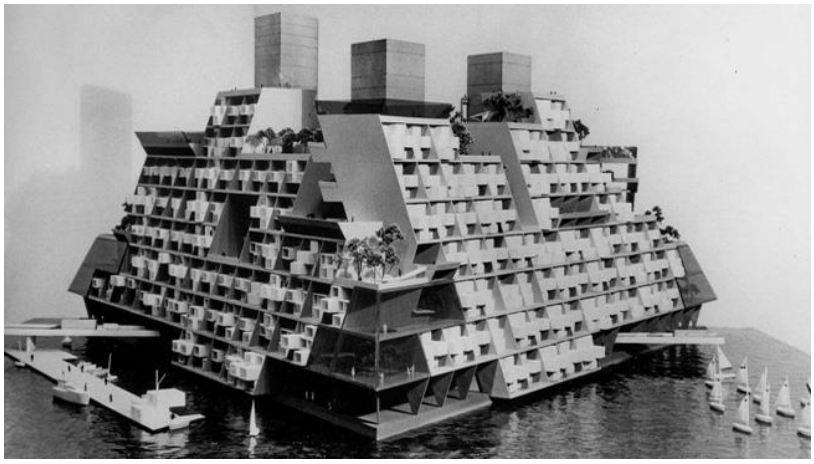
Banham *Un-house* hakkındaki makalesinde doğaya geri dönen asil vahşinin ideal yaşamını ortaya atar. Bu vahşi mahfazası tarafından kısıtlanmamıştır; "kültürel gardırobu" onu engellememekte, kıyafetleri tarafından tehdit edilmemektedir; izin verilen tek kültür "yaşam standardı sunağı" olarak adlandırdığı mekaniğin transistörlü boruları aracılığıyla aktarılmaktadır (Banham, 1969).

Banham'ın projesinde, teknolojik gelişmelerin ve yeni aygıtların mekân kurgusunu şekillendirmedeki rolünü göstermektedir. Banham için, bu teknolojik altyapı mekânı oluşturan başlıca etmendir. Banham, bu teknolojik alt yapıyı resmettiği çiziminde, bu teknolojik nesnelerin kabuğumuzu hareketlendirdiğinden bahsetmiştir. Banham'ın

çalışmalarında dış kabuğun ve formun öneminden çok, mekân kurgusunu oluşturan altyapıya ve onun önemine yapılan bir vurgu görülmektedir (Yalgın, 2016).

1960'lı yılların başlarında Buckminster Fuller, Tokyo kıyıları için yüzen bir kent için tasarımı planlamaya başlamıştır. 1966 yılında, Japon işverenin ölümü sonrasında proje durdurulmuş, daha sonra "ABD Konut ve Kentsel Gelişim Ofisi" tarafından devam ettirilmiştir (Nikolic ve diğerleri, 2016).

Fuller'in Triton City olarak adlandırdığı kenti, mekânsal açıdan esnek kurgulamış bir yapıdır. Kıyı ve korunaklı alanlarda, derin deniz tesisatları için su altında bırakılabilir platformlar tasarlamıştır (Proetzel, 1983). Resim 2.21'de görüldüğü gibi devasa bir tekne gibi hareket eden Triton City, piramidal formda çok katmanlı bir şekilde düzenlenmiştir. Kentin ortasında alışveriş merkezi, ortak kullanım alanları ve gerekli mekanik alanlar bulunmaktadır. Üst katlar ise spor kulüpleri ve tenis kortlarına ayrılmıştır. Triton City, sakinlerinin refahı düşünülerek planlanmıştır. Bu yüzen kent içinde her konut 650 m² büyüklüğündedir ve toplamda 300 bin kişilik nüfus barındırabilmektedir. Fuller'ın tasarımı, günümüz için lüks bir yolcu gemisi gibi kabul edilebildiğinden, zamanının ilerisinde bir projedir. Kent tasarımının merkezinde kendi limanlarını ve marinalarını içermektedir (Cripe, 2007).



Resim 2.21. *Triton City,* Buckminster Fuller (Nikolic ve diğerleri, 2016)

Sarıgül'e (2008) göre, projenin tasarımında, denizin herkese ait olduğu düşüncesinin hâkim olduğu ve herkese eşit paylaşım imkânlarının sunulduğu sosyalist bakış açısının benimsendiği gözlemlenmektedir. Ayrıca endüstrileşme ve çarpık kentleşmeye, projede

yaşayanlara özel dış teraslara sahip bahçeli evler oluşturularak çözüm önerileri sunulmaktadır. Deniz suyunun damıtılarak kullanılması gibi çevreci yaklaşımlar bu projede de görülmektedir.

Fütürist mimarlık 20. yüzyılın son çeyreğinde teknolojik gelişmeler, nüfus artışı sorunları ve ekolojik sorunlardan beslenerek 21. yüzyıla dair öngörülerinde özellikle gökdelen tipolojisini kullanmaya başlamıştır. Yeşil mimarinin entegre edildiği, kendi enerjisini üretebilen, sıfır karbon ayak izi prensibini benimseyerek doğaya zarar vermeyen yüksek katlı yapı fikirleri günümüze kadar devam etmektedir.

1997 yılında İspanyol mimar Javier Pioz'un Şangay'da yapılmak üzere tasarladığı "Biyonik Kule" olarak adlandırılan projesi, gelecekteki şehir, gökdelen ve konut kavramlarına dair yeni fikirler öne sürmektedir. Tek başına yüz bin kişiyi barındırabilecek bir mega şehir olarak tasarlanan yapının, toplamda iki milyon metrekare alanı olması ve bir kilometre çapında bir yapay adanın üzerine kurulması planlanmıştır. Her birinde 25 kat bulunan 12 mahalleden oluşan yapının 1228 metre yüksekliğe ulaşarak dünyanın en uzun yapısı olacağı öngörülmüştür. Oteller, hastaneler, okullar, konutlar, parklar içeren bu dikey kentte ulaşımın sağlanması amacıyla 388 asansörün çalışması planlanmıştır (Özen, 2006).



Resim 2.22. Biyonik Kule, Javier Pioz (URL-22)

Yapının “Biyonik Kule” olarak adlandırılmasının sebebi, binanın bir canlı gibi yaşayan bir yapı olarak düşünülmesinden gelmektedir. İnşa planlamasına göre ilk mahallenin yapımı ile birlikte kule içerisinden insanlar yaşamaya başlayacak, daha sonra ihtiyaç doğdukça yeni mahalleler eklenecektir. Böylelikle yapı inşasından itibaren yaşamaya başlayacaktır (Ekici, 2001).

2. 3. Günümüzde Fütürist Mimarlık

21. yüzyılda, mimarlıktaki fütüristik bakışın yüzyılın başlarında tahmin edilemeyecek bir çizgiye oturduğu görülmektedir. Sürdürülebilir, ekolojik ve insanlığın yeryüzündeki geleceği sorununa çözüm arayışındaki projeler üretmeye girişen günümüz tasarımcıları, “Yeni Fütüristler” olarak adlandırılmaktadır.

Birçok ütopyanın gerçeğe dönebildiği ve gittikçe gerçekliği daha da mümkün kılacak teknolojik ve bilimsel atılımların yaşandığı çağımızda yeni ütopyalar üretmenin zor olmasından dolayı; kimileri ütopyalar çağının sona erdiğini, bundan sonra distopyalar çağının başladığını söylemektelerdir. Ütopyalar çağının sonunun gelmiş olması, insanlığın umutlarının ve hayallerinin bitmesi anlamına geldiği için kabul edilemez bir yargıdır (Yüksel, 2012). Sevinç ve Yürekli (2006), yüzyıllar hatta bin yıllar boyunca sürekli bir değişim içerisinde olan ütopyacı düşüncenin tükenmesi yerine her dönemin ruhuna uygun hayaller kurulabileceği düşüncesine varılabileceğini belirtmektedir. Harvey (2008), statik uzamsal bir biçim ve hatta mükemmelleştirilmiş bir özgürleşme süreci çerçevesi dışında bir alternatif tanımlamak gerekliliğini belirterek; görevimizin, kökü bugünün imkânlarında yatan, ama aynı zamanda eşitsiz coğrafi gelişmelere farklı yörüngeler çizecek olan bir uzam-zamansal ütopyacılık oluşturmak olduğunu vurgulamaktadır.

Yine Harvey’e (2001) göre 21. yüzyılın gelecekçi bakış açıları, geleneksel ütopyaların sabit, değişmez ve aşırı denetimli yapılarının tersine, değişken, esnek ve hareketli bir yapı oluşturma eğilimindedir. Bunun yanı sıra 21. yüzyılda, gelecek öngörülerinin ölçeklerinde de yalnızca belirli topluluk veya kent ölçeğinden değil, dünya ölçeğinde bakmak bir gereklilik halini almaktadır. Ütopyalar artık yalnızca belirli bir topluluk için üretilen ideal düzen anlayışını terk etmektelerdir.

Erdem (2005), günümüzde gelecek öngörülerinde bulunan araştırmacıların, geleneksel ütopyalardaki gibi tüm yönleriyle düşünülmüş modeller ortaya koymak yerine, dünyanın gerçekleri üzerinde kurgulanmış, mevcut sorunlara çözüm getirme anlayışı içerisinde olduklarını belirtmektedir. İletişim teknolojilerindeki gelişmeler, bilginin iletimi, çevresel problemler ve sürdürülebilirlik konuları gelecek yaşam düşüncelerinin çıkış noktasını oluşturmaktadır.

Bilgi çağı olarak kabul edilen günümüzde meydana gelen teknolojik gelişmeler ve ortaya çıkan teknolojinin toplumsal yaşamın içerisinde ayrılamaz şekilde yer alması mimarlık alanında da kendisini göstermiştir. Cep telefonları, dizüstü bilgisayarlar, kablosuz internet vb. teknolojilerle insanlar bir mekâna bağlı kalma gerekliliğinden uzaklaşmışlardır. Teknolojik aletlerin toplumsal hayata adapte olmasının yanı sıra yapay zekâ gibi yazılım alanındaki gelişmeler de gelecekte daha farklı bir toplumsal yapı, buna bağlı olarak da daha farklı bir mimarlık öngörüsünü beraberinde getirmeye başlamış.

Bu durumun yanı sıra hızla artan insan nüfusu ve fosil yakıtların tüketimine bağlı çevre kirliliğine karşı bilimsel çalışmalar yapılmaya başlanmış ve gelecek mimarlığının kurgusunda az enerji tüketen ve çevre dostu yapıların var olması birçok Fütürist projede ortak ana fikir olarak yerini almıştır.

Bu bağlamada çalışmanın bundan sonraki bölümünde günümüzde tartışılmakta olan fütürüstik yaklaşımların izlerinin takip edilebileceği örnekler üzerinden bir okuma gerçekleştirilmiştir. Bu örnekler ışığında günümüzün gelecekçi manifestolarının kodlarını çözmeye yardımcı olarak parametrelere ulaşmak hedeflenmiştir. Elde edilen bu parametreler araştırma sorusunun yanıtlanmasında ve hipotezinin test edilmesinde kullanılacak alan çalışmasını değerlendirmede kullanılacaktır.

Venüs Projesi, Jacque Fresco

Kendi kendisini eğitmiş inşaat mühendisi, endüstriyel tasarımcı ve fütürist bir mimar olan Jacque Fresco tarafından Amerika Birleşik Devletleri'nin Venus şehrinde başlatılan organizasyon "Kaynak Bazlı Ekonomi" olarak tanımladığı yeni toplumsal yapının yaşayabileceği ekolojik ve sürdürülebilir kentler kurgulamıştır. 2006 yılında *"Future by Design"* adıyla yayınlanan, mal mülkiyetinin olmadığı, tüm kaynakların toplumun

tamamının yararlanması için kullanılan ve bu kaynaklardan üretilen ürünlerin toplumun ihtiyaçları doğrultusunda eşitçe ulaşabilmesini öngören bu projede, güneş ve rüzgar enerjisini etkin kullanan, oluşturulan ortak yaşam alanları etrafında Resim 2.23'te görüldüğü gibi dairesel bir şema oluşturmuş kentler planlanmıştır. Projenin sosyal ve çevresel sorunlara getirdiği önerilere, belgesel bir film olan Zeitgeist'ta geniş yer verilmiştir (Fresco, 2007).



Resim 2.23. Dairesel Kent, Venüs Projesi (Fresco, 2007)

Gwanggyo Güç Merkezi, MVRDV

2007 yılında, MVDRV tarafından Güney Kore'nin başkenti Seoul'un güneyindeki yeni kent Gwanggyo'nun kent merkezi için tasarlanan proje, 77 bin kişi kapasiteli sürdürülebilir yapılardan oluşmaktadır. Organik çizgileri ve konik formuyla fütüristik bir yaklaşımla ile tasarlanan proje kendi kendini idame ettiren bir şehir fikriyle yola çıkmaktadır. "Güç Merkezi" adı verilen karma kullanımlı binalardaki teraslar, Resim 2.24'te görüldüğü gibi dairesel olarak tasarlanmış katların geri çekilmesiyle oluşmaktadır. Bu sayede teraslara ekilen bitkilerin verimli sulanması sağlanmakta ve oluşturulan yeşil kabukla, karbondioksit oranını düşürülerek havanın temizlenmesi amaçlanmaktadır. (URL-23)



Resim 2.24. Gwanggyo Güç Merkezi, MVRDV (URL-23)

Skytable, Ayrat Khusnutdinov

Evolo dergisinin 2010 yılındaki gökdelen yarışması için Ayrat Khusnutdinov'un tasarladığı "Skytable" projesi, Resim 2.25'da görüldüğü gibi biri zemine oturan, diğeri gökyüzünde olan iki farklı yük taşıyan strüktürden oluşmaktadır. Yapı, bu iki strüktürün arasında esnek hücrelerle bağlanarak oluşmaktadır. Rüzgar tribünleri ve güneş panellerinin çokça kullanımı yapının ekolojik ve sürdürülebilir olmasının göstergelerindendir (URL-24).

Tasarımın arkasındaki ana fikir, kent sakinlerinin sosyal alan eksikliğini ortadan kaldıracak mekânlar yaratmaktır. Ucuz konutlar, ofisler, ticari alanlar ve dikey ulaşım ağına sahip şehirde kamusal alanlar çoğunluktadır (URL-24).

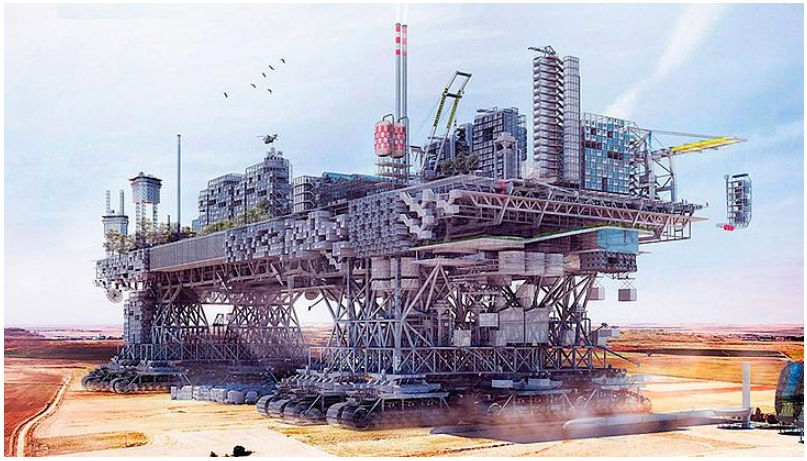


Resim 2.25. Skytable, Ayrat Khusnutdinov (URL-24)

Megamachines: Very Large Structure, Manuel Dominguez

Mimar Manuel Dominguez'in 2013 yılında tasarlamış olduğu "Megamachines" projesi iş ve kaynak bulabilmek amacıyla farklı yerlere taşınabilen hareketli bir şehirdir (Resim 2.26). Archigram grubundan Ron Herron'un "*Walking City*" projesinin ütopik vizyonlarını anımsatan proje, mega strüktür şehir kavramını, bünyesindeki enerji üretim sistemleri ile daha da ileri götürmektedir. Uzunluğu 560 metreyi bulan yapı, büyük gemilerde kullanılan motor sistemi ile harekete geçirilen 36 adet devasa paletler üzerinde hareket etmektedir. Göçebe nüfusa ev sahipliği yapan kent 3 katmandan oluşmaktadır. Depo ve üretim alanları en katta yer alırken, orta kısımda biyolojik atıkların dönüşümü ve iklimlendirmeyi sağlayan sistemler bulunaktadır. Güverteyi oluşturan en üst katta ise yaşam alanları konumlandırılmaktadır. (URL-25)

Yapının inşa edilebileceği iddiasında bulunan Dominguez, kentte madencilik, nakliye, sanayi üretimi gibi her türlü ekonomik faaliyetin yapılabileceğini düşünmektedir. (URL-25)



Resim 2.26. Megamachines, Manuel Dominguez (URL-25)

Three-mile-high skyscraper, Arconic

2062 yılında Dünya'nın nasıl görüneceği fikri üzerine kurgulanan, 2017'de "*The Jetsons*" kampanyası adı altında tanıtılan "Three-mile-high Skyscraper" projesi (Resim 2.27); uçan arabaların, kendi kendisini temizleyen cepheler ile kaplanmış binaların olduğu bir gelecek fikri ortaya atmaktadır. Oldukça fazla hayali teknolojiyi barındıran projenin ilgi çeken önemli noktalarından birisi ise 2011'den beri piyasada kullanılan "*EcoClean*" gibi

malzemelerin proje için düşünülmüş olmasıdır. Bu sayede binanın havadaki su buharı ile temas etmesi halinde cephesi temizlenebilmektedir. Şirketin malzeme konusundaki araştırmalarını yürüten tasarımcıları bu işlevsel kaplamanın çevreci etkisinin yanı sıra, estetik gücü de olduğu kanısındalardır. Aynı zamanda 10 bin m^2 EcoClean malzemesi ile kaplanan yapının 80 adet ağacın hava temizleme gücüne eşit olacağı iddiasındadırlar (URL-26).



Resim 2.27. Üç mil yüksekliğinde gökdelen, Arconic (URL-26)

Sayıları arttırılabilecek bu ve benzeri örneklerde de görüldüğü üzere, 20. yüzyıldan günümüze kadar olan süreçte mimarlıkta gelecek öngörülerinde ileri teknoloji her zaman merkezdeki yerini korumaktadır. Teknolojinin mimarlıkla olan ilişkisi ise toplumdaki ve doğadaki değişimlerle tekrar sorgulanır hale gelmiştir. Sant'Elia'nın ortaya koymuş olduğu örneklerde de görüldüğü gibi, ilk başta kendi gücünü ve yeni bir çağın başladığını göstermek amacıyla sergilenen teknoloji zamanla insan hayatını kolaylaştırmak fikriyle fütürist mimarlıkta yerini almış; günümüzde ise kalabalıklaşan popülasyona daha rahat ve konforlu bir hayat sunmanın yanı sıra doğayı da koruyan bir mimarlık geliştirilmesini sağlamayı hedeflemiştir. Fütürist mimarlığın önemli bir parçası olan teknolojinin merak ve hayal gücüyle ilerleyen karakteristik yaklaşımının, gelecekte de zengin bir kaynak olarak fütürist mimarlığa hizmet etmeye devam edeceği en başlı çıkarımlarımızdan birini oluşturmaktadır.

2.4. Bölüm Sonucu

Tezin bu bölümünde ortaya konulan fütüristik mimarlık örneklerinin analizi, incelenen örneklerdeki fütüristik referansların çıkarılmasıyla yapılmaktadır. Ortaçağ'dan beri kent ve

bina ile ilişkilendirilebilen ütopik ve fütüristik projelerin, ortaya kondukları ölçek ve projenin çekirdeğini oluşturan gelecekçi yaklaşımların belirlenmesi, mimarlıkta fütüristik referansların analiz edilmesinde yöntem olarak seçilmiştir.

Literatür araştırmalarında da ifade edildiği gibi 20. yüzyıl öncesi ütopyalarında "toplum ve kente" yönelik düşüncelerin karşımıza çıktığı görülmektedir (Sekman, 2017; Roloff ve Seesslen, 1980/1995; Bezel, 1984/1993). Bu doğrultuda incelenen 20. yüzyıl öncesi ütopyalarında kente ve toplumsal yapıya dair düşüncelerin projeleri anlamlandıracak referanslar olması gerektiği sonucu çıkmaktadır. Çizelge 2.1.'de incelenen projelerde bu referanslara yönelik bir bakış yapılmıştır.

Çizelge 2.1. 20. yüzyıl öncesi ütopyalarının analizi

PROJE	ÖLÇEK	ÜTOPİK REFERANSLARI
Platon - Atlantis	Ada	Dairesel Kent Planı
Filarete - Sforzinda	Kent	Sekizgen Kent Planı
Leonardo Da Vinci – Kent Projesi	Kent	Katmanlı Kent
Leonardo Da Vinci – Köprü Projesi	Köprü	Parabolik Hatlı Kemer
Thomas More - Ütopya	Ada	Eşitlikçi Toplumsal Yapı Simetrik Kent Planı Tek Tip Konut Yapıları
Etienne-Louis Boulle – Newton Kenotafı	Bina	Küre Bina Formu
Claude Nicolas Ledoux – Chaux İdeal Kenti	Kent	Eşitlikçi Toplumsal Yapı Dairesel Kent Planı
Charles Fourier - Phalanstere	Kent	Eşitlikçi Toplumsal Yapı Katmanlı Kent
Robert Owen – New Harmony	Köy	Eşitlikçi Toplumsal Yapı Katmanlı Kent

Teknolojinin toplumsal yaşama girmesiyle fütürist olarak adlandırılmaya başlanan 20. yüzyıl ütopyalarında öncelikle göze çarpan kavramların, akımın öncü isimleri olan Marinetti ve Sant'Elia'nın dile getirdiği "teknoloji, hareket ve dinamizm" kavramları olduğu ifade edilmektedir. Bu üç kavramın gelecek mimarlığının temelini oluşturduğunu ileri süren fütüristler, dinamizmin "eğik ve eliptik çizgiler" ile sağlanacağını vurgulamışlardır (Sant'Elia ve Marinetti, 1914/1991). Bu bilgiler ışığında 20. yüzyıl öncesi ütopik projeleri için uygulanan analiz yöntemi, Çizelge 2.2'de görüldüğü üzere dönemin kendi kavramları üzerinden 20. Yüzyılda ortaya konulan fütüristik mimarlık örneklerine de uygulanmaktadır. Bu sayede dönemsel olarak bakıldığında mimarlıkta gelecek öngörülerinde, değişen ve sabit referansların saptanması amaçlanmaktadır.

Çizelge 2.2. 20. yüzyıl fütürist mimarisi analizi

PROJE	ÖLÇEK	FÜTÜRİST REFERANSLARI
Antonio Sant'Elia – La Citta Nuova	Kent / Bina	Eğrisel / Dinamik Hatlar İleri Teknoloji Kullanımı
Buckminster Fuller- Dymaxion Evi	Bina	Eğrisel / Dinamik Hatlar İleri Teknoloji Kullanımı Esnek / Hareketli Yapı
Georgy Krutikov – Flying City	Bina	Eğrisel / Dinamik Hatlar İleri Teknoloji Kullanımı Hareketli Yapı
Yona Friedman – Ville Spatiale	Kent	İleri Teknoloji Kullanımı Esnek Yapı Sürdürülebilir Tasarım
Frank Llyod Wright – Bir Mil Yüksekliğinde Gökdelen	Bina	Eğrisel / Dinamik Hatlar İleri Teknoloji Kullanımı
Archigram – Plug-in City	Kent	Eğrisel / Dinamik Hatlar İleri Teknoloji Kullanımı Esnek Yapı
Archigram – Walking City	Kent	Eğrisel / Dinamik Hatlar İleri Teknoloji Kullanımı Esnek / Hareketli Yapı
Reyner Banham – Un-house	Bina	İleri Teknoloji Kullanımı Esnek / Hareketli Yapı
Buckminster Fuller – Triton City	Kent	Eşitlikçi Toplumsal Yapı Eğrisel / Dinamik Hatlar İleri Teknoloji Kullanımı Hareketli Yapı Sürdürülebilir Tasarım
Javier Pioz – Biyonik Kule	Kent / Bina	Eğrisel / Dinamik Hatlar İleri Teknoloji Kullanımı Esnek Yapı

Günümüz fütüristik mimarlığı kapsamında incelenen örneklere bakıldığında 20. Yüzyıla damga vuran "teknoloji, hareket ve dinamizm" kavramlarının çağına uygun bir anlayışta devam ettiği gözlemlenmektedir. Örneklerden elde edilen çıkarımların yanı sıra Harvey (2001) de 21. yüzyıldaki gelecek vizyonlarının "değişken, esnek ve hareketli" yapılar oluşturma eğiliminde olduklarını vurgulamaktadır. Günümüz fütüristik mimarlığını 20. yüzyıl fütürizminden farklı olarak etkileyen kavramın ise "sürdürülebilirlik" olduğu görülmektedir. Erdem'in de (2005) ifade ettiği gibi, iletişim teknolojilerindeki gelişmeler, bilginin iletimi, çevresel problemler ve sürdürülebilirlik gelecek yaşam düşüncelerinin çıkış noktasını oluşturacağı görülmektedir. Bu çerçevede günümüz fütüristik mimarlığı için incelenen beş adet örneğin analizi de Çizelge 2.3'te yer almaktadır.

Çizelge 2.3. Günümüz fütürist mimarisi analizi

PROJE	ÖLÇEK	FÜTÜRİST REFERANSLARI
Jacque Fresco – Venüs Projesi	Kent	Eşitlikçi Toplumsal Yapı Eğrisel / Dinamik Hatlar İleri Teknoloji Kullanımı Sürdürülebilir Tasarım
MVRDV – Gwanggyo Güç Merkezi	Kent	Eğrisel / Dinamik Hatlar Sürdürülebilir Tasarım
Ayrat Khusnutdinov - Skytable	Kent	Eğrisel / Dinamik Hatlar İleri Teknoloji Kullanımı Sürdürülebilir Tasarım
Manuel Dominguez - Megamachines	Kent	İleri Teknoloji Kullanımı Hareketli Yapı Sürdürülebilir Tasarım
Arconic – Three-mile-high Skyscraper	Bina	Eğrisel / Dinamik Hatlar İleri Teknoloji Kullanımı Sürdürülebilir Tasarım

İlk çağ ütopyalarından günümüze kadar olan fütüristik örneklerin incelendiği tablolardan elde edilen verilere göre, Sanayi Devrimi ve buna bağlı gelişen teknolojik yeniliklerin etkisiyle 20. yüzyıl öncesi ve sonrasındaki gelecek vizyonları arasında kavramsal olarak keskin bir fark bulunmaktadır. Her ne kadar çağlar boyu gelecek öngörülerinin temelinde toplumsal refahın artırılması fikri yatıyor olsa da, bu amaca yönelik ortaya atılan fikirler dönemlerin gelecekçi referanslarını oluşturmaktadır.

20. yüzyıl sonrası fütüristik mimarlığında, çevresel kirlenmeye karşı da duyarlılığın gelişmeye başladığı, hatta bu duyarlılığın yüzyılın sonlarından günümüze kadar olan süreçte fütüristik mimarlığın temel amacına etki ettiği gözlemlenebilmektedir. Bunun yanı sıra 20. yüzyıl fütürizminde hareketin sembolik bir temsili olarak mimaride kendini göstermeye başlayan "eğrisel ve dinamik hatların", 21. yüzyılla birlikte mimaride doğayla uyumlu, organik formlar elde edebilmek amacıyla da kullanıldığı görülmeye başlanmıştır.

Bu veriler ışığında, bu tez kapsamında mimar Vincent Callebaut'nun projelerinin fütüristik değerlendirmeleri yapılırken; "sürdürülebilirlik", "ileri teknoloji kullanımı", "eğrisel / dinamik hatlar" ve "hareketlilik / esneklik" kavramları projelerin tanımlanabilmesi için ana referansları oluşturmaktadır.

3. BİYOMİMESİS VE MİMARLIK

İnsanlığın ekolojik dengeyi koruma farkındalığının artması ve yapılaşmada sürdürülebilirlik yaklaşımının öne çıkması ile beraber tasarım alanında yeni bakış açıları gelişmeye başlamıştır. Bunlardan bir tanesi hali hazırda ekosistemle uyum içerisinde canlılığını devam ettiren organizmaların karmaşık ilişkilerini anlamak, öğrenmek ve bu ilişkileri taklit ederek tasarımlara adapte etmeye çalışmak olan "biyomimesis" kavramıdır. Biyomimesis, yenilenebilir bir potansiyele sahip olmasıyla sürdürülebilir tasarım yaklaşımları arasında geleceğe en çok yönelik olan yaklaşımlardandır.

1990'lı yıllardan itibaren doğadaki organizmalardan esinlenilmiş tasarımlar "biyomimesis" kavramıyla anlaşılmaya çalışılmıştır (Benyus, 1997). Literatürde kullanılan "biyomimetik", "biyomimikri", "biyognosis" ve "biyonik" kavramları da, kullanıldıkları disiplinin özelliklerine göre farklılaşan metodolojiler barındırsa da temelde aynı anlama gelmektedirler (Vincent, 2001). Lopez, Rubio, Martin ve Croxford (2017) biyomimesisi, daha sürdürülebilir bir dünya oluşturmak için "doğanın tasarımlarını taklit eden yeni bir disiplin" olarak tanımlamışlardır.

Medeniyetin başlaması ile birlikte insanlığın, doğadaki formları inceleyerek ve taklit ederek mimarlığına yansıtması olağan bir durumdur. Topluluklar halinde yaşamaya başlayan insanlar, bilinçli ya da bilinçsiz doğadaki yapılaşmaları gözlemleyerek ilk barınaklarında kullanmışlardır (Arslan Selçuk ve Gönenç Sorguç, 2004). Fakat bu tür bir taklit gerçek anlamda biyomimetik bir yaklaşımı temsil etmemektedir. Jeronimidis ve Gruber'e (2012) göre forma dayalı olan bu esinlenme yalnızca bir mimari stil olarak tanımlanabilmektedir. "Biyomorfik" mimarlık olarak adlandırılan dekoratif ve stile dayalı olan bu yaklaşımda, biyolojik işleyişe dair izleri görebilmek mümkün değildir.

Biyomimesis terimi ise, ilk defa 1950 yılında Amerikalı biyofizikçi ve mühendis Otto Schmitt'in kalamarın sinir sistemini taklit eden bir makine üzerine yaptığı çalışmasında kullanılmıştır. Daha sonra Montana'lı bir bilim gözlemcisi olan Janine M. Benyus'un (1997) *"Biomimicry: Innovation Inspired by Nature"* isimli kitabıyla popülerlik kazanmıştır. Bios (hayat) ve mimesis (taklit etmek) köklerinden gelen bu kavram "doğayı taklit etmek" anlamına da gelmektedir. Benyus biyomimesisi, "Doğanın dehasının bilinçli olarak taklit

edilmesi" olarak tanımlamaktadır. Ona göre doğa, "neyin işe yaradığını, neyin uygun olduğunu ve neyin yeteceğini" bilmektedir. "Doğanın yolunu öğrenip, yaşam biçimimizi, üretimimizi doğanın yaptığı gibi yapabiliriz." önerisini ortaya atan Benyus (2002), biyomimetik tasarımlardan oluşan bir dünyada hayvanlar ve bitkiler gibi, güneş ve basit bileşenler kullanarak doğaya zarar vermeyen malzemeler ve kimyasallar üretilebileceğini düşünmektedir. Myers'e (2012) göre, doğal kaynakların hızlı kullanımının yaratacağı kötü senaryolar karşısında doğa ve biyoloji; yöntemlerini değiştirmek ve hedeflerini daha iyi bir çevre olarak yeniden ele almak zorunda olan tasarımcılara iyi bir teorik ve pratik çerçeve sağlayabilmektedir. Julian Vincent (2001) biyomimesisi, "doğadaki iyi bir tasarımın soyutlanması" şeklinde açıklarken; mimar Michael Pawlyn (2011) ise "sürdürülebilir çözümler üretebilmek için biyolojik formların, süreçlerin ve sistemlerin işlevsel temellerinin taklit edilmesi" şeklinde tanımlamaktadır.

Biyomimesis; doğada var olan tasarımların anlaşılarak, malzeme ve enerji korunumu sağlayan tasarımlar geliştirmenin ve yenilenebilir enerji kullanımını artırmanın yollarından olması sebebiyle ekolojik tasarım için en temel ve önemli araçlardan biridir. Doğayı taklit ederek birçok farklı alanda kullanılan bir yaklaşım olan biyomimesis, mimarlıkta doğada var olan estetik, fonksiyon, form, malzeme ve strüktürün tamamından faydalanılan bir tasarım yöntemi olarak kullanılabilir. Bu sayede yapıların ekosistem ile uyum içinde var olabilmesi düşünülmekte, sürdürülebilir ve uzun ömürlü çözümler üretmek hedeflenmektedir.

Benyus (1997), tasarımların ekolojik performanslarının artması için biyoloji bilimindeki gelişmeler ve endüstriyel teknolojiler ile disiplinler arası ortaklık kurulması gerektiğini ifade etmektedir. Böylece biyomimikri yalnızca analoji olarak kalmayacak ve organizma, davranış, ekosistem gibi düzeylerde tasarıma katkı sağlayabilecektir (Mazzoleni ve Price, 2013).

Benyus (2002), biyomimikriyi doğadan yararlanmada sınıflandırılabilecek üç maddeyle açıklamıştır:

1. Model olarak doğa: Biyomimikri, doğadaki modelleri ve tasarımları inceleyip, onları taklit ederek insanların problemlerinin çözümünde kullanan yeni bir bilimdir.
2. Ölçü olarak doğa: Biyomimikri, yeniliklerimizin doğruluğunu değerlendirmek için, doğanın 3,8 milyon yıllık evrimiyle öğrendiği ekolojik standartları kullanır.

3. Öğretici olarak doğa: Biyomimikri, doğayı görmenin ve değerlendirmenin yeni bir yoludur. Doğadan neler alabileceğimiz değil, ondan neler öğrenebileceğimize dayanan bir çağı takdim etmektedir.

Biyomimikriyle birlikte doğanın üretim yöntemlerini anlamak ve bu sayede doğanın bir parçası gibi hareket eden, sürdürülebilir tasarımlar elde etmek mümkündür. Gruber (2011), mimarlığın biyoloji ile birlikte, çevreyle uyumlu tasarımlar üretilirken yenilikçi bakışı sağlayabilmek amacıyla kullanılabileceğini savunmaktadır. Yedekçi (2015) ise, çevreyle daha iyi ilişki kurmuş, daha kaliteli bir yaşamı araştırmak için canlı organizmaların kullanılmasını düşünmenin, daha basit çözümler üretebilmek açısından gerekli ve temel bir araç olabileceğini ifade etmektedir.

Doğada birçok canlının, yaşamlarının devamlılığını sağlayan, tamamen içgüdüleriyle oluşturdukları barınma mekânları bulunmaktadır. Bu mekânların canlının kendi biyolojik ve fizyolojik yapısına uygun, enerji korunumlu ve dayanıklı strüktüre sahip doğal formlarda oldukları görülmektedir. Bu şekilde doğal süreçlerle meydana gelen yapılar her zaman mimarlara ilham kaynağı olmuşlardır. Bu sebeple canlıların yaşamlarını sürdürdükleri çevre ile nasıl uyum içerisinde yaşadıklarını anlayabilmek mimarlar açısından büyük önem taşımaktadır (Yedekçi, 2015).

3.1. Biyomimetik Uygulamaların Anlaşılması İçin Bir Çerçeve

Mimar M. P. Zari (2007), tasarımcıların karşılaştıkları problemler için uygulayabilecekleri çözümlerin net bir tanımlarının olmadığını belirtmiştir. Ona göre doğadan edinilen bilgileri tam anlamıyla kavramak için doğru biyomimetik yaklaşımı incelemek önem teşkil etmektedir.

Biyomimesisin tasarıma uygulamaları üzerinden önceden tartışılan yaklaşımlarda, form, süreç ve ekosistem olarak üç adet biyomimikri düzey verilmektedir. Zari (2007) ise, biçim ve süreç kavramlarının bir organizmanın veya ekosistemin taklit edilebilecek yönleri olduğunu, ancak ekosistemin taklit edilecek belirli yönleri araştırmak için incelenebilecek olan şey olduğunu vurgulamıştır.

Zari'nin (2007) ortaya koyduğu çerçevenin ilk kısmı, "biyo"nun hangi yönünün taklit edildiğini belirlemektedir. Zari, bu yönlere bir "düzey" demektedir. Biyomimesisin mimarlıkta "organizma", "davranış" ve "ekosistem" olmak üzere üç farklı düzeyi bulunmaktadır. Organizma düzeyi, bir organizmanın belirli bir kısmı veya tamamının taklit edilmesi olarak tanımlanmaktadır. Davranış düzeyi, organizmanın yaşam mücadelesinde ortaya koyduğu ilişkilerin incelenerek taklit edilmesidir. Ekosistem düzeyi ise organizmaların yaşam alanları ve bu alanda bulunan sistemin başarılı bir şekilde sürmesini sağlayan özelliklerinin taklit edilmesidir.

Van der Ryn (2005), biyomimetik esinlenmenin organizma düzeyinde tutulmasının yeni mimari tasarımlar üretme potansiyelleri açısından tasarımcılara ilham kaynağı olabileceğini; ancak organizmaların doğal süreçlerini taklit edebilen ve tasarımı, kullanımı ve yaşam döngüsü ekosistemlerdeki gibi işleyen bir tasarımın, çevreye sürdürülebilirliğin ötesinde iyileştirici bir katkısının olacağını savunmaktadır.

Zari (2007), bu düzeyleri termitleri taklit eden bir bina örneği üzerinden tablolayarak açıklamıştır (Çizelge 3.1). Tabloda Zari, her bir düzeyi; neye benzediği (biçim), neden yapıldığı (malzeme), nasıl yapıldığı (yapım), nasıl çalıştığı (süreç) ve neler yapabildiği (fonksiyon) şeklinde beş farklı unsur ifade etmiştir. Aynı zamanda bu düzeylerin, biyomimetik bir tasarımın çözümünde bir arada çalışabileceği de vurgulanmıştır. Örneğin ekosistem düzeyinde bir çözümde projenin küçük detaylarının organizma veya davranış düzeyinde çalışması mümkündür.

Çizelge 3.1. Biyomimesis uygulamasının sınırları (Zari, 2007)

Biyomimetik Düzey	Biyomimetik Unsur	Örnek: Termitleri taklit eden bir bina
Organizma Düzeyi (Belirli bir organizma taklidi)	Biçim	Bina termite benzemektedir.
	Malzeme	Bina termitle benzer malzemeden yapılmaktadır. Örneğin, malzeme termitin dış kabuğunu veya derisini taklit etmektedir.
	Yapım	Bina termite benzer bir yöntemle inşa edilmektedir. Örneğin, çeşitli büyüme evrelerinden geçmektedir.
	Süreç	Bina tek bir termit gibi çalışmaktadır. Örneğin, genlerin kopyalanması sürecinde hidrojen üretmektedir.
	Fonksiyon	Binanın fonksiyonları bir termite benzemektedir. Selüloz atığını dönüştürmekte ve gübre üretmektedir.
Davranış Düzeyi (Bir organizmanın nasıl davrandığı ya da daha geniş bağlamda nasıl ilişkilendirilebileceğinin taklidi)	Biçim	Bina bir termit tarafından yapılmış gibi görünmektedir. Örneğin, bir termit tepeciğine benzemektedir.
	Malzeme	Bina termitin inşa etmek için kullandığına benzer bir malzeme ile yapılmaktadır. Örneğin, sindirilmiş ince toprakları temel malzeme olarak kullanmaktadır.
	Yapım	Bina termitin inşa etmek için kullandığına benzer yöntemle inşa edilmektedir. Örneğin, belirli yerlerde belirli sayıda toprak istiflenmektedir.
	Süreç	Bina bir termit tepeciği gibi çalışmaktadır. Örneğin; dikkatli yönlenme, biçim, malzeme seçimi, doğal havalandırma planlanmakta veya termitlerin bir arada çalışmasını taklit etmektedir.
	Fonksiyon	Bina fonksiyonları termitin yaptığıyla benzer şekilde çalışmaktadır. Örneğin iç mekân iklimi sabit bir ısıya ve optimuma ayarlanmaktadır.
Ekosistem Düzeyi (Bir ekosistemin taklidi)	Biçim	Bina bir termitin içerisinde yaşayabildiği bir ekosisteme benzemektedir.
	Malzeme	Bina termit ekosisteminin yapıldığına benzer malzemeden yapılmaktadır. Örneğin doğada var olan ortak bileşenler kullanılmakta ve su birincil kimyasal madde olarak kullanılmaktadır.
	Yapım	Bina bir termit ekosistemindeki gibi bir araya getirilmektedir. Örneğin, zamanla artan bir karmaşıklık ve ilkeler dizisi vardır.
	Süreç	Bina bir termit ekosistemine benzer şekilde çalışmaktadır. Örneğin güneşten enerji dönüştürüyor ve suyu depolamaktadır.
	Fonksiyon	Bina bir termit ekosistemindekine benzer bir işleve sahip olabilmekte ve süreçler arasındaki ilişkiyi kullanarak karmaşık bir sistemin parçası olabilmektedir. Örneğin, ekosistemdekine benzer şekilde hidrojen, karbon, nitrojen döngülerine katılabilmektedir.

3.1.1. Organizma düzeyi

Milyonlarca yılda gelişen organizmalar, sürekli değişime dayanan ve uyum sağlayan bir yaşam mücadelesinin süzgecinden geçmektedirler. Doğal seleksiyon adı verilen bu mekanizma ile yalnızca en kolay adapte olabilen ve en güçlü canlılar yaşamlarını devam ettirebilmişlerdir. Bu açıdan doğadaki bu organizmaların sorunlar karşısındaki çözümleri insanların tasarım problemlerinde önemli örnekler olarak yer edinebilmektedir (Alberti ve diğerleri, 2003). Organizma düzeyinde, doğadaki organizmaların halihazırda ekolojik ve enerji etkin çözümlerinden esinlenmeler bulunmaktadır.

Bu düzeye örnek olarak Nicolas Grimshaw & Partners tarafından tasarlanan Waterloo Uluslararası Terminali gösterilebilmektedir (Resim 3.1). Terminalin, trenler girerken ve çıkarken oluşan hava basıncının kontrol edilebilmesi için tasarlanan üst kabuğu, pangolinlerin değişik ölçek düzenlemelerine imkân vererek hava basıncı karşısında gösterdikleri tepkiden ilham alınarak kurgulanmıştır (Yedekçi, 2015).



Resim 3.1. Waterloo Uluslararası Terminali çatı örtüsü (URL-27)

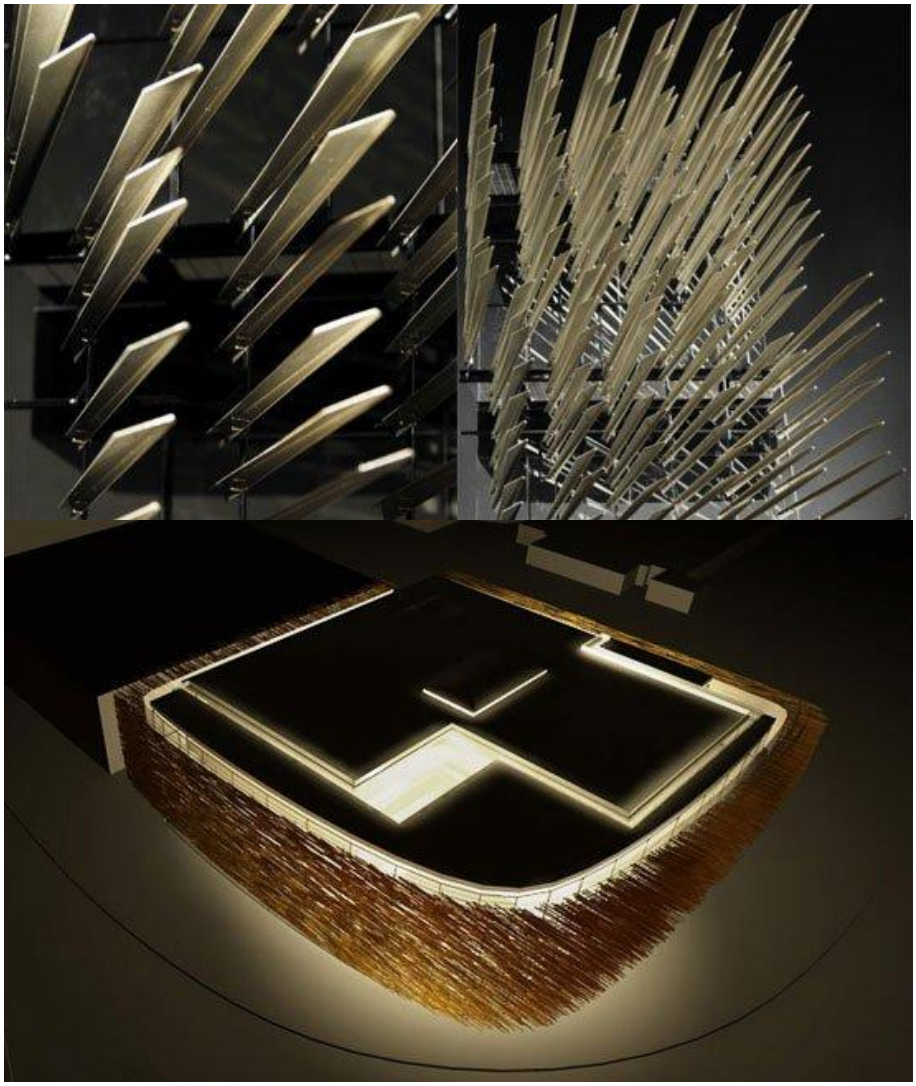
Organizma düzeyinde başarılı taklitleri olan canlılardan bir diğeri kaktüsler olarak gösterilebilir. Kaktüslerin kurak çöl ikliminde yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek amacıyla kabuklarında geliştirdikleri teknoloji, kaktüsün su dengesinin korunmasına yardımcı olur. Katar gibi az yağış alan bir bölgede yapılan Kent ve Tarım Bakanlığı binası,

kaktüsün dış kabuğundaki dikenli yapısının sağladığı gölgeleme etkisinden esinlenilerek tasarlanmıştır (Resim3.2). Kabukta yer alan gölgelikler bina içerisine giren gün ışığı ve ısıyı düzenlemekte ve bu sayede bina içindeki nem ve ısı dengesi korunarak, mekanik ısıtma ve soğutma yükünün azaltılması hedeflenmektedir. Estetik olarak da etkili bir cephe formuna ulaşabilmiş yapı, sürdürülebilir bir çözüm elde edebilmek için bulunduğu bölgenin yaşam şartlarına uyum sağlamış bir organizma taklidi yapmaktadır (Yedekçi, 2015).



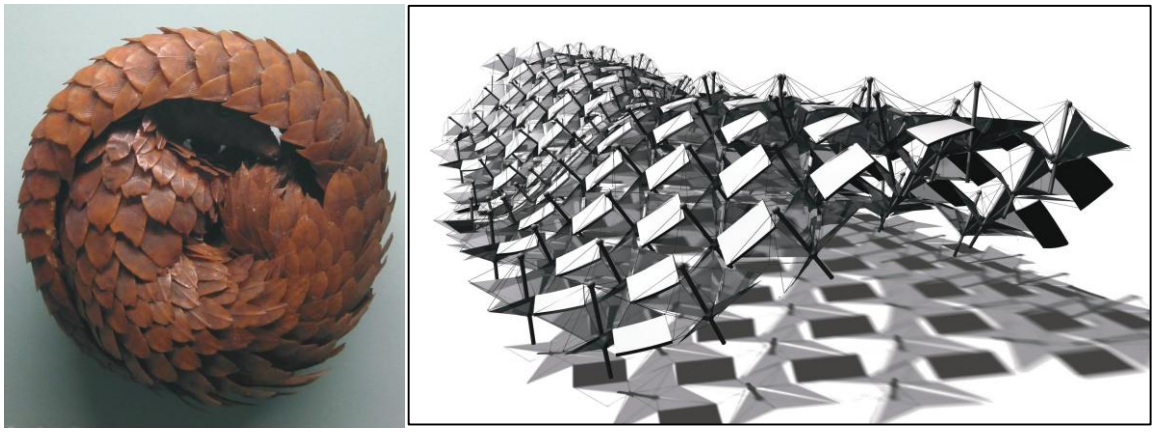
Resim 3.2. Katar Kent ve Tarım Bakanlığı binası (Yedekçi, 2015)

Organizma düzeyinde taklide dayanan bir diğer proje Moxon Architects firması tarafından İngiltere'nin Preston şehrinde yapılan bir ofis binasıdır. Resim 3.3'te yer alan görsellerde de görüldüğü üzere, bina kabuğu, gergi halatları sayesinde cepheye dik doğrultuda dizilen alüminyum paletlerden oluşmaktadır. Kirpilerin dikenlerinden esinlenen bu cephe tasarımı hem işlevsel hem estetik kaygılar güdülerek tasarlanmıştır. Üç boyutlu bir kabuk olması açısından, yapıya dışarıdan bakanlara opaklık ve şeffaflık arasında farklı algılar sağlayabilmektedir. İşlevsel açıdan da kabuk bina için bir yağmur ve güneş grevi görmekte, ısı ve ışık kontrolü sağlamaktadır. Böylece yapının enerji kaybı ve ihtiyacı minimize edilmeye çalışılmıştır. Yapının kirpiden esinlenen tasarımı, yapıya enerji etkin bir bina kimliği kazandırmıştır (Yedekçi, 2015).



Resim 3.3. Moxon Architects tarafından tasarlanan ofis binası (URL-28)

Organizma düzeyinde malzeme taklidine dayanan bir başka örnek ise Gana'da bulunan Kakum Ulusal Parkında savaş sırasında acil sığınma alanı olarak tasarlanan bir projedir. Projede pangolinlerin tehlike anında yuvarlanarak kendisini saldırılardan koruyabilecek güçlü bir kabuğa sahip olmasından esinlenilmiştir (Resim 3.4). Yapının, pangolinlerin deri sistemindeki gibi üst üste getirilen levhalarla oluşturulan esnek bir zırhla korunması amaçlanmıştır. Zırhın saldırılardan koruyucu özelliği olması gibi, bina kabuğunun da istenilmeyen çevre olaylarına karşı yapıyı koruyucu özelliğe sahip olması düşünülmüştür (Mazzoleni ve Price, 2013).



(a) (b)

Resim 3.4. (a) Pangolinlerin tehlikelerden korunma davranışı, (b) Ağaç pangolinlerinin özelliklerinden esinlenen modüler kabuk sistemi (Mazzoleni ve Price, 2013)

Organizmayı içinde bulunduğu ekosistemin daha geniş bağlamına nasıl katıldığını ve ekosisteme nasıl katkıda bulunduğunu anlamadan, tek başına taklit etmek, çevresel etkiler açısından geleneksel veya ortalamanın altında tasarımlar üretilmesine neden olabilmektedir. Organizmaların taklit edilmesi bütün bir sistemden ziyade belirli bir özelliğe sahip olma eğiliminde olduğu için, özellikle tasarımcıların çok az biyolojik bilgiye sahip olduğu ve ilk tasarım aşamasında ekolojist ve biyologlarla işbirliği yapmadıkları durumlarda, binalara entegre olmaktan ziyade eklenen yeni bir teknoloji olarak görünmektedir. Bu yöntem yeni ve yenilikçi bina teknolojileri veya malzemeleriyle sonuçlanabilse de, sürdürülebilirliği artırmaya yönelik adımlar barındırmamaktadır (Zari, 2007).

3.1.2. Davranış düzeyi

Doğada bulunan organizmalar da insanların çevreyle ilgili karşılaştıkları sorunlarla karşılaşır ve ekosistemin sınırlı kapasitesi içerisinde, sınırlı enerji ve malzemeyle varlıklarını sürdürebilmeyi çalışmaktadırlar. Ekosistemlerde adaptasyonlar yaratan bu sınırlar ve baskılar, yalnızca iyi adapte olmuş organizmaların evrimleşmeye devam ettiği anlamına gelmemekte, aynı zamanda iyi adapte edilmiş organizma davranışları ve türler arasındaki ilişki örüntüleri anlamına gelmektedir (Reap, Baumeister ve Bras, 2005). Bu açıdan organizma davranışlarının incelenip, tasarımlara aktarılması doğadan öğrenmenin etkili yollarından biridir. Davranış düzeyinde esinlenme organizmanın davranışları ve çevresiyle kurduğu ilişki incelenerek yapılabilmektedir.

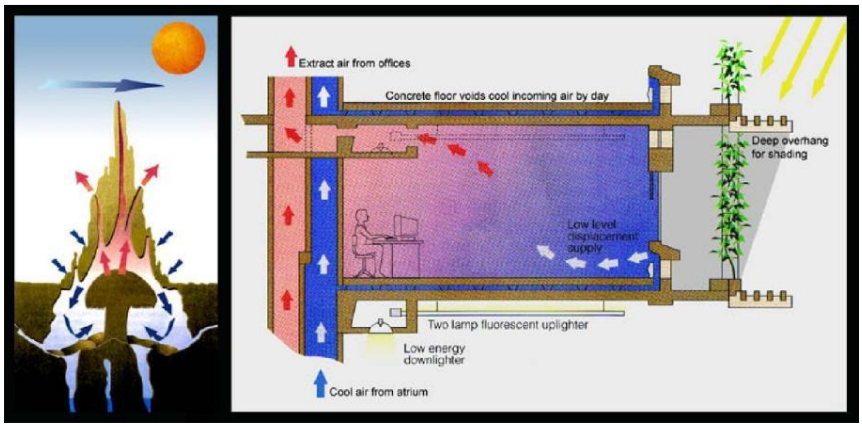
Zimbabwe'nin başkenti Harare'de bulunan, Mike Pearce tarafından 1996 yılında tasarlanan Eastgate Ofis ve Alışveriş Merkezi binası termitlerin oluşturduğu tepeciklerin strüktürel ve işlevsel özelliklerini taklit ederek ortaya çıkmış başarılı örneklerdendir (Resim 3.5). Yapının havalandırması termit yuvaları ile aynı mantıkta çalışmaktadır. Bu sayede mekanik sistemlere gerek kalmadan ortam sıcaklığı sabit tutulabilmekte ve böylece enerji etkin bir yapı elde edilmektedir.



(a) (b)

Resim 3.5. (a)Eastgate Merkezi (URL-29), (b)Termit kulesi (Türk, 2018)

Termitlerin ürettikleri mantarları 30 °C'de saklamaları gerekmektedir. Fakat bulundukları kurak iklimde sıcaklık 2 ile 40 °C arasında değişiklik gösterebilmektedir. Oluşturdukları doğal havalandırma sistemi sayesinde, değişen sıcaklık koşullarına rağmen iç ortam sıcaklığını sabit tutabilmektedirler (Zari, 2007). Eastgate Merkezi'nde de atriumdaki soğuk hava fanlar yardımıyla binanın yüksek iki kulesine iletilmekte, katlarda bulunan sıcak hava baca olarak açılan bir başka kanal yardımıyla herhangi bir enerji kullanımına gerek kalmadan dışarı atılabilmektedir (Manlutac, 2008). Bu şekilde termit binalarının havalandırma sisteminden ilham alınarak inşa edilmiş binalarda %90 oranında enerji verimliliği elde edildiği gözlemlenmiştir (Ekici, 2013).



Resim 3.6. Eastgate Merkezi ve termit tepeciğinin havalandırma sistemi (URL-29)

Davranış düzeyinde tasarımlara, Mick Pearce tarafından Melbourne, Avustralya'da tasarlanan CH2 Binası başka önemli bir örnek olarak verilebilir (Şekil 3.7). Binada Eastgate Merkezi Binasında olduğu gibi, ısıtma ve soğutma sistemleri için termit kulelerinin sıcaklığını düzenlemesinden esinlenilmiştir. Termitlerin iklimlendirme amacıyla kullandığı tasarım yaklaşımı, sera gazı salınımını ve enerji tüketimini azaltmak için pasif soğutma ve ısıtma uygulamaları oluşturulmasında kullanılmıştır (Mohamed, Bakr ve Hasan, 2019).



(a) (b)

Resim 3.7. (a) CH2 Binası, batı cephesi (URL-30), (b) CH2 Binası, kuzey cephesi (URL-31)

Yapının cephesi, aynı zamanda bir ağaç kabuğuna benzetilerek organizma düzeyinde de bir taklit ortaya konmuştur. Batı cephesinde gerçek ağaç epidermisi kullanılmıştır. Bu sayede iç ortam ısısının ılımlı hale getirilmesi hedeflenmiştir. Kuzey ve güney cepheleri ise ağaç kabuklarındaki broşlardan esinlenerek hava kanalları tasarlanmıştır. Avustralya'nın konumu itibariyle hava bacaları kuzey cepheye yerleştirilmiştir. Bu sayede kuzey hava deliklerinden gelen ılık hava kolayca tahliye edilirken ve güney hava deliklerinden gelen soğuk hava ile bina serinletilmektedir. Kabuk arkasında havalandırılan nemli alan, ışık ve havayı filtreleyerek koruyucu bir tabaka görevi görmektedir (Radwan ve Osama, 2016).

2015 yılında sayısal tasarım, simülasyon ve robotik üretim süreçlerinin birlikteliğinin araştırılması amacıyla geliştirilen ICD/IKTE Araştırma Pavyonu, su örümceğinin yuva yapımından ilham alarak tasarlanmıştır (Resim 3.8). Su örümceğinin ağ yapım süreci analiz edilmiş, davranış kalıpları ve tasarım kuralları incelenerek teknolojik üretim sürecine aktarılmıştır (Vasey ve diğerleri, 2015).

Hayatının büyük kısmını su altında geçiren örümcek, güçlendirilmiş bir hava kabarcığı oluşturmaktadır. Bu hava kabarcığının altında ilk olarak yatay bir örgü oluşturan örümcek sonrasında yapısını güçlendirmeye başlamaktadır. Sonuç olarak kendisi için güvenilir, su akımlarının mekanik güçlerine dayanıklı bir yapı ortaya çıkmaktadır. Örümceğin bu üretim yöntemini araştırmaya değer bulan tasarımcılar, EFTE malzemeden yapılmış hava ile desteklenmiş bir zar tabakası içerisine karbon elyafla bir örgü sistemi oluşturmuşlardır. Bu üretim yöntemi, karmaşık formlu kabuklar ve farklı strüktürel çözümler için biyomimesisin potansiyellerini ortaya koymaktadır.



Resim 3.8. ICD/ITKE Araştırma Pavyonu 2014-2015 (URL-32)

3.1.3. Ekosistem düzeyi

Ekosistemlerin taklit edilmesi, Benyus (1997) ve Vincent ve diğerleri (2006) tarafından tarif edildiği gibi biyomimesisin ayrılmaz bir parçasıdır. Tasarımda ekosistem taklidi Russel (2004) tarafından "ekomimikri" olarak adlandırılmıştır. Marshall (2007) bu terimi güç, itibar veya fayda yerine ekosistemlerin ve insanların refahını hedefleyen sürdürülebilir bir biyomimesis formu olarak kullanmaktadır.

Zari (2007), bu biyomimetik düzeyde tasarım yapmanın bir avantajının, diğer biyomimetik düzeyler ile birlikte kullanılabilmesi olduğunu söylemektedir. En önemli avantajının ise, genel çevresel performans üzerindeki potansiyel olumlu etkiler olabileceğini ifade etmektedir. Korhonen'e (2001) göre eğer yapılı çevre bir sistem olacak şekilde tasarlanmışsa, sadece metafor düzeyinde bile bir ekosistem gibi davranması bekleniyorsa, yapılı çevrenin çevresel performansı artabilmektedir.

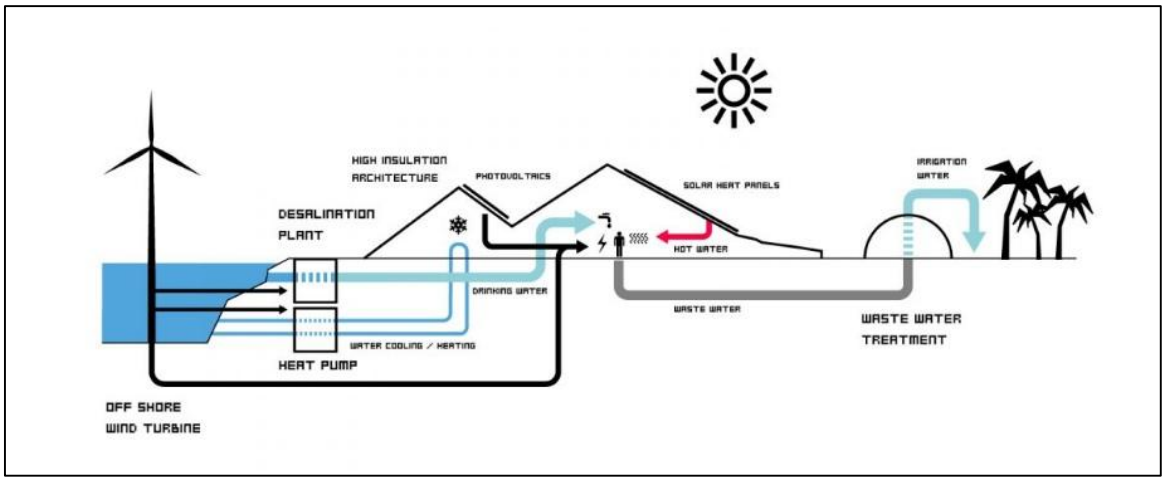
Ekosistem düzeyi, binadan daha büyük bir ölçekte, tüm bileşenlerin birbiri ile olan ilişkisi olan yeşil şehir ya da eko-şehir olarak düşünülebilir. Bu düzeyde taklit, biyomimesisin sürdürülebilir bir formu olarak ekosistemin ve insanların iyiliğini amaçlayan bir yaklaşım olarak görülür.

Bjarke Ingels tarafından Hazar Denizi'nde yer alan Azerbaycan'a bağlı Zira Adası için oluşturulmuş proje bu düzeyde bir esinlenme için iyi bir örnektir (Resim 3.9). Adanın mevcut coğrafyasında bitki örtüsü ve su kaynakları yer almaması sebebiyle projenin kendisinin bir ekosistem oluşturması hedeflenmiştir. Böylece kendine yeten bir kent ortaya çıkması amaçlanmıştır.



Resim 3.9. Zira Adası Master Planı, Bjarke Ingels (URL-33)

Resim 3.10'da tasarım konseptine yer verilen projeye göre, Hazar Denizi'ne yerleştirilen rüzgâr tribünlerinin ürettiği enerji, denizden alınan tuzlu suyu arıtacak tesislerde kullanılmaktadır. Arındırılmış su içme suyu olmasının yanı sıra bina ısıtma ve soğutma işlemleri için de kullanılmaktadır. Bu işlemlerden sonra oluşan atık su ve toplanan yağmur suları ise ada üzerindeki bitki örtüsünün artırılması amacıyla kullanılmaktadır. Aynı zamanda arıtma işlemi sırasında elde edilen mineraller toprağın gübrelenmesi amacıyla kullanılabilmektedir. Suyla ilgili bu çalışmaların dışında enerji üretimi sağlaması amacıyla güneş panelleri de kullanılmaktadır. Böylece ada kendine yeten, bağımsız bir ekosistem dönüşebilmektedir (Yedekçi, 2015).



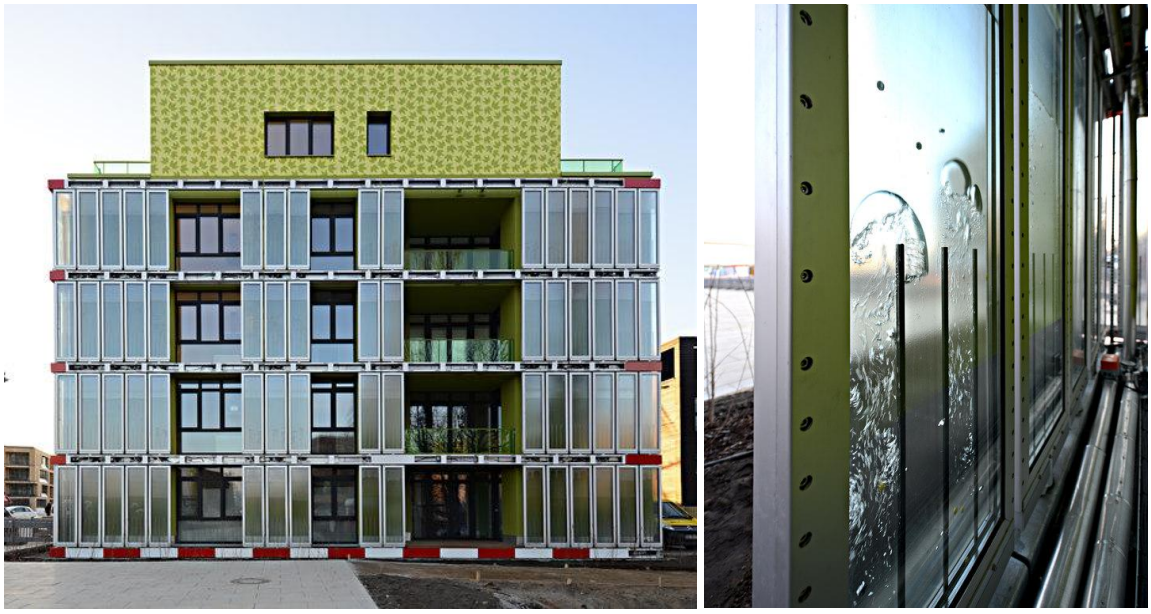
Resim 3.10. Zira Adası su döngüsü (URL-33)

Ekosistem düzeyinde malzeme taklidine dayanan bir örnek ise 2013 yılında tasarlanan Hygroskin Pavyonudur. Resim 3.11'de görselleri yer alan yapının tasarımında, neme duyarlı doğal ahşap malzeme ile herhangi bir mekanizmaya ihtiyaç duymadan hava koşullarına ve iklim değişimlerine karşı duyarlı bir kabuk üretilmesi amaçlanmıştır. Yapının cephesindeki açıklıklar, nem değişikliğine karşı açılıp kapanarak yanıt verebilmektedir (Reichert ve diğerleri, 2015).



Resim 3.11. Hygroskin – Meteorosensitive Pavilion (URL-34)

Arup tarafından 2013 yılında Almanya'nın Hamburg şehrinde yapılan BIQ (Bio Intelligent Quotient) Binası, yapılarda biyo-reaktif cephe uygulamasının öncülerinden sayılmaktadır (Resim 3.12). *SolarLeaf* olarak da adlandırılan cephe, barındırdığı algler sayesinde fotosentez arcılığıyla enerji üretebilmektedir. CO_2 salınımını azaltmanın yanı sıra binaya ihtiyaç duyduğu tüm enerjiyi sağlayabilen cephe, yosun dolgulu panellerden oluşmaktadır. Yapı, sürdürülebilir tasarım özellikleriyle düşük karbon salınımlı kentler için önemli bir rol oynamaktadır.



(a) (b)

Resim 3.12. (a) BIQ Binası, (b) BIQ Binası cephe detayı (URL-35)

Ekosistem düzeyi, organizma ve davranış düzeyi ve mevcut sürdürülebilir yöntemlerle birlikte kullanılabildiğinden dolayı önemli bir avantaja sahiptir. Ekosistemin metaforik olarak ele alınması, tasarıma bir bütün olarak görülmesi ve daha doğru işlemesi açısından önemli olmaktadır. Bu düzeyde taklit edilen metaforik bir tasarımda tasarımcının biyoloji konusunda çok fazla bilgiye sahip olunması beklenmezken, ekolojinin işlevsel olarak tasarıma entegre edilmesi pek çok uzmanın projeye dahil olmasını gerektirebilmektedir (Zari, 2007).

3.1.4. Bölüm sonucu

Bir tasarımın biyomimetik düzeyinin ne olduğunu ve bu düzeyde bir taklidin neden tasarıma uygulandığını anlamak biyomimesisi anlamak için önemli bir adım olarak görülmektedir. Ortaya konan tüm düzeyler araştırmacılar tarafından açıklansa da, çoğu zaman tam olarak anlaşılmadıkları görülmektedir. Biyomimetik bir tasarım yalnızca organizmalara ait formların, dokuların, renklerin taklidinden ibaret kalmamakta, tasarımın doğrudan bir biyolojiye sahip olması anlamına gelmektedir (Othmani ve diğerleri, 2018).

Bu çerçevede, yukarıda düzey başlıkları altında sunulan örneklerin Çizelge 3.2'de bir incelemesi yapılmıştır. Tasarımlara ilham kaynağı olan organizmalar veya ekosistemler ve bu ilham kaynaklarının tasarımlara nasıl adapte edildiklerinin özeti üzerinden, doğaya hangi

düzeyde baktıkları, bu düzeylerden hangi unsuru veya unsurları tasarım öğesi olarak ele aldıklarına bakılmıştır.

Çizelge 3.2. Biyomimetik proje örnekleri karşılaştırması

PROJE	ESİNLENİLEN ORGANİZMA	TASARIMA AKTARIMI	BİYOMİMETİK DÜZEYİ	BİYOMİMETİK UNSURU
Waterloo Uluslararası Terminali	Pangolin	Pangolinlerin hava basıncı karşısında kullandıkları tepki yapı kabuğunda kullanılmıştır.	Organizma	Süreç - Malzeme
Katar Kent ve Tarım Bakanlığı Binası	Kaktüs	Bina kaktüs formunda tasarlanmıştır. Kaktüste bulunan dikenler yapıda gölgeleme elemanı olarak kullanılmıştır.	Organizma	Biçim - Malzeme
Moxon Architects Ofis Binası	Kirpi Derisi	Yapı cephesinde kirpi derisindeki iğneler gibi elemanlar kullanılmıştır.	Organizma	Malzeme
Kakum Ulusal Parkı Acil Sığınma Alanı	Pangolin Kabuğu	Yapı kabuğu pangolinlerin kabuğu gibi esnek bir yapıda tasarlanmıştır.	Organizma	Malzeme
Eastgate Alışveriş Merkezi	Termit Kulesi	Yapının iklimlendirilmesi için termit kulesinde kullanılan havalandırma sistemleri tasarlanmıştır.	Davranış	Süreç
CH2 Binası	Ağaç Kabuğu	Binada termit kulesinin havalandırma sistemi ve cephesinde ağaç epidermisi kullanılarak bina ısıl konforu sağlanmıştır.	Davranış	Süreç - Malzeme
ICD/ITKE Araştırma Pavyonu	Su Örümceği Yuvası	Yapı, su örümceğinin yapım yönteminden esinlenilerek inşa edilmiştir.	Davranış	Yapım

Çizelge 3.2. Biyomimetik proje örnekleri karşılaştırması (devamı)

PROJE	**ESİNLENİLEN ORGANİZMA**	**TASARIMA AKTARIMI**	**BİYOMİMETİK DÜZEYİ**	**BİYOMİMETİK UNSURU**
Zira Adası Master Planı	Ekosistem Döngüsü	Doğal kaynakları bulunmayan adada ekosistem oluşturulmuştur.	Ekosistem	Süreç
Hygroskin – Meteorosensitive Pavilion	Doğal Ahşap Malzeme Davranışı	Yapı doğal ahşap malzemeden tasarlanarak iklim koşullarına uyumlu tepki vermesi sağlanmıştır.	Ekosistem	Malzeme
BIQ Binası	Ekosistem Döngüsü	Yapı alglerin fotosentez özelliğini kullanarak enerji üretmekte ve karbon salınımını düşürmektedir.	Ekosistem	Fonksiyon

Ortaya konulan biyomimetik bakış açısı ile tasarlanmış mimari örneklerde de görüldüğü gibi, biyoloji ve teknoloji alanındaki gelişmelere paralel olarak doğaya daha fazla adapte olmanın, ekosisteme daha fazla katkı sağlamanın mimari tasarımda gittikçe daha önemli bir konuma ulaştığı gözlemlenmektedir. Ekolojik ve enerji etkin bina tasarımında önemli yaklaşımlardan birisi olarak yer edinmiş olan biyomimesisin, şüphesiz bu sebeple geleceğin mimarlığının da ilgi alanı olacağı düşünülmektedir. Mimarlıkta biyomimetik yaklaşımların günümüz mimarisinde teknik olarak faydalar sunmasının yanı sıra, estetik amaçlara da hizmet ettiği verilen örnekler üzerinden görülebilmektedir. Aynı şekilde 20. yüzyıl başlarında Sant'Elia tarafından ortaya atılmasına rağmen günümüzde bile geçerliliğini koruyan fütürist mimarlık ve ona dinamizmini kazandıran eğrisel hatların ilişkisinin, biyomimetik yaklaşımların sunduğu bu estetik algıyla bağlantısı göz önünde bulundurulması gereken önemli konulardandır.

3.2. Fütüristik Mimarlık Örneklerinde Biyomimesis

Teknolojideki gelişmeler tasarımcılara ve bilim insanlarına karşılaştıkları problemleri çözme konusunda yeni seçenekler sunmaktadır. 3 bin yıldır karşılaşılan tasarım problemlerinde çözüm amaçlı gözlenen doğa, artık barındırdığı çözümlerle yeni problemleri tariflemede de önemli rol oynamaktadır. Mimarlık, biyoloji ve teknoloji birlikteliği sonucu ortaya çıkan ilerlemelerin, gelecekte insan yaşamında büyük değişikliklere yol açacağı düşünülmektedir. Disiplinler arası işbirliğinin öneminin farkında olan mimarlar, mühendisler ve biyologlar bu alanda yeni paradigmalar üretecek araştırmalar yürütmektedirler (Avinç ve Selçuk, 2019).

Son yüzyılda biyoloji ve genetik alanında meydana gelen gelişmeler diğer bilim ve sanat dallarında da etkisini göstermişlerdir. Mimarlık alanında etkisini her geçen gün artıran doğadan esinlenme yaklaşımında bu gelişmelerin büyük rolü vardır. "...endüstri çağına strüktürel tasarımın dorukları bağlamındaki kimliğini veren yaklaşımın 'çok büyük boyutlar' sorununa getirilen yalın ve asal geometrilerken, endüstri ötesi çağı karakterize edecek olanın olağan boyutların natüralist ve biyomorfik geometrisi olacaktır." diyen Uğur Tanyeli, gelecek yüzyıllarda mimarlık ve doğa etkileşiminin daha da gelişeceğine dair öngörüde bulunmuştur (Arslan Selçuk ve Gönenç Sorguç, 2007). Jencks de (1971) "Architecture 2000: Predictions and Methods" adlı kitabında mimari kavramları tartışırken 20. yüzyılın sonlarında biyomorfik kavramının mimarlık üzerinde büyük etkisi olacağını belirtmiştir. Bulunduğumuz yüzyılda mimarlık üzerine birçok görüş ortak olarak, biyolojik gelişmelerin mimarlıkta yeni değerler dizisi yaratacağını vurgulamaktadırlar (Arslan Selçuk ve Gönenç Sorguç, 2007).

Arslan Selçuk ve Gönenç Sorguç, (2007) "Mimarlık Tasarımı Paradigmasında Biyomimesis'in Etkisi" adlı çalışmalarında biyomimesisin mimarlıkta 3 temel çalışma alanı bulabileceğini belirtmişlerdir. Birincisi dayanımı daha yüksek, kendi kendine birleşebilen ve kendi kendini onarabilen malzemelerin geliştirilmesinde; ikincisi, binaların ve yapılı çevrenin iklimlendirilmesi için doğal süreç ve kuvvetlerin kullanılmasında; son olarak da enerji korunumu yüksek ve dönüştürülebilir atıkların yeniden kullanılmasına sağlayan, kaynakları tüketen değil kaynak üreten yapıların tasarlanmasındadır.

Tezin bu bölümünde biyomimetik bir yaklaşımla tasarlanmış, bağımsız altı adet fütüristik mimarlık örneği sunulmaktadır. Sunulan örnekler biyomimetik düzeylerine göre kategorize edilerek, faydalandıkları yaklaşımın fütürist mimarlık üzerindeki etkisi saptanmaya çalışılmıştır. Elde edilen saptamaların, tezin dördüncü bölümünde analiz edilen projelerdeki fütüristik ve biyomimetik öğelerin ilişkisini anlamlandırmada faydalı olduğu görülmektedir.

Sky-Terra Kuleleri

San Francisco'lu tasarımcı Joanna Borek-Clement tarafından halihazırda aşırı yoğun olan ve kamusal rekreasyon alan ihtiyacı bulunan Tokyo kenti düşünülerek tasarlanan "Sky-Terra Kuleleri", nöronlardan ilham alarak birbiriyle bağlantılı kule ağları önermektedir (URL-36). Kamusal parklar, amfi tiyatrolar, tarlalar, yüzme havuzları ve hamamların bulunduğu yeni bir kent katmanı sunan bu gökdelen yapısı 2009 Evolo Gökdelen yarışmasında yer almıştır.

Çok derin ve sağlam bir temelin üzerine oturan ince bir tabandan oluşan kuleler, Şekil 3.13'de de görüldüğü üzere, yaklaşık 500 metre kadar yükselip, en üstteki düz plakayı oluşturacak şekilde genişliyorlar. Birbirinden farklı işlevler barındıran kuleler mevcut binaların üzerinde köprü şeklinde uzanarak, kentin kargaşası ve kirliliğinin üzerinde yeni bir katman oluşturmaktadır (URL-36).



Resim 3.13. Sky-Terra Kuleleri, Joanna Borek-Clement (URL-36)

Ulaşım birbirine bağlanmış yürüme yolları üzerinde bisiklet ya da küçük elektrikli araçlarla sağlanabilmektedir. Yol dışında tüm alanlar, kentsel ısı adası etkisini azaltacak yeşil alanlardan oluşmaktadır. Yağmur suyu toplama sistemi ile yeşil alanların için su depolanabilecektir. Kulelerin yapımında kullanılan malzemeler sayesinde kaynakların ve enerjinin korunduğu projede, her kulenin merkezinde yer alan asansörler insanları cadde ile tepe arasında taşıyacaklardır. Kulenin genişlediği katlarda ofis, ticaret ve konut alanları da yapılacaktır. Bunun yanı sıra, altta kalan şehir için güneş ışığını engellememesi amacıyla plazaların aralarında ve üst tabakada boşluklar düşünülmüştür (URL-36).

Green Float

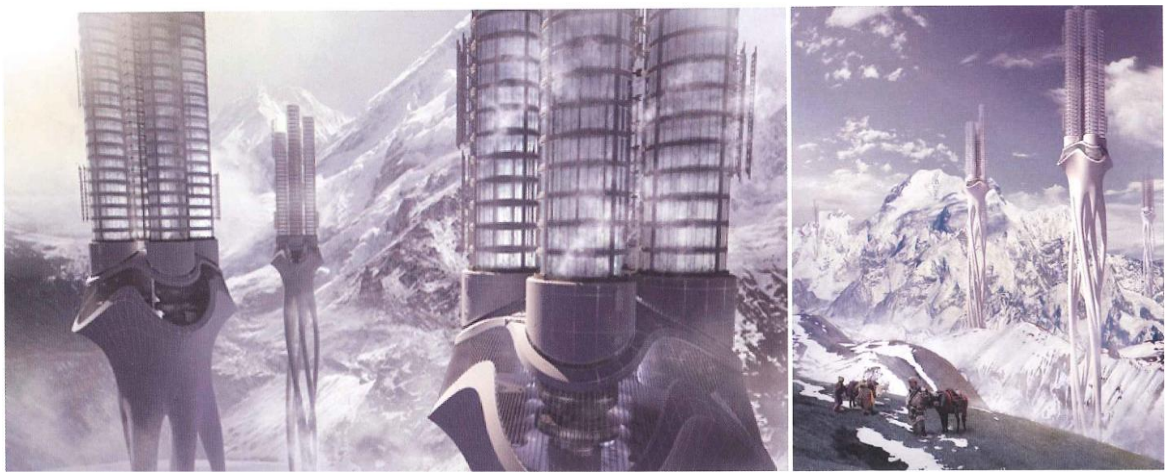
Shimizu tarafından Pasifik Okyanus'unda dubalar üzerinde yüzen yapay adalar olarak tasarlanan "Green Float" projesi, her biri 1 km genişliğinde olan hücreler üzerinde 10 bin ile 50 bin arasında insana yaşam imkânı veren, Şekil 3.14'de görüldüğü gibi dev nilüferler şeklinde gökdelenler barındırmaktadır. "Yeşil teknoloji kullanımıyla karbon oranı dengeli bir gelecek yaratmak" amacıyla tasarlanan projede, nilüfer bitkisinin yapısından örnek alınmış, yapraklar yerine magnezyum alaşımlı devasa tabakalar kullanılmıştır. Barındırdığı yeşillik ve ormanlık alanlarla yaşamsal ihtiyaçları üretebilecek, su yüzünde kurulacak setlerle tsunamilere karşı önlem alınabilecektir. İnsanların çevredeki ormanlık alanlarda, kumsallarda vakit geçirebileceği kurgulanan projede, başka yerlere ulaşım limandan gemilerle sağlanacaktır. Projede en yeni teknolojiler, yakıt tüketimini düşürmek ve ısı yalıtımını arttırmak amacıyla kullanılacaktır. Okyanus termal enerjisi, güneş, rüzgar ve dalgaların kullanımı sayesinde temiz enerji üretilebilecektir. 2008 yılında doğadaki geri dönüşüme katkı sağlaması ve karbon emilimini %40 azaltması amacıyla sunulan projenin yapımına 2025 yılında başlanılması planlanmaktadır (URL-37).



Resim 3.14. Green Float, Shimizu (URL-37)

Himalaya Su Kuleleri

Günümüzde Dünya'nın tatlı su kaynaklarının yüzde kırkını barındıran Himalaya Dağları'nda bulunan buz tabakaları iklimsel değişimler sebebiyle erimekte ve bu buzulların içerisinden çıkan nehirlerin yakınlarında yaşayan insanlar için büyük tehlikeler oluşturmaktadır. Bu soruna çözüm amacıyla Çinli mimarlar Zhi Zheng, Hongchuan Zhao ve Dongbai Song tarafından 2012 Evolo Gökdelen Yarışmasında sunulmak üzere tasarlanmış olan "Himalaya Su Kuleleri", altlarında bulunan nehirlerden ağaç köklerine benzer borular vasıtasıyla çektikleri suyu depolayan gökdelenlerdir (URL-38).



Resim 3.15. Himalaya Su Kuleleri (URL-38)

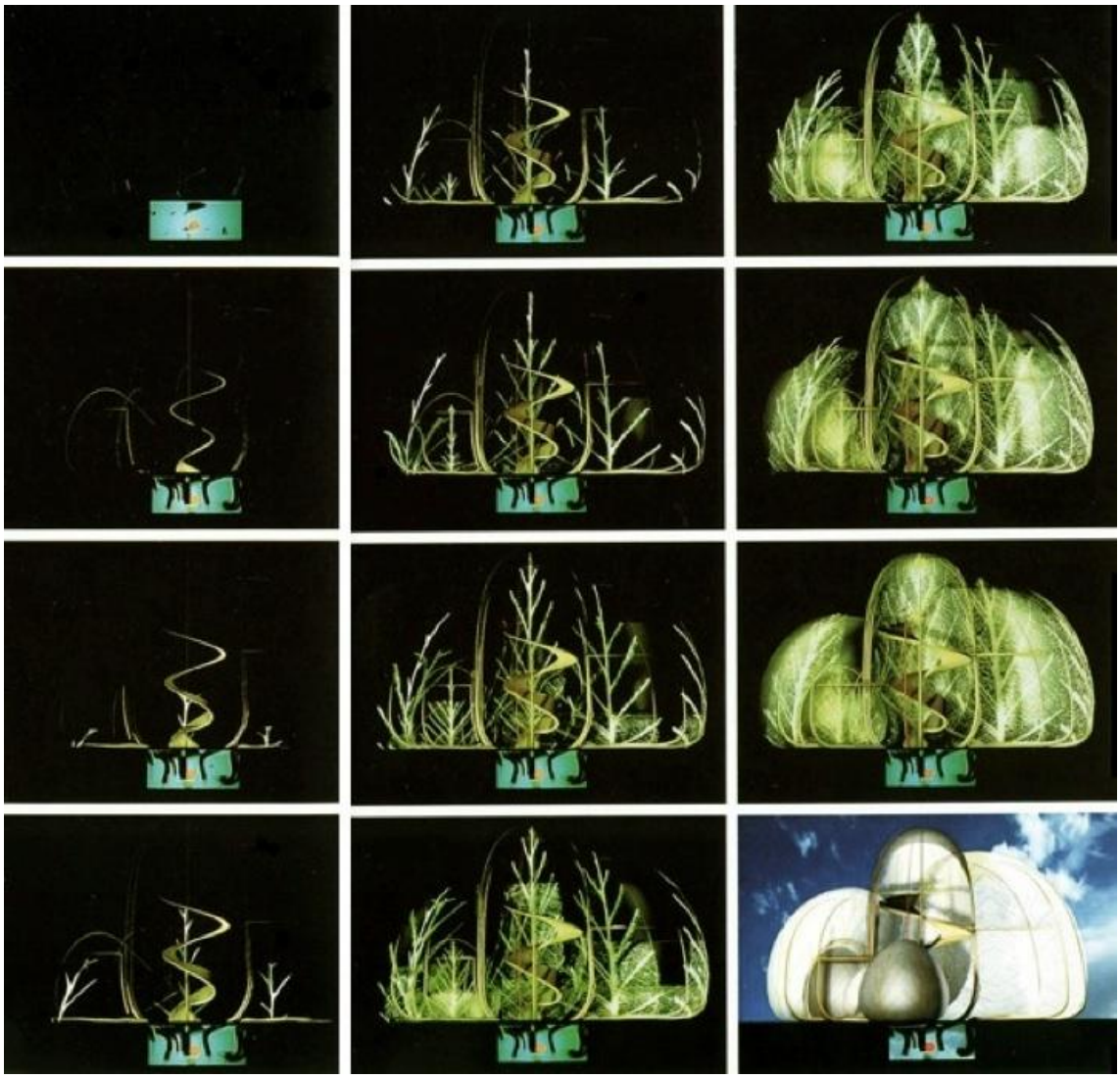
Proje nehirlerin düzenli olması sağlanmasının yanı sıra, yağmur mevsiminde toplanan suları arındırmakta, dondurmakta ve gelecekteki kullanımlar için depolamaktadır. Köklerden çekilen su ortada bulunan masif gövdedeki bir mekanik sistem vasıtasıyla dondurulmakta ve en tepede bulunan çelik strüktürlü kulelerde muhafaza edilmektedir (Resim 3.15). İhtiyaç olması durumunda yine mekanik sistem vasıtası ile çözündürülen su kökler vasıtası ile kentlere ve kasabalara dağıtılan şebekeye ulaşmaktadır (URL-38).

Moleküler Kurgulu Ev

Biyomimetik bir bakış açısı ile tasarlanmış Fütüristik örneklerden davranış düzeyinde ortaya konulmuş en önemlilerinden birisi olan "Moleküler Kurgulu Ev" projesi, mimarlıkta nanoteknoloji kullanımının en uç örneklerindendir. Mimar John M. Johansen'in tasarlamış olduğu yapı, insan yapımı yapıların evriminde yeni bir aşamayı temsil etmektedir. Moleküler

yapıda, çeşitli kimyasal yapıların atomları seçilmekte, özel desenlerle birleştirilmekte ve kendilerini çoğaltmak üzere programlanmakta, böylece neredeyse tüm tasarım ürünlerini üretmek için önemli bir iş gücü sağlanmaktadır (Johansen, 2002).

"Moleküler Kurgulu Ev" projesi, bir bitkinin saksıda tohumdan başlayarak yetişmesi gibi, özel kimyasallarla dolu bir teknenin içine yerleştirilen ve bitki gibi üreyip büyüyen bir evdir (Resim 3.16). Yapının temelini oluşturan kökler, üst yapının mekanik sistemler vs. gibi yapıyı oluşturan katmanlarını dokuz günlük moleküler bölünme sayesinde oluşmaktadır ve yapının katmanları değişen koşulara ayak uydurabilmektedir (Johansen, 2002).



Resim 3.16. Moleküler Kurgulu Ev gelişimi, John M. Johansen (URL-39)

Böyle bir moleküler büyüme insanlığı doğal formla yeniden bütünleştirecektir. Günümüzün çelik yapı parçalarına ve parçaların bağlantılarına bakıldığında, hem masraflı hem çok işçilik

gerektirecek şekilde eklemli, kaynaklı ve cıvatalı olduğunu görülmektedir. Moleküler büyüme süreci, çağdaş yapının keskin eklemlerini ve kenarlarını algılanamaz geçişlerle değiştirecektir. Yapı, bina kabuğu ve duvarları ile bütünleşik olacak ve yapı malzemeleri tamamen birleşik bir yapı içinde sorunsuz bir şekilde kaynaşacaktır (Johansen, 2002).

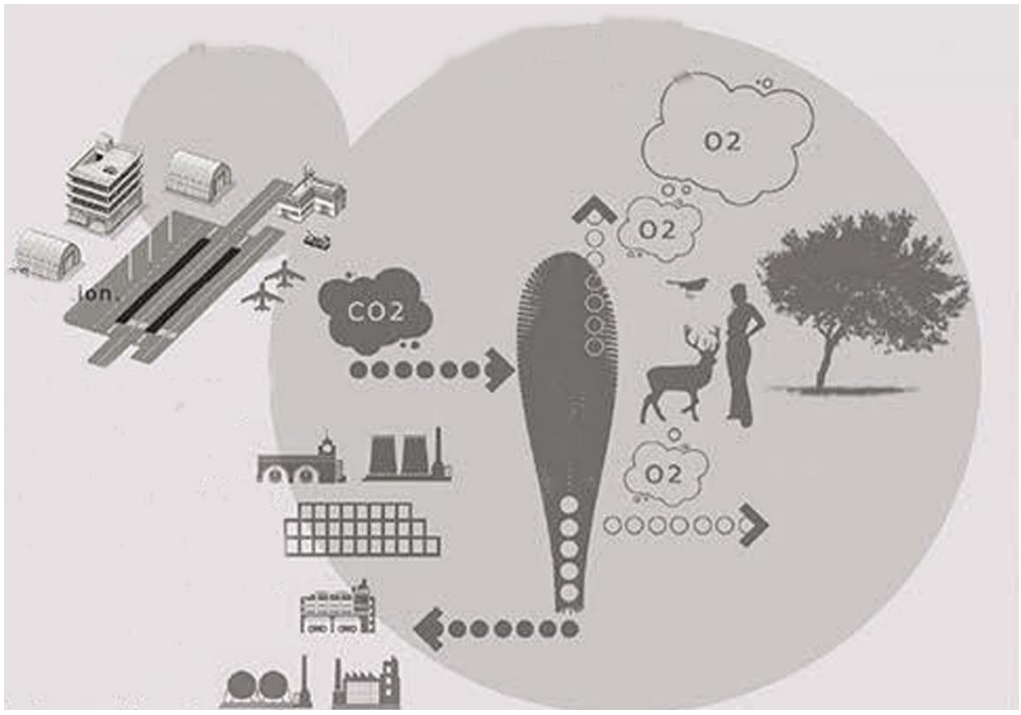
Hiper Filtre Gökdelen

2014 yılında Umarov Alexey tarafından şehirlerdeki bölgesel kirlilik sorunlarının çözümüne bir alternatif olması açısından tasarlanan "Hiper Filtre Gökdelen", cephesinde bulunan emici borular yardımıyla karbondioksit ve zararlı gazları soluyarak çevreye temiz hava vermektedir (Resim 3.17). Bu özelliğiyle yapı, ekosistemin bir parçası gibi davranmaktadır (URL-40).



Resim 3.17. Hiper Filtre Gökdelen, Umarov Alexey (URL-40)

Kabukta bulunan uzun borular aynı zamanda yapının sıcaklık dengesini korur ve atmosferdeki sıcaklığın aynı şekilde seyretmesini sağlarlar. Bunun yanında, Resim 3.18'de bulunan görselde de belirtildiği gibi, zararlı gazların emilimi sonucu oluşan atıklar, ihtiyaç olunduğu durumlarda inşaat ve kimyasal endüstrisinde kullanılmak üzere depolanırlar (URL-40).



Resim 3.18. Hiper Filtre Gökdelen işleyiş şeması (URL-40)

Gerridae

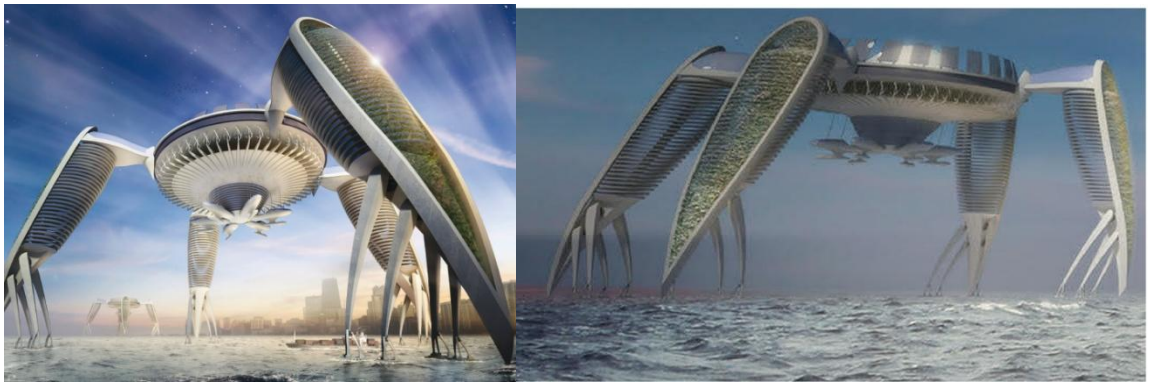
Su örümceğinin organik özelliklerinden ilham alarak mimar Joe Shi tarafından tasarlanan "Gerridae" projesi, karadaki hızlı kentsel genişlemenin büyük su kaynakları üzerine taşınması ve kendi kaynaklarını üretebilmesine olanak sağlayan, sürdürülebilir bir projedir. En büyük kaynak olarak okyanusta yeniden bir kentleşme düşünmek gerektiğini iddia eden proje ismini, tasarımını ilham aldığı su örümceğinin biyolojik isminden almaktadır (Resim 3.19). Su örümcekleri uzuvlarında bulunan kıllar sayesinde su yüzeyinde kolaylıkla hareket edebilmektedirler. Bu durum onun en çok ihtiyaç duyulan kaynakla sürekli temas halinde olabilmesine, fakat hiç iz bırakmamasına yol açmaktadır (URL-41).



(a) (b)

Resim 3.19. (a)Gerridae, Joe Shi (URL-42), (b)Su örümceği (URL-43)

Gerridae projesi üzerinde durduğu okyanustaki gelgitler tarafından yönlendirildiğinden dolayı göçebe bir kent olarak kabul edilmektedir. Kentin merkezi, konut bloklarının bulunduğu, okyanusa temas eden uzuvların yardımıyla yükseltilmiştir. Bu durum aynı zamanda yüksek rakımlarda güneş ve rüzgâr enerjisini de daha etkin kullanımını beraberinde getirmektedir. Resim 3.20'de görüldüğü gibi, kent merkezini havada tutan dengeleyici konut kolları, hava ile doldurulmuş platformların üzerine basmaktadırlar. Minimum 3, maksimum 6 konut kolunun bağlanması ile ayakta durabilen proje, toplamda 15.000'e yakın insan barındırabilmektedir. Aynı zamanda her kolda yeşil bir duvar görevi gören ve her konut seviyesinde iyileştirilmiş havalandırma ve ışık geçirgenliğine olanak sağlayan katmanlar yer almaktadır. Okyanusun 500 metre üzerinde yeni bir sürdürülebilir kent fikri olan Gerridae, doğal ve yapılı çevre arasında organik bir bağ peşinde koşmasıyla özerk ve mütevazı insani gelişime bir model olmaktadır (URL-41).



Resim 3.20. Gerridae, Joe Shi (URL-41)

3.2.1. Bölüm sonucu

Tezin bu bölümünde, yukarıda araştırılan fütüristik projelerin biyomimetik bağlamda analizi yapılmıştır. Kullanılan biyomimetik tasarım öğelerinin projelerin fütüristik karakterleri üzerine olan etkisi Çizelge 3.3'te karşılaştırılarak analiz edilmeye çalışılmıştır. Öncelikli olarak projelerin esinlendiği organizmalar ve esinlenilen özellikleri özetlenmekte, ardından burada verilen bilgiler ışığında projenin biyomimetik düzeyi saptanmakta ve projedeki bütün bu biyomimetik unsurların hangi fütüristik tasarıma yol gösterdiği tartışılmıştır.

Çizelge 3.3. Fütüristik mimarlık örneklerinde biyomimetik yaklaşımların incelenmesi

İncelenen Proje	Esinlenilen Organizma	Tasarıma Aktarımı	Biyomimetik Düzeyi	Biyomimetik Yaklaşımın Meydana Getirdiği Fütüristik Referanslar
Sky-Terra Kuleleri	Nöron hücreleri	Nöron hücreleri formunda yapılar hücrelerin bağlantısını taklit etmişlerdir.	Organizma (Biçim)	Eğrisel / Dinamik Hatlar Sürdürülebilirlik
Green Float	Nilüfer Bitkisi	Nilüfer bitkisinin su üzerinde yüzün formunda kendi ekosistemine sahip yapay adalar oluşturulmuştur.	Organizma (Biçim) Ekosistem (Fonksiyon)	Hareketlilik / Esneklik Eğrisel / Dinamik Hatlar İleri Teknoloji Kullanımı Sürdürülebilirlik
Himalaya Su Kuleleri	Ağaç Kökleri	Kulenin ağaç köklerine benzer ayakları ağaçlarınki gibi su çekme özelliğine sahiptir.	Organizma (Süreç)	Eğrisel / Dinamik Hatlar İleri Teknoloji Kullanımı Sürdürülebilirlik
Moleküler Kurgulu Ev	Bitki Gelişimi	Bir bitki gibi tohum halinde toprağa ekilen moleküler kapsül, büyüme evresinin ardından evi meydana getirmektedir.	Davranış (Yapım)	İleri Teknoloji Kullanımı Eğrisel / Dinamik Hatlar
Hiper Filtre Gökdelen	Ağaç	Yapının çevresinde bulunan ağaç dallarına benzer yapay borular kirli havayı soluyarak çevreye temiz hava vermektedir.	Organizma (Süreç) Ekosistem (Fonksiyon)	İleri Teknoloji Kullanımı Sürdürülebilirlik
Gerridae	Su Örümceği	Yapı su örümceğinin su üzerinde hareket edebilme davranışından ilham alınarak tasarlanmıştır. Kendi kaynaklarına sahip sürdürülebilir bir kenttir.	Davranış (Süreç) Ekosistem (Süreç)	Hareketlilik / Esneklik Sürdürülebilirlik

Çizelgede de görüldüğü üzere tasarımlarda kullanılan biyomimetik unsurlar fütüristik mimarinin her öğesine bir arada veya ayrı ayrı entegre olabilmektelerdir. Sürdürülebilirliğin ağırlıklı kavram olarak yer alması, doğa esinli tasarım unsurlarının, yapıyı daha ekolojik yapma düşüncesi sebebiyle olduğu söylenebilmektedir. Öne çıkan bir diğer veri ise, biyomimetik fikirlerin fütüristik mimarlıkta daha ileri teknoloji kullanımını tetiklediğinin fark edilmesidir.

Tezin alan çalışmasını oluşturan bir sonraki bölümde, bu verilerden elde edilen biyomimesis ve fütüristik mimarlık ilişkisine dair çıkarımlar projelerin değerlendirilmesinde öncelikli olarak göz önüne alınacak kriterleri oluşturmaktadır.

4. VINCENT CALLEBAUT MİMARLIĞI ÜZERİNE BİR İNCELEME

"Vincent Callebaut Mimarlık", sürdürülebilir mimarlık alanında öncü bir kuruluş olan "*Green Planet Architects*" tarafından en iyi 50'ye layık görülmekte; Londra merkezli "Time Magazine" tarafından en iyi eko-mimari firması olarak anılmaktadır. Belçikalı mimar Vincent Callebaut tarafından yönetilen firma, biyomimesis ve kendi enerjisini üreten "pozitif enerjili" binalar, düşey ormanlar ve tarlalar, deniz gökdelenleri ve yüzen şehirler üretmektedir (URL-44).

Bu çalışma kapsamında tasarım fikirleri Vincent Callebaut'ya ait, biyomimetik bakış açısıyla tasarlanmış seçilen 7 adet fütüristik proje seçilmiştir. Öncelikli olarak seçilen projelere ait mimar tarafından, mimarlık firmasının resmi internet adresinden erişilen veriler sunulmaktadır. Elde edilen veriler, çalışmanın ikinci ve üçüncü bölümlerini oluşturan literatür taramasından, biyomimesis ve fütürizm kavramlarının değerlendirilmesi için çıkarılan anahtar kelimelerle değerlendirmeye alınmaktadır.

Bu kapsamda oluşturulan proje bazlı değerlendirme tablosu;

1. Yapının ve esinlendiği organizmanın görseli,
2. Yapının kullanım tipi, tasarım yılı, tasarım yeri ve tasarım amacının yer aldığı yapı kimliği,
3. Yapının, çalışmanın ikinci bölümünün sonucunda elde edilen, fütüristik mimarlığa dair anahtar kelimelerle değerlendirilmesi,
4. Yapının biyomimetik düzeyleri ve biyomimetik unsurlarının, çalışmanın üçüncü bölümünde verilen Zari'ye (2007) ait tablonun yöntemi doğrultusunda belirlenmesi,
5. Yapıda kullanılan biyomimetik yaklaşımın, yapının fütüristik öğelerine etkisinin saptanması,

bölümlerinden oluşmaktadır.

Tablolarda kullanılan veriler, tezin beşinci bölümünde değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda Vincent Callebaut'nun fütüristik mimarisindeki biyomimesis kullanımının etkisi üzerine bir saptama yapılmaktadır.

4.1. Ecocoon: Geri Dönüşüm İçin Deneysel Kentsel Çiftlik

Ecocoon, rüzgâr enerjisi kaynağı ile şehir içi konut arasında bir karışımdır. Amaç, enerji döngüsünü üretimden tüketime azaltmaktır. Fauna ve floranın bir arada yaşayabileceği ve stoklanan rüzgâr enerjisinin bir kısmının tüketici toplumumuzun atık ürünlerini geri dönüştürmek ve geri dönüştürülmüş ürünler sayesinde hava, su ve toprak gibi çeşitli doğal elementleri yeniden üretmek için kullanıldığı dev bir bataryadır (URL-45).

Deniz, tarım, sanayi veya şehir kirliliği ile şekillenen manzaralarda yer alan *Ecocoon,* her şeyden önce, gelecek nesiller için çevreyi korumak ve saygı duymak için, manzaraların değişimleri ve vatandaşlar arasında öğretici bir ara yüz olarak kabul edilmek isteyen interaktif bir laboratuvardır (URL-45).



(a) (b)

Resim 4.1. (a) Ecocoon projesi (URL-45), (b) Tüylü koza (URL-46)

Ecocoon toprağa demirlenmiş tüylü bir kozaya benzemektedir (Resim 4.1.). Tüyleri aslında su buharını toplayarak su üreten ve elektrik titreşimindeki elektrostatik enerjideki sürtünme ile elektrik titreşimlerini dönüştürerek ışık ve ısı üreten karbon katalizörleridir. Esnek polikarbonat borularla şişirilmiş çift derisinin altındaki bakteri tabakaları, atıkları biyolojik olarak parçalarken, rüzgâr türbinine bağlı olan biyoreaktif piller, doğru akımı alternatif akıma dönüştürerek stoklarlar ve elektrik şebekesini beslerler (URL-45).

Çizelge 4.1. Ecocoon projesi değerlendirme tablosu

<table>
<tr><th colspan="7">ECOCOON</th></tr>
<tr><td colspan="7">1. FOTOĞRAFLAR</td></tr>
<tr><td colspan="3">Yapının Fotoğrafı
</td><td colspan="4">Esinlenilen Organizmanın Fotoğrafı
</td></tr>
<tr><td colspan="7">2. YAPI KİMLİĞİ</td></tr>
<tr><td>Kullanım Tipi</td><td colspan="2">Konut + Ekolojik Laboratuvar</td><td rowspan="2">Tasarım Amacı</td><td colspan="3" rowspan="2">• Çevre kirliliğine karşı duyarlılık geliştirmek</td></tr>
<tr><td>Tasarım Yılı / Yeri</td><td colspan="2">2003 / Brüksel, Belçika</td></tr>
<tr><td colspan="7">3. FÜTÜRİSTİK REFERANSLAR</td></tr>
<tr><td>Sürdürülebilirlik</td><td>✓</td><td colspan="5">• Sıfır enerji tüketimi,
• Zararlı atıkların geri dönüşümü</td></tr>
<tr><td>Eğrisel / Dinamik Hatlar</td><td>✓</td><td colspan="5">• Koza formu</td></tr>
<tr><td>Hareketlilik / Esneklik</td><td>X</td><td colspan="5">• Sabit yapı</td></tr>
<tr><td>İleri Teknoloji Kullanımı</td><td>✓</td><td colspan="5">• Sürtünme ile elektrik üretimi teknolojisi,
• Su toplama ve arıtma teknolojisi,
• Rüzgâr türbini,
• Atık dönüşümü teknolojisi</td></tr>
<tr><td colspan="7">4. BİYOMİMETİK REFERANSLAR</td></tr>
<tr><td>Doğadan İlham Alınan Öğeler</td><td colspan="6">• Tüylü kozaya benzer formuyla, doğada bulunan bir organizmayı “biçim” düzeyinde taklit etmektedir.
• Atık dönüşümü yoluyla doğadaki materyalleri üreterek ekosistemi “fonksiyon” düzeyinde taklit etmektedir.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Biyomimetik Düzeyi</td><td colspan="6">Biyomimetik Unsuru</td></tr>
<tr><td>Biçim</td><td>Malzeme</td><td>Yapım</td><td>Süreç</td><td>Fonksiyon</td></tr>
<tr><td>Organizma Düzeyi</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Davranış Düzeyi</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ekosistem Düzeyi</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>✓</td></tr>
<tr><td colspan="7">5. DEĞERLENDİRME</td></tr>
<tr><td colspan="7">Tasarımda koza formundan etkilenilmesi, yapıya “eğrisel / dinamik hatlar” kazandırmaktadır. Yapının tüy benzeri elemanları aracılığıyla elektrik üretimi ve su toplamasına dair yaklaşımı ve zararlı atıkları dönüştürerek ekosistem döngüsüne katılması özellikleri, “sürdürülebilirliğine” katkı sağlamakta ve “ileri teknoloji kullanımına” örnek oluşturmaktadır.</td></tr>
</table>

4.2. Lilypad: İklim Mültecileri İçin Yüzen Bir Eko-Kent

İnsan aktivitesi sebebiyle iklim ısınmakta ve buna bağlı olarak okyanus seviyeleri yükselmektedir. Dünya üzerinde suda olmayan ve erimesi durumunda hacmini okyanuslara aktaracak iki büyük buz rezervi bulunmaktadır; Antartika buzulları ve kıtasal buzullar. IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) verilerine göre her 1 °C'lik artış, suların 1 metre yükselmesine yol açacaktır. Bu gerçekliğe karşı önlem alınmayan tehditlerin, 250 milyondan fazla iklimsel mülteci yaratacağı beklentisi bulunmaktadır (URL-47).

Callebaut tarafından deniz seviyelerinin yükselmesi sorununa karşı, OECD tarafından düzenlenen "Oceans 2008" konferansında ortaya konulan *Lilypad* projesi, yüzen bir ekolojik kenttir (Resim 4.2). Yalnızca gelişmiş ülkelerin topraklarını denizler üzerinde genişletebilmesi amacında olmayan kentin asıl hedefi, gelecekteki evleri su altında kalmış iklim mültecilerinin konut ihtiyaçlarını sağlamaktır (URL-47).



Resim 4.2. Lilypad projesi (URL-47)

50 bin kişilik nüfusu barındırabilen bu yüzen kent, biyolojik çeşitliliği ve yağmur sularını toplayan ve temizleyen merkezi bir gölcük etrafındaki faunası ve florasını geliştirmeyi

hedeflemektedir. Yapının iş yerleri, mağazalar ve eğlence mekânlarına ayrılmış programları üç marina ve üç tepenin etrafında toplanmıştır. Setin tamamında asma bahçelerle örtülmüş konut tabakası bulunmaktadır. Organik tasarıma sahip caddeler ve geçitlerle, insan-doğa çiftinin ahenkli birlikteliğini yaratmak amaçlanmıştır (URL-47).



(a) (b)

Resim 4.3. (a)Lilypad projesi, (b) *Amazonia Victoria Regia* türü nilüfer bitkisinin kaburgalı yapısı (URL-47)

Yapı strüktürü, *Amazonia Victoria Regia* olarak bilinen büyük nilüfer yapraklarının kaburgalı izinden esinlenilerek tasarlanmıştır (Resim 4.3). Çift cidarlı cephesi TiO_2 ile kaplanmış, polyester elyaftan yapılmış olan *Lilypad*, ultraviyole ışınları ile etkileşime girerek fotokataliktik etki ile atmosferik kirliliği azaltmayı hedeflemektedir. Tamamen kendi kendisine yetebilen bir yapı olan *Lilypad*, 2008 yılında OECD'nin belirlediği "iklim, biyolojik çeşitlilik, su ve sağlık" başlıkları altındaki dört ana zorluğu üstlenmektedir. Yenilenebilir enerjilerin entegrasyonu ile sıfır karbon salınımı sağlamakta ve pozitif enerji dengesine ulaşmaktadır. Çevresindeki CO_2 ve atıkları dönüştürerek, O_2 ve elektirik üreten yapı, biyolojik olarak kullanılan suları arıtma yardımıyla yumuşatarak içme suyu ihtiyacını da sağlayabilmektedir. Aynı zamanda yapıda kendi gıda ihtiyacını da karşılayacak bahçe alanları bulunmaktadır (URL-47).

Çizelge 4.2. Lilypad projesi değerlendirme tablosu

<table>
<tr><th colspan="6">LILYPAD</th></tr>
<tr><td colspan="6">1. FOTOĞRAFLAR</td></tr>
<tr><td colspan="3">Yapının Fotoğrafı
</td><td colspan="3">Esinlenilen Organizmanın Fotoğrafı
</td></tr>
<tr><td colspan="6">2. YAPI KİMLİĞİ</td></tr>
<tr><td>Kullanım Tipi</td><td colspan="2">Yüzen Kent</td><td rowspan="2">Tasarım Amacı</td><td colspan="2" rowspan="2">• İklim mültecilerinin konut ihtiyaçlarının karşılamak,
• İklimsel bozulmaya karşı duyarlılık geliştirmek</td></tr>
<tr><td>Tasarım Yılı / Yeri</td><td colspan="2">2008 / Okyanuslar</td></tr>
<tr><td colspan="6">3. FÜTÜRİSTİK REFERANSLAR</td></tr>
<tr><td>Sürdürülebilirlik</td><td>✓</td><td colspan="4">• Sıfır karbon salınımı,
• CO_2 ve atık dönüşümü,
• O_2 ve elektrik üretimi,
• Yapay bahçeler ile tarım</td></tr>
<tr><td>Eğrisel / Dinamik Hatlar</td><td>✓</td><td colspan="4">• Nilüfer bitkisi formu</td></tr>
<tr><td>Hareketlilik / Esneklik</td><td>✓</td><td colspan="4">• Yüzen kent</td></tr>
<tr><td>İleri Teknoloji Kullanımı</td><td>✓</td><td colspan="4">• Fotovoltaik paneller,
• Su toplama ve arıtma teknolojisi,
• Rüzgâr türbini,
• Atık dönüşümü teknolojisi</td></tr>
<tr><td colspan="6">4. BİYOMİMETİK REFERANSLAR</td></tr>
<tr><td>Doğadan İlham Alınan Öğeler</td><td colspan="5">• Nilüfer yapraklarının kaburga sisteminden ilham alan formuyla organizmayı “biçim” düzeyinde taklit etmektedir.
• Tarım alanları, su arıtma sistemi, havadaki CO_2’den O_2 üretimi ve atık dönüşümüyle, ekosistemi “süreç” düzeyinde taklit etmektedir.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Biyomimetik Düzeyi</td><td colspan="5">Biyomimetik Unsuru</td></tr>
<tr><td>Biçim</td><td>Malzeme</td><td>Yapım</td><td>Süreç</td><td>Fonksiyon</td></tr>
<tr><td>Organizma Düzeyi</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Davranış Düzeyi</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ekosistem Düzeyi</td><td></td><td></td><td></td><td>✓</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">5. DEĞERLENDİRME</td></tr>
<tr><td colspan="6">Tasarımda nilüfer bitkisinin strüktürel yapısında etkilenilmesi, yapıya “eğrisel / dinamik hatlar” kazandırmaktadır. Yapının çevresindeki CO_2 oranını düşürerek O_2 üretimine katkı sağlaması, üzerinden yaşayanların su ve gıda ihtiyacını karşılayacak sistemler oluşturması “sürdürülebilir” olması sağlamaktadır.</td></tr>
</table>

4.3. Dragonfly: Kentsel Tarım İçin Metabolik Çiftlik

Yüzyılın başından beri kentlere duyulan ilgi, günümüzde kalabalık kentlere kırsallığın geri getirildiği, gıda üretimini tekrar toplum yapısına sokarak kentin dayanıklılığa katkıda bulunabilecek şekilde bir dönüşüm göstermektedir. Kendi ekolojik ve besleyici biyo-çeşitliliği yaratılan kentlerde tüketici, üretici konumuna geçebilmektedir. Enerji kullanımının azaltılması ve iklimsel değişikliklere karşı davranışlarımızı değiştirmeyi hedefleyen bu anlayış ekolojik sorumluluk sahibi kentleri inşa etmektedir (URL-48).

UNPD (Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı) verilerine göre kentlerin nüfusunun 2025 yılında 5,5 milyara ulaşacak olması, kentlerin bu göçü kaldırabilmesi amacıyla tükettiğinden çok üreten yapıları zorunlu kılmaktadır. 2050 yılında 9 milyara ulaşması beklenen insan nüfusunun beslenebilmesi için, kırsal alandaki geleneksel yapının kentlerle bütünleşebilmesi beklenmektedir. Kentsel tarımın, şehrin diğer bölgelere olan gıda bağımlılığını azaltması düşünülmektedir. Aynı zamanda taze ürünlerin doğrudan tüketiciyle olan bağlantısını artırarak tüketilen besinlerin kalitesini artırmakta ve kentsel işsizliğe de bir alternatif olarak görülmektedir (URL-48).

Callebaut mimarlığın, bu yeni tarım fikrinin hizmetinde olması gerektiğini savunarak, 2009 yılında New York kenti için *"Dragonfly"* tasarımını ortaya koymuştur. Manhattan bölgesindeki Roosvelt Adasına konumlandırılması planlanan yapı, karma kullanımlı konut, ofis ve laboratuvar gibi işlevlere sahip, ekolojik bir anlayışla dikey olarak yerleştirilmiş ve kısmen kendi sakinleri tarafından yetiştirilen tarım alanları sunan bir kentsel çiftlik prototipi oluşturmayı önerir (Resim 4.4). Yapı aynı zamanda biyolojik olarak parçalanabilen atıkların yeniden kullanılmasıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelerek, kendi içerisinde bir ekosistem yaratmayı hedeflemektedir (URL-48).



Resim 4.4. Dragonfly projesi (URL-48)

Yapıda et, süt ve yumurta gibi temel gıdaların üretilmesini sağlayan hayvancılığın da olmasının planlanması, gerçek anlamda biyolojik bir tarım için gerekli organik humusun da elde edilmesini sağlayacağı düşünülmüştür. Bu sayede yapının su, enerji ve biyo-gübrelemede kendi kendisine yeterli bir canlı organizma gibi işlemesi hedeflenmiştir. Hiçbir şey kaybolmaz, her şey geri dönüştürülebilmektedir (URL-48).

Yapıdaki sosyal çeşitliliğin sağlanması amacıyla konutlar, ofisler ve laboratuvarlardan daha çok bahçeler ve tarlalar etrafında tasarlanmışlardır. Karma kullanım alanlarının bulunduğu iki kule, cam ve çelik strüktürden yapılması düşünülmüş bir sera etrafında birleşmektedir. Yapının formu nihai olarak, şeffaf kanatları çok ince bir yapıda olan yusufçuk böceğinin kanatlarından ilham alınmıştır (Resim 4.5).



(a) (b)

Resim 4.5. (a) Dragonfly projesi (URL-48), (b) Yusufçuk böceği (URL-49)

Yapının güney cephesinde, ihtiyacı olan elektrik enerjisinin yarısını üretmesine sağlayacak güneş panelleri yer almaktadır. Kuzey bloğu üzerinde, hâkim rüzgârı alacak şekilde oluşturulmuş üç adet rüzgâr türbini ise kalan enerji ihtiyacını karşılayabilmektedir. Yapının sera bölümü dışında kalan kule cepheleri çift cidarlıdır. Dış cephede bulunan tropik bitkilerden oluşan düşey bahçeler, yağmur suyu ve yapı sakinlerinin evsel atıklarını filtrelemeyi sağlamaktadır. Toplanan sular, azot ve fosforun yanı sıra meyve, sebze ve tahıl üretimi için gerekli potasyumun önemli bir kısmını da getiren, yeniden kullanım için uygun organik bir arıtma işlemine tabi tutulmaktadır (URL-48).

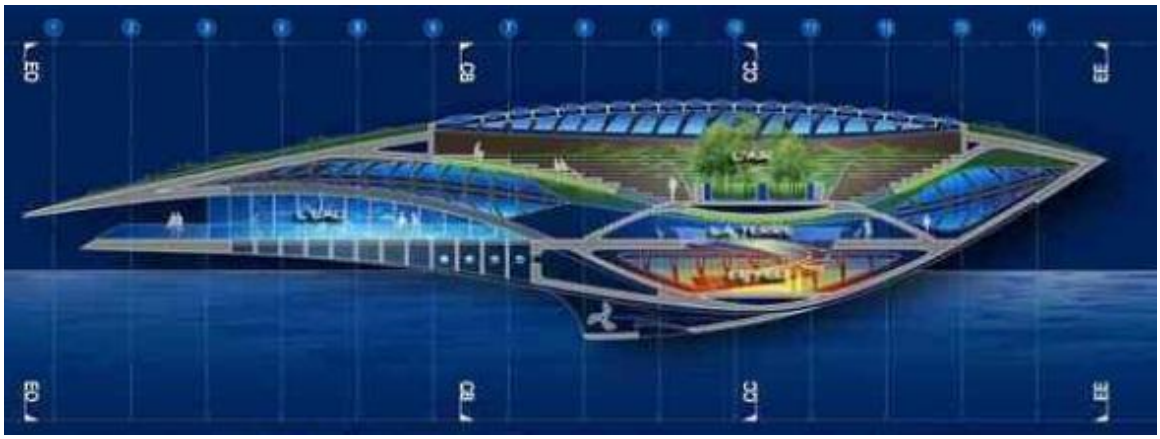
2007'den beri geniş çaplı organik tarımın gezegeni besleyebileceğini fark eden FAO'nun (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü) geliştirdiği kentsel tarım fikri göz önüne alındığında, Dragonfly projesi doğadan ilham aldığı üretim yöntemlerini oluşturduğu düşey bahçelere bütünleştirmesiyle, New York şehrinin gıda üretimini yeniden düşünmesi için bir fırsat olarak görülmektedir (URL-48).

Çizelge 4.3. Dragonfly projesi değerlendirme tablosu

<table>
<tr><th colspan="6">DRAGONFLY</th></tr>
<tr><td colspan="6">1. FOTOĞRAFLAR</td></tr>
<tr><td colspan="3">Yapının Fotoğrafı
</td><td colspan="3">Esinlenilen Organizmanın Fotoğrafı
</td></tr>
<tr><td colspan="6">2. YAPI KİMLİĞİ</td></tr>
<tr><td>Kullanım Tipi</td><td colspan="2">Kent Çiftliği + Konut + Ofis + Laboratuvar</td><td rowspan="2">Tasarım Amacı</td><td colspan="2" rowspan="2">• Üretici kentsel toplum oluşturmak
• Enerji kullanımını azaltılmak
• İklimsel bozulmaya karşı duyarlılık geliştirmek</td></tr>
<tr><td>Tasarım Yılı / Yeri</td><td colspan="2">2009 / New York, ABD</td></tr>
<tr><td colspan="6">3. FÜTÜRİSTİK REFERANSLAR</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sürdürülebilirlik</td><td>✓</td><td colspan="3">• Sıfır karbon salınımı,
• Elektrik üretimi,
• Atık dönüşümü,
• Yapay bahçeler ile tarım ve hayvancılık</td></tr>
<tr><td colspan="2">Eğrisel / Dinamik Hatlar</td><td>✓</td><td colspan="3">• Yusufçuk böceği formu</td></tr>
<tr><td colspan="2">Hareketlilik / Esneklik</td><td>X</td><td colspan="3">• Sabit yapı</td></tr>
<tr><td colspan="2">İleri Teknoloji Kullanımı</td><td>✓</td><td colspan="3">• Fotovoltaik paneller,
• Su toplama ve arıtma teknolojisi,
• Rüzgâr türbini,
• Atık dönüşümü teknolojisi</td></tr>
<tr><td colspan="6">4. BİYOMİMETİK REFERANSLAR</td></tr>
<tr><td>Doğadan İlham Alınan Öğeler</td><td colspan="5">• Yusufçuk böceğine benzer formuyla, doğada bulunan bir organizmayı “biçim” düzeyinde taklit etmektedir.
• Tarım alanları, su arıtma sistemi, atık dönüşümüyle, ekosistemi “süreç” düzeyinde taklit etmektedir.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Biyomimetik Düzeyi</td><td colspan="5">Biyomimetik Unsuru</td></tr>
<tr><td>Biçim</td><td>Malzeme</td><td>Yapım</td><td>Süreç</td><td>Fonksiyon</td></tr>
<tr><td>Organizma Düzeyi</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Davranış Düzeyi</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ekosistem Düzeyi</td><td></td><td></td><td></td><td>✓</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">5. DEĞERLENDİRME</td></tr>
<tr><td colspan="6">Tasarımda yusufçuk böceği formundan etkilenilmesi, yapıya “eğrisel / dinamik hatlar” kazandırmaktadır. Yapının üzerinden yaşayanların su ve gıda ihtiyacını karşılayacak sistemler oluşturması, “sürdürülebilir” olması sağlamaktadır.</td></tr>
</table>

4.4. Physalia: Avrupa Sularını Temizleyen Yüzen Bahçe

Dünya üzerinde bir milyardan fazla insanın temiz içme suyuna erişimi yoktur. Her gün üç binden fazla insan kirli su tüketiminden ölmektedir. Bu sebeple başta UNPD ve bir çok sivil toplum kuruluşu suyun "ortak olması" fikri için mücadele vermektedir. Dünya çapındaki nüfus artışı göz önüne alınsa dahi, yüzeyde erişilebilir tatlı su miktarı yılda 40 bin km^3'ü bulmaktadır. Günümüzde tüm dünyada %70'i tarım için, %20'si sanayi için ve %10'u tüketim için olmak üzere toplamda 5500 km^3 su tüketildiği göz önüne alınırsa, önyargıların aksine tüm toplumların ihtiyacı karşılanabilmektedir. Fakat özellikle Kuzey ve Güney yarımkürelerdeki kaynakların orantısızlığı eşit erişimin önündeki en büyük engellerdendir. Hatta yalnızca dokuz ülke yıllık tatlı su rezervinin %60'ını barındırmaktadır (URL-50).



Resim 4.6. Physalia projesi (URL-50)

Bu bağlamda *"Physalia"* projesi, suyun sürdürülebilir bir yönetimle paylaşılması ihtiyacının farkındalığını yaratmaya çalışan bir prototiptir (Resim 4.6). Ekoloji ve su tasarrufu ile uğraşmak için yalnızca jeopolitik ölçekte değil aynı zamanda Avrupa ölçeğinde stratejik çözümler geliştirme hedefine sahip, yarı suda yaşayan ve yarı toprak altında bulunan bir gemidir. Uluslararası bilimsel ortaklık ağı oluşturmaya adanmış gerçek bir göçebe hidrodinamik laboratuvarı olan *"Physalia"* aynı zamanda çevresel kaynakların yeni prototiplerini geliştirecek ve bu konuda en ileri çalışmalarını gösterecektir:

- Su tüketimi açısından; su tasarrufu, yeraltı sularının yeniden doldurulması, yağmur suyu geri dönüşümünün kontrolü, evsel ve endüstriyel suların geri dönüşümü, tarımdan kaynaklanan kirliliklerin arıtılması (nitratlar, bitki sağlığı), deniz suyu, nemli alanların

yönetimi, şehir-tarım rekabeti ve tüm kaynaklı atıkların değerlenmesi (tortular, küller, vb.).

- Suyollarında taşımacılık açısından; suyollarının tanıtımı (akıcı ve ticari taşımacılık, hidro-elektrik üretimi, tarımsal sulama, taşkınlara karşı koruma, endüstriyel elektrik santrallerinin soğutulması, su sporları, vb.), alanların yerleşim politikalarının düzenlenmesi, çevrelerine yakın yerlerde çevresel performansın iyileştirilmesi, insan sermayesine yapılan sosyal yatırım, Trans Avrupa ticari ve nehir turizm ağının güçlendirilmesi için Ren ve Tuna Nehirleri ile Seine-Escaut Nehrileri suyolunu birbirine bağlamak gibi büyük öncelikli projelerin uygulanması.

"Physalia" bu nedenle, yenilikçi bir bilimsel ekipman, yeni nesil temiz bir arıtma istasyonu, popülasyonları hassaslaştırmaya adanmış ekolojik bir tanıtım aracı olan "temiz" bir gemi olarak ortaya çıkmaktadır (URL-50).



(a) (b)

Resim 4.7. (a)Physalia projesi (URL-50), (b) *Physalia physalis* türü denizanası (URL-51)

Physalia, biyonik strüktürünü Latince *"Physalia physalis"* olarak da bilinen bir denizanasından ilham alan, % 100 kendi kendine yeten bir gemidir. Tasarımını ilham aldığı denizanası gibi proje de, mükemmel simetrili, uzun şekilli ve saydam görünüşlüdür (Resim 4.7). Karbon sıfır emisyonlu mimarisinin yanı sıra, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımıyla tükettiğinden fazla enerji üreten bir eko-tasarım örneğidir. Yapının çatısında fotovoltaik güneş panelleri yer alırken, gövde altında hidro-türbinler aracılığıyla enerji üretilebilmektedir. Yapının masif yüzeyleri çelik strüktürü örten alüminyum gövdeden oluşmaktadır. Bu alüminyum gövde ise, ultraviyole ışınlar ile tepkimeye girerek su kirliliği azaltmaya yarayan titanyum dioksit bir tabaka ile kaplanmıştır. Yalnızca kendi kendisini

temizleyen bir gemi olmanın dışında, diğer teknelerin ve sanayicilerin kimyasal ve karbonatlı atıklarını nehir sularından emilmesini ve geri dönüşümünü sağlamaktadır (URL-50).

Fütürist geminin mimarisi, konsol kütleleri arasında mükemmel bir denge kurarak onu su yüzeyinde hafifçe kaldırabilmektedir. Kıvrımlı hatları ince ve cesurdur. Bu durum yapının yenilikçi ve şık tarafını zarafetle göstermektedir (URL-50).

Physalia'nın iç dekoru, suyun geleceği konusundaki tartışmayı dört elemente adanmış dört tematik bahçeye dönüştürerek, bu yüzen küresel peyzajın son montajını tamamlamaktadır:

- Su Bahçesi: Yapının ana girişi ve iç salon arasında bulunmaktadır. Su üzerinde asılı durmakta olan büyük bir cam platformdan oluşan resepsiyon alanı, sudan yansıyan ışığın altında dans etmektedir. Bu gerçek su balkonunun cam cepheleri açılarak alanın rahat bir esintiyle nefes almasına olanak vermektedir.
- Toprak Bahçesi: geminin geçtiği su ekosistemini analiz eden uluslararası araştırmacılara adanmış olan laboratuvarın kalbini oluşturmaktadır. Bu panoramik odanın tepesine doğru bir kubbe yer almaktadır. Kubbe, toprak filtrelemeye yönelik yaratıcı bir metafor olarak kurgulanmıştır.
- Ateş Bahçesi: Sınırlı ve korunaklı bir su altı salonu, narin yansımaları olan bir kokpitte hissettirmektedir. Su ekosistemindeki kalıcı sergilere adanmış bu alanın iki panoramik cam cephesinden hayranlık bırakan manzaralar izlenebilmektedir.
- Hava Bahçesi: Yapının oksijen ve ışık alanıdır. Ortasında bulunan ekolojik amfi tiyatro, dünyayı yeniden şekillendirmek ve ekopolitik stratejilerine karar vermek için buluşulan gerçek bir vatandaş buluşma noktası olarak varolmaktadır.

Pysalia'da insan, insan eylemleriyle çevreye saygı arasındaki dengeyi öneren bu biyonik projenin merkezinde yer almaktadır. Bu göçebe mekân, doğanın güçlü konsantresinin, biyoteknolojilerin ve bilgi ve iletişim teknolojilerinin bir ürünüdür. Bu nedenle, çevresi üzerinde yapılması gerekenleri merak eden çağdaş vatandaşın basit yansımasıdır. İnsanları suya saygı, paylaşma ve denge konularında birleştirmeyi amaçlayan cesur bir öncü projedir (URL-50).

Çizelge 4.4. Physalia projesi değerlendirme tablosu

<table>
<tr><th colspan="6">PHYSALIA</th></tr>
<tr><td colspan="6">1. FOTOĞRAFLAR</td></tr>
<tr><td colspan="3">Yapının Fotoğrafı
</td><td colspan="3">Esinlenilen Organizmanın Fotoğrafı
</td></tr>
<tr><td colspan="6">2. YAPI KİMLİĞİ</td></tr>
<tr><td>Kullanım Tipi</td><td colspan="2">Laboratuvar</td><td rowspan="2">Tasarım Amacı</td><td colspan="2" rowspan="2">• Suyun sürdürülebilir bir yönetimle paylaşılması ihtiyacının farkındalığını yaratmak
• Uluslararası bilimsel ortaklık ağı oluşturmak</td></tr>
<tr><td>Tasarım Yılı / Yeri</td><td colspan="2">2010 / Avrupa akarsuları</td></tr>
<tr><td colspan="6">3. FÜTÜRİSTİK REFERANSLAR</td></tr>
<tr><td>Sürdürülebilirlik</td><td>✓</td><td colspan="4">• Sıfır karbon salınımı,
• Elektrik üretimi,
• Atık dönüşümü,
• Çevresindeki suları temizleme</td></tr>
<tr><td>Eğrisel / Dinamik Hatlar</td><td>✓</td><td colspan="4">• Denizanası formu</td></tr>
<tr><td>Hareketlilik / Esneklik</td><td>✓</td><td colspan="4">• Yüzen yapı</td></tr>
<tr><td>İleri Teknoloji Kullanımı</td><td>✓</td><td colspan="4">• Fotovoltaik paneller,
• Su toplama ve arıtma teknolojisi,
• Hidro-türbin,
• Atık dönüşümü teknolojisi</td></tr>
<tr><td colspan="6">4. BİYOMİMETİK REFERANSLAR</td></tr>
<tr><td>Doğadan İlham Alınan Öğeler</td><td colspan="5">• Denizanasına benzer formuyla, doğada bulunan bir organizmayı “biçim” düzeyinde taklit etmektedir.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Biyomimetik Düzeyi</td><td colspan="5">Biyomimetik Unsuru</td></tr>
<tr><td>Biçim</td><td>Malzeme</td><td>Yapım</td><td>Süreç</td><td>Fonksiyon</td></tr>
<tr><td>Organizma Düzeyi</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Davranış Düzeyi</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ekosistem Düzeyi</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">5. DEĞERLENDİRME</td></tr>
<tr><td colspan="6">Tasarımda denizanası formundan etkilenilmesi, yapıya “eğrisel / dinamik hatlar” kazandırmaktadır.</td></tr>
</table>

4.5. Hydrogenase: Biyohidrojen Zeplin İçin CO_2 Dönüştüren Alg Çiftliği

Hydrogenase, ilhamını doğanın güzelliğinden ve biçiminden değil, aynı zamanda ve özellikle malzemelerinin niteliklerinden ve kendi kendine üretim süreçlerinden alan ilk biyomimikri projelerinden biridir. Bu yerleşik dikey zeplin, doğal felaketlerin dokunduğu nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak için temiz ve etik bir hareketlilik başlatmaktadır (URL-52).

Günümüzde fosil yakıt fiyatlarının rekor seviyelere ulaşması ve önümüzdeki 10 yıllık süreçte yakıt üretiminin azalacağı beklentisi, sera etkisine sebep olacak gazla yaymayan yenilenebilir enerjileri mutlak bir ekonomik, politik ve teknolojik öncelik haline getirmektedir. Bu sebeple dünyanın birçok bölgesinde biyoyakıtlar geliştirilme aşamasındadır ve gelecekte sürdürülebilir kara, hava ve deniz hareketliliğimizi değiştirmesi beklenmektedir. Bu yakıtların başlıca avantajları, tarım alanları veya ormanları tehdit etmemeleri ve kurak bölgeler de dâhil olmak üzere dünyanın her yerinde doğal olarak geliştirilebilmekte olmalarıdır. Örneğin CO_2 ya da başka zararlı maddeler yaymadan elektrik ve biyoyakıt üretebilen hidrojen, günümüzde çok umut verici bir temiz enerji kaynağı olarak görülmektedir. Bu sebeple en büyük bilimsel uluslararası grupları ilgilendiren bir çalışma alanı olarak bakılmaktadır. Biyologlara göre, mikro deniz yosunlarından oluşan bir çiftlik tarafından elde edilen kazançlar, şu anda tarım araçlarıyla yapılanlardan daha fazla olacaktır. Dahası bir hektar deniz yosununun, bir hektar kolza, soya veya ayçiçeğinden organik olarak 120 kat daha fazla biyoyakıt üretmesi beklenmektedir. Deniz yosunlarından oluşan bir çiftlik, laboratuvar ortamında hızlandırılmış fotosentezle CO_2'i ana besin olarak kullanarak hidrojen üreten gerçek bir biyokimyasal enerji santralidir (URL-52).

Uçak üreticileri, uluslararası bir anlaşmaya göre 2020 yılına kadar daha az kirletici, daha tasarruflu ve son olarak daha sessiz hava taşımacılığı için çalışmalar sürdürmektedirler. Böylelikle sürdürülebilir kalkınma ve çevreye saygı kavramları göz önüne alınmadan tasarlanan önceki uçaklar gibi enerji tüketicileri olmaktan çıkmayı hedeflemektedirler. Callebaut'a göre ise yeni nesil hava taşımacılığı, yenilenebilir enerjilerden eko-tasarımlı ve sıfır karbon salınımı beyanı sunmalıdır. Bu sebeple ortaya çıkan *"Hydrogenase"* projesi, yeni nesil modern hibrit hava gemilerine işaret etmektedir. Uçaktan daha yavaş olan bu ulaşım şeklinin daha az altyapıya ihtiyacı bulunmaktadır. Böylelikle daha az toprak kullanmakta ve giderek daha büyük bir ormansızlaşmaya yol açan ulaştırma ağı tarafından

kesilen manzaralarımızı iyileştirmeyi sağlamaktadır. Bu nedenle, gezegene zarar vermeden ağır yükler ve insan taşımacılığı sağladığı için daha ucuz bir alternatif olmaktadır (URL-52).

Biyonik görünüme sahip bu yerleşik dikey hava gemisi, doğrudan biyo-hidrojenle yeniden yüklenen yüzen bir deniz yosunu çiftliğinin kalbinde yer almaktadır. Bu birbirine bağlı iki varlık, hem göçebe hem de organiktir; ilki gökyüzünde, ikincisi denizlerde ve okyanuslarda uçmaktadır (URL-52).



(a) (b)

Resim 4.8. (a) Hydrogenase projesi (URL-52), (b) Çam ağacı dalları (URL-53)

Yüksekliği 400 metreyi bulan zeplinler havayı dinamik olarak döndüren, ağaca benzeyen bir omurganın çevresinde dikey olarak uzanan yarı katı bir kabukla kaplıdır (Resim 4.8). Yapının içerisinde konutlar, ofisler, laboratuvarlar ve eğlence merkezleri gibi farklı fonksiyonlar yer almaktadır. Yapı enerjisini fotovoltaik güneş panelleri ile desteklerken, uçuş sırasındaki hareketini geri enerji kazanımlı turbo pervanelerle yapmaktadır. Yapı ağırlığının azaltılması açısından cam elyafı ve karbon fiber malzemeden inşa edilmesi planlanması yanında, ıslanmayan nanomalzemeden üretilen camlar için nilüfer bitkisinin yapraklarından ilham alınmıştır. Yapı kabuğunun çatlama ve kırılmalara karşı büyük direnç

sunması ve çatlakları dolduran akıllı katmanlar için ise köpek balığı derisinden esinlenilmiştir (URL-52).

Resim 4.9'da görselleri yer alan zeplin yapılarının yakıt istasyonu görevi gören yüzen çiftlikler karbonik atıkları geri dönüştüren gerçek bir arıtma tesisilerdir. Yüzeyinde fotovoltaik güneş panelleri kaplı olan yapıların suyun altında kalan kısımlarında ise hidrotürbinler yer almaktadır. Enerji için kendi kendisine yeten bu çiftlikler, enerji tüketen medeniyetimizin sebep olduğu yüzen atıkları ana besin maddesi olarak belirleyen gerçek bir deniz ve okyanus temizleyicisi görevi de görmektedirler (URL-52).



Resim 4.9. Hydrogenase projesi (URL-52)

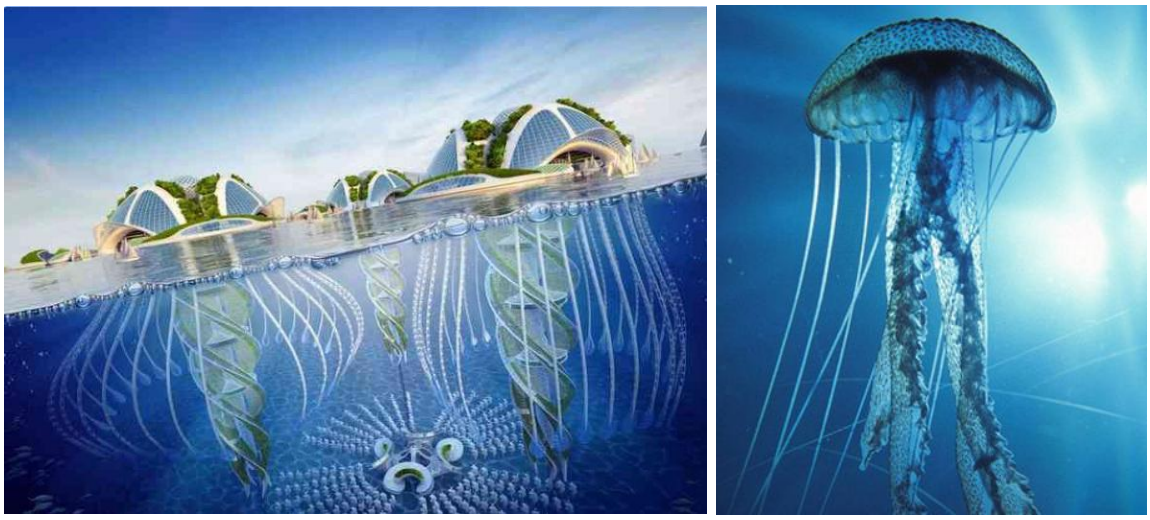
Bu nedenle *Hydrogenase*, insan serüveninin teknolojik gelişimini sağlayarak gezegenimize saygılı bir hareketlilik yaratmayı sağlayacak çevresel esneklik projesidir. Doğal ekosistemlerin fonksiyonlarını taklit ederek endüstriyel, şehir planlama ve mimari süreçleri temiz çözümler ile üretmektedir (URL-52).

Çizelge 4.5. Hydrogenase projesi değerlendirme tablosu

<table>
<tr><th colspan="7">HYDROGENASE</th></tr>
<tr><td colspan="7">1. FOTOĞRAFLAR</td></tr>
<tr><td colspan="3">Yapının Fotoğrafı
</td><td colspan="4">Esinlenilen Organizmanın Fotoğrafı
</td></tr>
<tr><td colspan="7">2. YAPI KİMLİĞİ</td></tr>
<tr><td>Kullanım Tipi</td><td colspan="2">Zeplin + Yakıt İstasyonu</td><td rowspan="2">Tasarım Amacı</td><td colspan="3" rowspan="2">• Biyo-yakıt üretimi
• Ekolojik insan taşımacılığı
• Ulaştırma ağlarının yol açtığı orman tahribatını azaltmak</td></tr>
<tr><td>Tasarım Yılı / Yeri</td><td colspan="2">2010 / Şangay, Çin</td></tr>
<tr><td colspan="7">3. FÜTÜRİSTİK REFERANSLAR</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sürdürülebilirlik</td><td>✓</td><td colspan="4">• Sıfır karbon salınımı,
• Biyo-yakıt üretimi,
• Atık dönüşümü,
• Çevresindeki suları temizleme</td></tr>
<tr><td colspan="2">Eğrisel / Dinamik Hatlar</td><td>✓</td><td colspan="4">• Ağaç strüktüründen esinlenmiş organik form</td></tr>
<tr><td colspan="2">Hareketlilik / Esneklik</td><td>✓</td><td colspan="4">• Zeplin yapısı</td></tr>
<tr><td colspan="2">İleri Teknoloji Kullanımı</td><td>✓</td><td colspan="4">• Fotovoltaik paneller,
• Hidro-türbin,
• Geri enerji kazanımlı turbo pervane</td></tr>
<tr><td colspan="7">4. BİYOMİMETİK REFERANSLAR</td></tr>
<tr><td colspan="2">Doğadan İlham Alınan Öğeler</td><td colspan="5">• Ağaç yapısına benzer strüktürüyle doğada bulunan bir organizmayı “biçim” düzeyinde taklit etmektedir.
• Nilüfer yaprağının su tutmaması ve köpekbalığı derisinin iyileşme özelliklerinden esinlenmesiyle organizmayı “malzeme” düzeyinde taklit etmektedir.
• Algler sayesinde havadaki CO_2’den biyo-yakıt üretmesiyle, ekosistemi “fonksiyon” yönünden taklit etmektedir.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Biyomimetik Düzeyi</td><td colspan="5">Biyomimetik Unsuru</td></tr>
<tr><td>Biçim</td><td>Malzeme</td><td>Yapım</td><td>Süreç</td><td>Fonksiyon</td></tr>
<tr><td>Organizma Düzeyi</td><td>✓</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Davranış Düzeyi</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ekosistem Düzeyi</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>✓</td></tr>
<tr><td colspan="7">5. DEĞERLENDİRME</td></tr>
<tr><td colspan="7">Tasarımda ağaç strüktüründen etkilenilmesi, yapıya “eğrisel / dinamik hatlar” kazandırmaktadır. Yapının nilüfer yaprağı ve köpek balığı derisi özelliklerine yönelik taklidi “ileri teknoloji kullanımını” teşvik etmektedir. Ayrıca oluşturulan alg çiftliğinin ekolojik döngüye katılarak çevredeki CO_2’i kullanması ve sonucunda biyo-yakıt üretilmesi “sürdürülebilirliğin” sağlanmasında etkili olmaktadır.</td></tr>
</table>

4.6. Aequorea: Yedinci Kıtanın Çöplerinden 3D Basılmış "Okyanusdelen"

2015 yılında okyanuslardaki "7. Kıta" olarak adlandırılan insan atığı çöp tabakasının verdiği zararlara dikkat çekmek amacıyla Rio de Janerio kenti kıyılarında kurgulanan *"Aequrea"* projesi bir sualtı çiftliğidir. Tabiattan esinlenen bu çiftlik adını eklemli, perdeli dokunaçlarıyla kendine has bir bio-ışık yayan denizanasından almaktadır (Resim 4.10). Bu dokunaçlar, kendi enerjisini üretirken, yapının yüzmesini ve dengede kalmasını sağlamaktadır (URL-54).



(a) (b)

Resim 4.10. (a)Aequorea projesi (URL-54), (b) *Aequorea* türü denizanası (URL-55)

Aequrea, su yosunu ve 7. Kıtadaki atıkların birleşimiyle oluşan kurgusal bir malzeme olan Algoplast'tan tasarlanmış bir yapıdır (URL-54).

20. yüzyılda Dünya üzerinde her insan yılda ortalama kendi kütlesinin on katı kadar çöp üretmiştir. Bunun sonucunda her yıl bin yıllık ömür beklentisine sahip 269 milyon ton plastik atığın %10'undan fazlası okyanuslarda birikmiştir. Deniz akıntıları tarafından yakalanan bu 27 milyon ton atık okyanuslarda 7. Kıta olarak adlandırılmıştır. Callebaut yakın gelecekte bu atıklardan elde edilen yeni bir malzemeyle, okyanusların araştırılması ve temizliğinin sağlanması amacıyla kullanılması düşünülen *Aequrea* projesini tasarlamıştır. Çevre dostu *Aequorealar*, deniz kabukları gibi doğal kalkerleşme yoluyla kendilerini geliştirebilmektedirler. Bu kalkerleşme birikimleri 1 000 metre derinlikte bükülmüş kule şeklinde biçimlendirilmiş karbon kuyulardır. Bir Aequorea, şeffaf cepheleri için yapı

malzemesi olarak aragonit kullanarak yılda, 2 500 ton ilave CO_2 absorbe edebilmektedir (URL-54).

Her *Aequorea* köyü, 20 bin adede kadar sualtı sakininin barınma ihtiyacını karşılayabilmektedir. Ana girişleri su yüzeyinde olan yapıların yüzer kubbeleri 500 metre çapında mangrovla kaplıdır. Projede modüler yaşam, ortak çalışma alanları, fabrika laboratuvarları, geri dönüşüm tesisleri, bilim laboratuvarları, eğitim otelleri, spor alanları, topraksız üretim tarlaları ve bitkisel arınma lagünleri katman katman yer almaktadır. Kulelerin burulması hidrostatik basınca karşı ultra dirençlidir. Geometrisi deniz jakuzileriyle savaşmakta ve böylece denge sorunlarını en aza indirmektedir. Fırtına ya da deprem durumuna oldukça karşı dirençli olan yapıda, çift kabuğun kalınlığı deniz yüzeyinden aşağı doğru artmaktadır ve basınçtaki artıştan kaynaklanan gerilimi telafi etmektedir (URL-54).

Yapıda ışık elde etmek için fosil yakıt tüketimine ihtiyaç duyulmamaktadır. Oksidasyon yolu ile ışık yayan simbiyotik organizmalar sayesinde biyolüminesans elde edilmektedir. Okyanus tabanında, bilimsel üssün etrafındaki yıldız biçiminde ortaya konan ve sarmal şekilde biçimlendirilmiş su türbinleri, deniz akıntılarını elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Bir okyanus termal enerji santarli (OTEC), enerji tedarik panelini tamamlamaktadır. Merkezi dikey eksende yer alan, sürekli elektrik üretmek için sıcak yüzey suyu ile derin soğuk su arasındaki sıcaklık farkını kullanmaktadır (URL-54).

Su Ürünleri yetiştiriciliği ve tatlı su üretmek için OTEC santrali, ozmotik basınca karşı koymakta ve suyu yarı geçirgen bir zar vasıtasıyla tuzdan ayırmak için derinlemesine basıncı kullanmaktadır. Hava, ya doğal olarak rüzgâr bacalarından taşınım yoluyla ya da deniz suyu elektrolizi yoluyla oksijen istasyonu tarafından yenilenmektedir (URL-54).

Yapıda ısıtma ve iklim kontrolü için de fosil yakıt kullanılmamaktadır. Dahası, insanların nefes almasıyla üretilen karbondioksiti emen, akvaryum duvarlarında yetişen mikro-algleri kullanılmaktadır. Bu yeşil yosun bazlı biyoreaktörler ayrıca sıvı veya katı organik atıkları geri dönüştürmektedirler ve fotosentez ve biyometanizasyon yoluyla enerji üretmektedirler (URL-54).

Gıda için mineraller, proteinler ve vitaminler açısından zengin yosun, plankton ve yumuşakçalar yetiştirilmektedir. Mercan resifleri balkonlarda hasat edilmekte, böylece suda

yetişen fauna ve flora için üretim çiftliği oluşturulmaktadır. Su yüzeyinde yer alan dört adet, yüzen kabuklu benzeri yapılar bahçecilik, seralar, organik tarım alanları ve meyve-sebze bahçelerine ev sahipliği yapmaktadırlar. Çiftlik sakinleri okyanusta sürdürülebilir balıkçılık yaparak geçimlerini sağlamaktadırlar. Deniz şehirciliğine özgü yatay bir ekonomik sistem geliştirilmesi tasarlanmış bu dikey köyde sosyal sınıflar kaldırılmıştır (URL-54).

Çizelge 4.6. Aequorea projesi değerlendirme tablosu

<table>
<tr><th colspan="6">AEQUOREA</th></tr>
<tr><td colspan="6">1. FOTOĞRAFLAR</td></tr>
<tr><td colspan="3">Yapının Fotoğrafı
</td><td colspan="3">Esinlenilen Organizmanın Fotoğrafı
</td></tr>
<tr><td colspan="6">2. YAPI KİMLİĞİ</td></tr>
<tr><td>Kullanım Tipi</td><td colspan="2">Yüzen Kent + Sualtı Çiftliği</td><td rowspan="2">Tasarım Amacı</td><td colspan="2" rowspan="2">• 7. Kıta’ya dikkat çekmek;
• Okyanusları araştırmak ve temizliğini sağlanmak</td></tr>
<tr><td>Tasarım Yılı / Yeri</td><td colspan="2">2015 / Rio de Janeiro, Brezilya</td></tr>
<tr><td colspan="6">3. FÜTÜRİSTİK REFERANSLAR</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sürdürülebilirlik</td><td>✓</td><td colspan="3">• Sıfır karbon salınımı,
• Biyo-yakıt üretimi,
• Atık dönüşümü,
• Oksidasyon ile aydınlatma,
• Yapay bahçeler ile tarım</td></tr>
<tr><td colspan="2">Eğrisel / Dinamik Hatlar</td><td>✓</td><td colspan="3">• Denizanası formu</td></tr>
<tr><td colspan="2">Hareketlilik / Esneklik</td><td>✓</td><td colspan="3">• Yüzen kent
• Kalkerleşme ile büyüyebiliyor</td></tr>
<tr><td colspan="2">İleri Teknoloji Kullanımı</td><td>✓</td><td colspan="3">• Hidro-türbin,
• OTEC santrali
• Atık dönüşümü teknolojisi
• Ekosistem gibi çalışma,</td></tr>
<tr><td colspan="6">4. BİYOMİMETİK REFERANSLAR</td></tr>
<tr><td colspan="2">Doğadan İlham Alınan Öğeler</td><td colspan="4">• Denizanasına benzer formuyla, doğada bulunan bir organizmayı “biçim” düzeyinde taklit etmektedir.
• Deniz kabuklarının kalkerleşme davranışını kullanarak organizmayı “yapım” düzeyinde taklit etmektedir.
• Tarım alanları, atık dönüşümü, CO_2’den biyo-yakıt üretmesiyle ekosistemi “süreç” düzeyinde taklit etmektedir.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Biyomimetik Düzeyi</td><td colspan="5">Biyomimetik Unsuru</td></tr>
<tr><td>Biçim</td><td>Malzeme</td><td>Yapım</td><td>Süreç</td><td>Fonksiyon</td></tr>
<tr><td>Organizma Düzeyi</td><td>✓</td><td></td><td>✓</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Davranış Düzeyi</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ekosistem Düzeyi</td><td></td><td></td><td></td><td>✓</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">5. DEĞERLENDİRME</td></tr>
<tr><td colspan="6">Tasarımda denizanası formundan etkilenilmesi, yapıya “eğrisel / dinamik hatlar” kazandırmaktadır. Yapının kalkerleşme yoluyla büyümesi mekâna “esneklik” kazandırmaktadır. Yapıda bulunan mikro-alglerin fotosentez ve biyometanizasyonu yoluyla elektrik üretilmesi, “sürdürülebilirliğe” katkı sağlamıştır.</td></tr>
</table>

4.7. Nautilus Eco-Resort: Biyomimetik Öğrenme Merkezi

Filipinler denizleri ciddi şekilde tehdit altındadır. Aşırı balıkçılık, kitle turizmi, plastik atık ve toksik ürünlerin büyük kirliliği ve iklim değişikliği, adaların ekolojik sağlığı ve yaşayanların hayatı için tehdit oluşturmaktadır. Mercanlar ölmekte, mangrov alanları tahrip edilmekte, deniz otu yatakları erozyonla boğulmakta, balık ve diğer deniz türlerinin yaşamsal popülasyonları tehlikeli bir şekilde düşmektedir (URL-56).

Turizmin uluslararası düzeyde en önemli endüstri haline gelmiş olması, sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunma potansiyeli açısından önem arz etmektedir. Bu açıdan *Nautilus Eco-Resort*, Filipinler'deki gibi bozulmuş bir ekosistemin yeniden canlandırılmasını ve korunmasını optimize etmek için eko-turistlerle bilim insanlarının bilgilerini bir araya getirmeyi hedefleyen öncü bir eko-turizm projesidir. Resim 4.10'da görüldüğü gibi, biyomimesise dayalı olarak bu eko-tatil yerinin mimari öğeleri, canlılarda ve endemik ekosistemlerde var olan şekillerden, yapılardan, malzemelerin zekâsından ve geri bildirim döngülerinden esinlenmektedir (URL-56).



(a) (b)

Resim 4.11. (a)Nautilus Eco-Resort projesi (URL-56), (b) Projedeki yapılara ilham veren deniz salyangozu (URL-57)

"Sıfır emisyon, sıfır atık, sıfır yoksulluk" temalı proje, %100 yeniden kullanımlı ve/veya geri dönüştürülmüş malzemelerden yapılan takımadalardan oluşmaktadır. Enerji ve gıdada kendine yeterli olan proje, yenilenebilir enerji ve permakültür sayesinde kendi ihtiyaçlarını karşılayabilmektedir. *Nautilus Eco-Resort*, her şeyden önce yerliler ve turistler arasında ekolojik farkındalığı artırmak için yapılmış bir projedir. Proje gönüllü eko-turistlerde plastik atıklarını plajlardan temizleme, geri dönüşüme dikkat çekme, plajlardaki bitkileri koruma,

permakültürü öğretme, mercan mahsullerini koruma, makul avlanmayı yeniden canlandırma ve doğanın yeniden korunmasını sağlama gibi konularda farkındalık yaratmayı hedeflemektedir (URL-56).

Nautilus Eco-Resort iklim, mekânın ruhu ve bitkisel biyokütleden türetilen biyo-kaynaklı malzemelerle mükemmel bir uyum içinde olacak şekilde planlanmıştır. Bitkiler ve hammaddeleri, mimari projenin kalbini oluşturmaktadır; çünkü sürekli olarak doğaya bağlılık, insan için doğuştan gelen bir ihtiyaçtır. *Nautilus Eco-Resort* projesine uygulanan beş biyofilik tasarım ilkesi aşağıdaki gibidir:

- Görsel bağlantıyı doğayla güçlendirmek,
- Isıl değişkenliğe ve havanın yenilenmesine odaklanmak,
- Dinamik ve dağınık ışığın tadını çıkarmak,
- Biyomorfik şekiller ve desenler türetmek,
- Biyo-kaynaklı materyallerle duyusal bağı optimize etmek.

Tepelerin eteklerinde ince bir hilal şeklinde sarılı planlanmış tatil yeri, doğal havuzlara ve dikey bahçelerin şelalelerine ev sahipliği yapmaktadır. Kabuk şeklindeki oteller ve dönen apartman kulelerinden oluşan iki ana mimari yapı, denge ve uyumun sembolü olan Fibonacci dizisine saygı duyan bir oranda iki altın spiral boyunca sarılmaktadırlar. Her binanın yüksekliği, büyük bitki örtüsü altındaki bilimsel araştırma laboratuvarlarını barındıran merkez adadan çıkan iki sarmal boyunca ilerlendikçe artmaktadır. Bu sürdürülebilir köyün, bir yandan denizin yüzeyleri ile derin suları arasındaki sıcaklık farkını kullanarak okyanus termal enerjisinden, diğer yandan da hidro-türbinler kullanılarak deniz akıntılarından kaynaklı kinetik enerjiden yararlanan teleskopik kazıklar üzerine inşa edilmesi planlanmıştır. Böylece havalandırma aletleri ve aydınlatma için gerekli elektrik, yenilenebilir enerji kaynakları tarafından üretilmektedir. Cepheler ve çatılar, binanın ısıl konforunu artırmak ve elektrik üretmek için bitkiler ve fotovoltaik hücrelerle kaplanmışlardır. Tükettiğinden daha fazla enerji üreten *Nautilus Eco-Resort*, bu özelliğiyle pozitif bir enerji dengesi sağlamaktadır. Böylece, enerji gerçek zamanlı olarak mini bir akıllı şebeke aracılığıyla yerel topluluğa dağıtılarak onların kendi kendine yeterli olmasını sağlamaktadır (URL-56).

Bu ekolojik tatil yerleşimini oluşturan her yapı kullanıcılara özel bir deneyim sunmaktadır.

- Dönen Triskeleler: Doğu sarmalında bulunan değişen yüksekliklerde 12 spiral kulenin her katı, kendi ekseni etrafında günden 360° dönen, "üçlü sarmal" anlamına gelen "triskele" adı verilen geometrilerden oluşmaktadır. Katların cepheleri tavanlarında bulunan panoramik teraslara erişmeyi sağlayan rampaları birleştirme görevi görmektedir. Düşey sirkülasyonu barındıran merkez kulesi yeşil bitki örtüsü duvarları ile kaplanmış olan yapının çatısında, sıcak su depoları ve fotovoltaik güneş panelleri yer almaktadır.
- Yeşil Kabuklar: Batı sarmalına konumlanmış, projeye Latince ismini veren deniz salyangozu şeklindeki 12 otel yapısı sudan çıkıyor gibi görünmektedirler. Yapının dış iskeletini oluşturan biyo-çimento kabuk, kalsiyum karbonatların geri dönüştürülmüş betonda çökelmesini indükleyerek performansını artıran mikroorganizmalar içermektedir. Bu yaşayan 12 *nautilus* adadan korunmaya alınacak bitkilerle kaplanmaktadırlar.
- Taç Yapraklar ve Mercanlar: İki büyük altın sarmal iskele üzerinde de yer alan, organik ve şekilli küçük köşkler, eko-turistleri su boyunca dinlenmeye ve rahatlamaya davet etmektedirler. "Yapraklar" bitkisel bir hiperbolik çatı ile kaplanırken, "mercanların" şekli, iç ve dış arasındaki herhangi bir sınırı oluşturmamak amacıyla için spiral şeklindedir. 22 pavyonun her birinde bilim adamları, nesli tükenmekte olan vahşi yaşamı ve bitki yaşamını yeniden birleştirmek için camdan yapılma balık ve mercan havuzlarına erişebilmektedirler.
- Origami Dağı: Lagün merkezinde bulunan yapı, bilimsel araştırma merkezi ve deniz rekreasyon üssü olarak kullanılmaktadır. Bu, dev origami gibi açılan dairesel dalgalı yapı rampalar ile çevrelenmişlerdir. Çatıda, tatil yeri restoranlarının mutfaklarını ihtiyaçlarını karşılayan sebze bahçeleri ve organik meyve bahçeleri yer almaktadır. Mimarisi bölge çevresinde bulunan tepelere benzemektedir. Bu yapay dağ, araştırmacılar ve eko-turistler arasındaki etkileşimi artırmak için hem bilimsel laboratuvarlarla çevrili deniz havuzuna, hem de eğlence havuzuna sahiptir. Aynı zamanda ilkokul, çocuk evi ve yerel gençler için spor salonlarına ev sahipliği yapmaktadır.

Gün geçtikçe yaşam alanları küçülmekte olan bir dünyada, *Nautilus Eco-Resort,* bozmadan keşfetmeyi ve ekosistemleri canlandırmayı amaçlamaktadır. Gelecek yıllarda insanlığın doğayla sürdürmeye karar verdiği ilişkinin, türümüzün sürdürülebilirliğini belirleyeceği iddiasında olan Callebaut, yapıyı insan ve gezegen sağlığı konusunda endişe duyan yeni bir sosyal sistem için çevresel esneklik kavramına adamaktadır (URL-56).

Çizelge 4.7. Nautilus Eco-Resort projesi değerlendirme tablosu

<table>
<tr><th colspan="7">NAUTILUS ECO-RESORT</th></tr>
<tr><td colspan="7">1. FOTOĞRAFLAR</td></tr>
<tr><td colspan="3">Yapının Fotoğrafı
</td><td colspan="4">Esinlenilen Organizmanın Fotoğrafı
</td></tr>
<tr><td colspan="7">2. YAPI KİMLİĞİ</td></tr>
<tr><td>Kullanım Tipi</td><td colspan="2">Turizm Yapısı + Laboratuvar</td><td rowspan="2">Tasarım Amacı</td><td colspan="3" rowspan="2">• Ekosistemin yeniden canlandırılması ve korunmasına karşı duyarlılığın geliştirilmesi için, eko-turistlerle bilim insanları bir araya getirmek</td></tr>
<tr><td>Tasarım Yılı / Yeri</td><td colspan="2">2017 / Palawan, Filipinler</td></tr>
<tr><td colspan="7">3. FÜTÜRİSTİK REFERANSLAR</td></tr>
<tr><td>Sürdürülebilirlik</td><td>✓</td><td colspan="5">• Geri dönüşümle malzeme kullanımı,
• Elektrik üretimi,
• Yeşil cephe tasarımı,
• Yapay bahçeler ile tarım</td></tr>
<tr><td>Eğrisel / Dinamik Hatlar</td><td>✓</td><td colspan="5">• Deniz salyangozu formu</td></tr>
<tr><td>Hareketlilik / Esneklik</td><td>X</td><td colspan="5">• Sabit yapı</td></tr>
<tr><td>İleri Teknoloji Kullanımı</td><td>✓</td><td colspan="5">• Fotovoltaik paneller,
• Hidro-türbin,
• Termal enerjiden elektrik üretim teknolojisi</td></tr>
<tr><td colspan="7">4. BİYOMİMETİK REFERANSLAR</td></tr>
<tr><td>Doğadan İlham Alınan Öğeler</td><td colspan="6">• Deniz salyangozlarına benzer formdaki yapılarıyla organizmayı “biçim” düzeyinde taklit etmektedir.
• Tarım alanları, atık dönüşümü, geri dönüşümlü malzeme kullanımıyla ekosistemi “süreç” düzeyinde taklit etmektedir.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Biyomimetik Düzeyi</td><td colspan="6">Biyomimetik Unsuru</td></tr>
<tr><td>Biçim</td><td>Malzeme</td><td>Yapım</td><td>Süreç</td><td>Fonksiyon</td></tr>
<tr><td>Organizma Düzeyi</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Davranış Düzeyi</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ekosistem Düzeyi</td><td></td><td></td><td></td><td>✓</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">5. DEĞERLENDİRME</td></tr>
<tr><td colspan="7">Tasarımda salyangoz formundan etkilenilmesi, yapıya “eğrisel / dinamik hatlar” kazandırmaktadır. Yapıda yaşayanların kendi gıda ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde bir ekosistem üretilmesi, “sürdürülebilirliğe” katkı sağlamıştır.</td></tr>
</table>

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, bir önceki bölümde fütüristik ve biyomimetik verileri elde edilen projeler üzerinden, iki kavram arasındaki ilişkinin tespiti yapılmaktadır. Elde edilen verilerle, Callebaut'nun projelerinde biyomimesis kavramını ne kadar etkin kullanabildiğine ve kullandığı biyomimetik yaklaşımların projelerine fütüristik referans olarak neler katabildiğine dair bir sorgulama yapılmaktadır. Bu sayede, tezin hipotezini oluşturan biyomimesis ve fütürizm kavramları arasındaki ilişkinin saptanabilmesi mümkün olmaktadır.

Bu çerçevede Callebaut'nun projelerinden elde edilen verilerin karşılaştırması ve analiz edilmesi için bir tablo hazırlanmıştır. Çizelge 5.1'de verilen tabloya göre tüm yapılar; "biyomimetik düzeyleri", doğadan esinlenme yöntemini veren "biyomimetik unsurları" ve "biyomimetik yaklaşımlarının meydana getirdiği fütüristik referansları" olarak üç ana başlık altında sınanmaktalardır.

Yapıların biyomimetik düzeyleri ve biyomimetik unsurları, çalışmanın üçüncü bölümünde verilen M. P. Zari'ye (2007) ait tablodaki kavramlarla ele alınmaktadır. Bu doğrultuda Vincent Callebaut'nun tasarladığı projelerde, yapılarına özellikli olarak hangi biyomimesis düzeyinde yaklaştığının ve bu yaklaşımının projeye ne şekilde aktarıldığının bir tespitini yapmak amaçlanmaktadır.

Daha sonra çalışmanın ikinci bölümünde, fütüristik mimarlığı temsil eden kavramlar olarak ele alınan dört kavrama dair tespitler yapılmaktadır. Bu tespitler yapılırken projelerin fütüristik olan her öğesi değil, yalnızca biyomimetik yaklaşımının meydana getirdiği fütüristik öğeler seçilmektedir. Bu sayede, biyomimetik bir bakış açısıyla tasarlanan fütüristik projelerde hem hangi fütüristik referansın biyomimesisle daha ilişkili olduğu, hem de hangi biyomimetik yaklaşımın fütüristik referanslar üzerinde daha etkili olduğu karşılıklı olarak saptanabilmektedir.

Çizelge 5.1. Genel değerlendirme tablosu

REFERANSLAR \ PROJE ADI		ECOCOON	LILYPAD	DRAGONFLY	PHYSALIA	HYDROGENASE	AEQUOREA	NAUTILUS ECO-RESORT	TOPLAM REFERANS
Biyomimetik Düzeyi	Organizma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7/7
	Davranış								0/7
	Ekosistem	✓	✓	✓		✓	✓	✓	6/7
Biyomimetik Unsuru	Biçim	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7/7
	Malzeme					✓			1/7
	Yapım						✓		1/7
	Süreç		✓	✓			✓	✓	4/7
	Fonksiyon	✓				✓			2/7
Biyomimetik Yaklaşımın Meydana Getirdiği Fütüristik Referanslar	Sürdürülebilirlik	✓	✓	✓		✓	✓	✓	6/7
	Eğrisel / Dinamik Hatlar	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7/7
	Hareketlilik / Esneklik						✓		1/7
	İleri Teknoloji Kullanımı	✓				✓			2/7
BİYOMİMETİK YAKLAŞIMIN MEYDANA GETİRDİĞİ TOPLAM FÜTÜRİSTİK REFERANS		3/4	2/4	2/4	1/4	3/4	3/4	2/4	

İncelenen tasarımların “biyomimetik düzeyleri”, düzeylerini meydana getiren “biyomimetik unsurları” ve yapının “biyomimetik yaklaşımının meydana getirdiği fütüristik öğeleri” Çizelge 5.1’de bir bütün halinde işaretlenmiştir.

Tablodan çıkarılan sonuçlara göre Vincent Callebaut'nun incelenen 7 adet tasarımının tümünde "organizma düzeyinde" bir esinlenme olduğu görülmektedir. Yapıların, *Physalia* projesi hariç, 6 adedinde aynı zamanda "ekosistem düzeyinde" de esinlenme bulunması, Callebaut'nun tasarımları için ilham alırken doğaya çok yönlü baktığının bir göstergesi olarak yorumlanmıştır. Tasarımlarda "davranış düzeyinde" bir esinlenmeye rastlanmaması ise, kendisini etkin bir biyomimetik proje mimarı olarak tanımlayan Callebaut'nun, alanındaki bir eksikliği olarak kendisini göstermektedir.

Tasarımlardaki esinlenme düzeylerinin içeriklerini ifade eden biyomimetik unsurlara bakıldığında, tasarımların tümünde organizmaların biçim yönünden ele alındığı ortaya çıkmaktadır. İncelenen tasarımların yalnızca birer tanesinde organizmaların malzeme (*Hydrogenase*) ve yapım (*Aequorea*) yönünden de ele alındığı görülmektedir. Bu doğrultuda Callebaut'nun doğaya, ağırlıklı olarak form arayışı sebebiyle baktığı sonucu çıkarılmaktadır. Ekosistem düzeyindeki esinlenmelerde ise, 2 adet fonksiyon yönünden (*Ecocoon* ve *Hydrogenase*), 4 adet süreç yönünden bir yaklaşım olduğu görülmektedir. Bu durumun yapıların ölçeğiyle ilişkili olduğu tespit edilmektedir.

Çizelge 5.1'deki verilerin analizi sonucu, biyomimetik yaklaşımların meydana getirdiği fütüristik yaklaşımlarda, "eğrisel / dinamik hatlar" kullanımının tüm tasarımlarda yer aldığı gözlemlenmektedir. Bu duruma, Callebaut'nun çoğunlukla kullandığı organizma düzeyinde, biçime dair esinlenmenin sebep olduğu tespit edilmektedir. İkinci olarak öne çıkan fütüristik referans olan "sürdürülebilirlik", 7 adet projenin *Physalia* projesi hariç 6'sında yer almaktadır. Bu durum Callebaut'nun projelerinde ekosistem düzeyinde esinlenmelerin tümünün, sürdürülebilirliği hedef aldığını göstermektedir. Callebaut'nun incelenen tasarımlarının çoğunluğu yüzen (*Lilypad, Physalia* ve *Aequorea*) veya uçan (*Hydrogenase*) yapılardan oluşsa da, yalnızca *Aequorea* projesinde bu referansın biyomimesisle bağlantılı olduğu saptanmaktadır. Benzer şekilde Callebaut'nun tasarımlarında, günümüz teknolojisinin sınırlarını zorlayan teknoloji kullanımı anlayışının, yalnızca iki (*Ecocoon* ve *Hydrogenase*) projesinde biyomimetik bir yaklaşımın sonucu olduğu görülmektedir.

İncelenen örneklere göre, Callebaut'nun geleceğin tasarımlarına yönelik anlayışında merkeze oturttuğu fikirleri, çevre dostu ve doğayla uyumlu yapılar yapma hedefleri olmaktadır. Callebaut'nun bu doğrultuda ürettiği fütüristik projelerinde, özellikle "sürdürülebilirlik" ve "eğrisel / dinamik hatlar" ararken çözümün yine doğada olacağını

düşünmektedir. Bu çerçevede, kendi ihtiyacı olan kaynakları üreten, çevre dostu yapılar tasarlarken, doğadan ekosistem ölçeğinde ilham almaktadır. Tasarımlarının doğanın bir parçası gibi göstermeyi ve aynı zamanda geleceğin mimarisinin öncelikli aradığı kavramlardan birisi olan "eğrisel / dinamik hatları" bu amaçla uygulamak isteyen Callebaut doğadaki organizmaların formlarını, esin kaynağı olarak kullanmaktadır.

Callebaut'nun da tasarımlarında amaç olarak vurguladığı gibi, günümüzde insanlık hiç olmadığı kadar büyük çevre ve nüfus sorunlarıyla karşı karşıyadır. Bu konuda hızla ve özenle yapılan bilinçlendirme çalışmaları sayesinde özellikle Batı ülkeleri ve büyük şehirlerde kayda değer bir duyarlılık oluşmaya başlamıştır. Bu duyarlılık neticesinde umutlarını tüm gücüyle bu alana yönelten bilim insanları, sanatçılar ve tasarımcılar çalışmalarını daha güzel bir dünya için her geçen gün yoğunlaştırmaktadır. İnsanlığın başına sorun olan olumsuzlukları bertaraf etmeye çalışan tasarımcılar için fütürist düşünce başvurulması en faydalı disiplinlerden biri sayılmaktadır. Bugünün olanaklarıyla yetinmeyen ve bilimsel, teknolojik, ekonomik, siyasi vb. birçok alandaki çıkarımları üzerinden gelecek tahmininde bulunan Fütüristlerin, çevresel ve toplumsal sorunların çözümüne yönelik büyük rol oynadıkları tarih boyunca tartışmasız bir gerçek olmuştur.

Artık 21. yüzyıl mimarlığının vazgeçilmez bir öğesi olan ekolojik ve enerji etkin bina tasarım yöntemlerinin daha kolay ve daha pratik uygulanabilir olması gerektiğini fark eden fütürist mimarların, biyomimesis kavramının önemini en çok anlayanlar olduğunu iddia etmek yanlış olmayacaktır. Bütün mimari duruşunu ve tasarım anlayışını bu doğrultuda konumlandıran Vincent Callebaut'nun ürettiği tasarımların, yalnızca hayali veya ütopik olmak amacıyla değil, bugünün tasarımcılarına ve duyarlı bütün dünya vatandaşlarına ilham vermek amacıyla üretildiği rahatlıkla tespit edilebilmektedir.

Callebaut, günümüzün önemli tasarım yaklaşımlarından olan biyomimesisi, günümüz çevre sorunlarına bir eleştiri niteliğinde olan fütüristik tasarımlarıyla harmanlayarak iki kavramın kuvvetli ilişkisini tanımlamıştır.

1. Çoğunluğu ekosistem düzeyinde olan esinlenmeleri, günümüz fütürist mimarlık anlayışının olması gerektiği konumu işaret etmektedir. Fütüristik mimarlığın daha ekolojik, daha sürdürülebilir olması gerektiğini fark eden Callebaut, bu amacına biyomimetik bir bakış açısı sayesinde ulaşabilmiştir.

2. Gelişen malzeme teknolojisini etkin kullanmayı ve doğayla işleyiş açısından olduğu kadar estetik anlamda da uyum yakalamayı amaçlayan Callebaut, amacına doğadan esinlendiği formlar ve strüktürler sayesinde ulaşmıştır.
3. Geleceğin mimarisinde kullanılacak ileri teknolojinin altyapısının doğanın işleyişinde aranabileceğini örnekleriyle vurgulamıştır.

Sonuç olarak, biyomimesis kavramının fütürist mimarlıkla kurduğu ilişkinin, bugünün yaşanılabilen kentlerini kurmakta büyük rol oynadığını söylemek yanlış olmamaktadır. Yarın için hedeflerini belirlemiş olan insanlık, hedeflerine başlamak için bugünden kollarını sıvayacaktır. Bu açıdan, fütürist mimarların biyomimetik anlayışı kendilerine yol haritası olarak seçmeleri, mimarlar için araştırılması, geliştirilmesi ve desteklenmesi gereken konuların başında gelmelidir.

KAYNAKLAR

Ak, N. (2006). *"Geleceğin Konutu" Tasarımında Ortaya Çıkan Kavramların Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Aksu, A., Uludağ, Z., Çağlar, N. (2008). Sanat, Kent ve Mimarlık Eleştirisi İçin Ortak Bir Tema: Kent Kolajları. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(4), 741-748.

Alberti, M., Marzluff, J.M., Shulenberger, E., Bradley, G., Ryan, C. ve Zumbrunnen, C. (2003). Integrating Humans into Ecology: Opportunities and Challenges for Studying Urban Ecosystems. *Bioscience*, 53, 1169-1179.

Alsaç, A. (1978). Düşünsel Mimarlık: Rönesans Ütopyaları Aracılığıyla Bir Örnekleme. *ODTÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 4(1), 31-52.

Altıok, E. (2017). Aldous Huxley'in Cesur Yeni Dünya'sına Distopya Bağlamında "Bakış". *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(18), 530-538.

Altıntaş, O. (2014). Gelecek İçin Daha Fazla Hız Fütürizm. *Türk-İslam Medeniyeti Akademik Araştırmalar Dergisi*, 17, 77-89.

Arslan, M.E. (2006). *20. Yüzyıl Teknolojik Ütopyalarının Hareketlilik, Esneklik / Uyabilirlik ve Teknoloji Kavramları*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Arslan Selçuk, S. ve Gönenç Sorguç, A. (2004). *Similarities in Structures in Nature and Man-Made Structures: Biomimesis in Architecture*. 2nd International Design and Nature Conference Comparing Design in Nature with Science and Engineering, Rodos, 45-54.

Arslan Selçuk, S. ve Gönenç Sorguç, A. (2007). Mimarlık Tasarımı Paradigmasında Biomimesis'in Etkisi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22(2), 451-459.

Arslan Selçuk, S. ve Gönenç Sorguç, A. (2008). *Mimarlıkta Doğanın En İyi Fikirlerinden Öğrenmek*, https://v3.arkitera.com/g146-biomimicry.html?year=&aID=2677

Atakan, A. (2016). Beşyüzüncü Yıldönümünde Ütopya. *Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi*, 22(2), 63-114.

Babaoğlu, F. (2004). *Bilimkurgu Sinemasının Mimari Ütopya Kavramı Bağlamında Bir Temsiliyet Aracı Olarak Kullanılması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Banham, R. (1969). A Home Is Not A House. *Architectural Design*, 39, 45-48.

Başaran, B. (2007). *Fütürizm'den Siber Punk'a: Yirminci Yüzyıl Sanatında Teknolojinin Değişen Yansıması*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Benyus, J.M. (1997). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. New York: William Morrow Company Inc.

Bezel, N. (1993). Ütopyalarda ve Karşı Ütopyalarda Aklın ve İnsanın Durumu (çev. S. Özpalabıyıklar). *Varlık*, 1026, 17-23. (Orijinal makalenin yayım tarihi, 1984).

Boyacıoğlu, C. (2017). *Mimarlıkta Çevreci Yaklaşımların Antroposen Kavramı Bağlamında Tartışılması,* Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bronowski, J. (1975). *İnsanın Yücelişi* (çev. F. Ofluoğlu). İstanbul: Milliyet Yayınları. (Eserin orjinali 1973'te yayımlandı). 333.

Busbea, L. (2007). *Topologies: The urban utopia in France, 1960-1970*. Cambridge, Mass: MIT Press.

Civelek, Y. (2015). Manifestoların Perspektifinden: Antonio Sant'Elia Fütürist mi?. *Megaron Dergisi*, 10(4), 522-535.

Conrads, U. & Bullock, M. (1970). *Programs and manifestoes on 20th-century architecture*. Cambridge, Masss: MIT Press.

Coşkun, İ. (2004). Ütopya ve Kent. *İstanbul Üniversitesi Sosyoloji Dergisi*, 3(9), 185-192.

Cripe, B. I. (2007). *Energy of The Sea: An Offshore Marine Research Facility*, Master of Architecture, University of Cincinnati, Indianapolis, 50-51.

Cuito, A. (2003). *Antonio Sant'Elia,* Dusseldorf: TeNeues Books, 67.

Çakaloğulları, Ş. (2015). *Ütopya – Radikal Mimarlık Bağlamında 1960-70 Dönemi Mimarlığına Analitik Bir Yaklaşım*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Demirkan, M. (2000). Ütopya Masalı. *Yapı Dergisi*, Sayı: 228, 53-61.

Deyong, S. (2017). Walking City: Archigram and the Pursuit of Style. *The Companions to the History of Architecture*, 5(4), 1-12.

Dostoğlu, N.T. (2001). Ütopya, Kent ve Mimarlık Üzerine Düşünceler. *Arredamento Mimarlık*, 2001/5, 73-76.

Ekici, T. (2001). *Teknolojik Gelişimlerin Mimarlığı Yönlendirici Etkileri Konusunda Bir Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ekici, K.Ö. (2013). Biyobenzetim. *Bilim ve Teknik*, 546. sayının eki, 1-2.

Emerson, R.L. (1973). Utopia, Weiner, P.P. (Editör), *Dictionary of the History of Ideas: Studies of Selected Pivotal İdeas*. New York: Charles Scribner's Sons, (4), 458-465.

Erdem, E. (2005). Tarihte Ütopya ve Mimarlık İlişkisi. *Mimarist Dergisi*, (4), 78-83.

Forty, A. (2000). *Words and buildings: A vocabulary of modern architecture*. London: Thames & Hudson.

Fresco, J. (2007). *Designing the Future*. The Venus Project Inc., Texas.

Friedman, Y. (2011). Architecture with the People, by the People, for the People. Rodriguez, M.I. (Editör), *Coleccion Arte Arquitectura AA MUSAC*. Barcelona: Actar Publishers.

Fuller, B. (1931). Universal Requirements of a Dwelling Advantage. *The Buckminster Fuller Reader*. Londra: Penguin Books, 252-269.

Gedik Âlâ, H.M. (2014). *Mimari Temsilde Hareket İmgesi: Gündelik Hayat ve Sinematografi Üzerinden Bir Okuma,* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Giedion, S. (2008). *Space, Time and Architecture: the growth of a new tradition*. Cambridge: Harvard University Press, Fifth Revised and Enlarged Edition.

Gruber, P. (2011). *Biomimetics in Architecture: Architecture of Life and Buildings*. SpringerWien New York, Mörlenbach.

Gürel, S. (1968). *Uzay Organizasyonlarında Yeni Gelişmeler*. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul.

Güzer, C.A. (2000). Gerçekleşmemiş Bir Düş Olarak Mimarlık: Future Systems. *XXI Mimarlık Kültürü Dergisi*. 1(4), 160-170.

Harver, D. (2001). *Megacities Lecture 4*. Amersfoort: Twynstra Gudde Management Consultants, The Netherlands.

Harvey, D. (2008). *Umut Mekanları* (çev. Z. Gambetti). İstanbul: Metis Yayıncılık. (Eserin orjinali 2000'de yayımlandı).

Hasol, D. (2000). Mimarlıkta Ütopya. *Yapı Dergisi*, 228, 62-69.

Hejduk, R. (2006). *Beyond Architecture: Technology, Freedom and Play*. 94th ASCA Annual Meeting Proceedings, Getting Real, 227-239.

İnternet: Atlantis. *Vikipedi*. URL-1: https://tr.wikipedia.org/wiki/Atlantis, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: The Island of Utopia. *Web Gallery of Art*. URL-2: https://www.wga.hu/frames-e.html?/html/h/holbein/ambrosiu/utopia.html, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Leonardo the city planner: Da Vinci's New Milan. *Engineering and Technology*. URL-3: https://eandt.theiet.org/content/articles/2019/05/leonardo-the-city-planner-da-vinci-s-new-milan/, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Leonardo's plan for canals in a town. *Science Photo Library*. URL-4: https://www.sciencephoto.com/media/423156/view/leonardo-s-plan-for-canals-in-a-town, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Leonardo da Vinci'ye Çırak Aranıyor!. *Mimdap*. URL-5: http://www.mimdap.org/?p=16021, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Golden Horn. *Wikipedia*. URL-6: https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_Horn, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Dezeen's A-Zdvent calendar: Da Vinci Bridge by Vebjørn Sand. *Dezeen*. URL-7: https://www.dezeen.com/2015/12/04/a-z-advent-calendar-leonardo-da-vinci-bridge-vebjorn-sand-nygardskrysset-norway/, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: AD Classics: Cenotaph for Newton / Etienne-Louis Boullée. *Archdaily*. URL-8: https://www.archdaily.com/544946/ad-classics-cenotaph-for-newton-etienne-louis-boullee, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: La Saline Royale de Claude-Nicolas Ledoux. *Agauche*. URL-9: https://agauche.org/2018/08/04/la-saline-royale-de-claude-nicolas-ledoux/, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Phalanstère, Familistère Et Cités Ouvrières. *Le Familistère De Guise*. URL-10: https://www.familistere.com/fr/decouvrir/une-architecture-au-service-du-peuple/phalanstere-familistere-et-cites-ouvrieres, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Utopie metropolitane, la mostra. *L'Espresso*. URL-11: https://espresso.repubblica.it/visioni/lifestyle/2013/03/28/galleria/utopie-metropolitane-la-mostra-1.119865#2, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Antonio Sant'Elia e i compagni del tempo Futurista. *Futur-ism*. URL-12: http://www.futur-ism.it/esposizioni/ESP2013/ESP20130804_C.htm, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: AD Classics: The Dymaxion House / Buckminster Fuller. *Archdaily*. URL-13: https://www.archdaily.com/401528/ad-classics-the-dymaxion-house-buckminster-fuller?ad_medium=gallery, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Georgii Krutikov: The Flying City and Beyond. *Metalocus*. URL-14: https://www.metalocus.es/en/news/georgii-krutikov-flying-city-and-beyond, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Kimmelman, M. (2017). Frank Lloyd Wright Hated New York, Thought About Making the Guggenheim Pink, and Still Dreamed of Mile-High Skyscrapers. *The New York Times*. URL-15: https://www.nytimes.com/interactive/2017/06/08/arts/frank-lloyd-wright-at-150-moma.html, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Koyuncu, P. (2010). Uyuyan Devler: Hurdaya Çıkmış Gökdelenler. *Arkitera*. URL-16: https://v3.arkitera.com/h59185-uyuyan-devler-hurdaya-cikmis-gokdelenler.html, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Burj Halife, Frank Lloyd Wright'tan mı etkilendi?. *Mimdap*. URL-17: http://www.mimdap.org/?p=31034, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Principles Ville Spatiale. *Yona Friedman*. URL-18: http://www.yonafriedman.nl/?page_id=396, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Paris Spatiale. *Yona Friedman*. URL-19: http://www.yonafriedman.nl/?page_id=431&wppa-album=66&wppa-occur=1&wppa-photo=560, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Spatiale settlements. *Yona Friedman*. URL-20: http://www.yonafriedman.nl/?page_id=1053, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Lucarelli, F. (2011). "A Home is not a House", by Reyner Banham and François Dallegret, 1965. *Socks*. URL-21: http://socks-studio.com/2011/10/31/francois-dallegret-and-reyner-banham-a-home-is-not-a-house-1965/, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Bionic Tower the Vertical City of Future. *UNP*. URL-22: https://www.unp.me/threads/bionic-tower-the-vertical-city-of-future.104504/, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Gwanggyo Power Center. *MVRDV*. URL-23: https://www.mvrdv.nl/projects/69/gwanggyo-power-centre, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Sky Table – A Social Implant. *Evolo*. URL-24: http://www.evolo.us/sky-table-a-social-implant/, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Grozdanic, L. (2013). Futuristic Walking Metropolis Could Roam Around the World Planting Forests in its Wake. *Inhabitat*. URL-25: https://inhabitat.com/manuel-dominguezs-futuristic-walking-city-could-roam-around-the-world/#popup-579878, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Cooke, L. (2017). Three-mile-high futuristic skyscraper has a smog-eating, self-cleaning coating. *Inhabitat*. URL-26: https://inhabitat.com/three-mile-high-futuristic-skyscraper-has-a-smog-eating-self-cleaning-coating/, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: International Terminal Waterloo. *Grimshaw*. URL-27: https://grimshaw.global/projects/international-terminal-waterloo/, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Permission granted for Moxon Architects Hedgehog building. *Archdaily*. URL-28: https://www.archdaily.com/19709/permission-granted-for-moxon-architects-hedgehog-building?ad_medium=gallery, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Eastgate. URL-29: https://www.mickpearce.com/Eastgate.html, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: CH2 (Council House 2). URL-30: http://www.thecollectormm.com.au/gallery/photography/City/slides/CH21.jpg, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: CH2 Melbourne City Council House 2 / DesignInc. *Archdaily*. URL-31: https://www.archdaily.com/395131/ch2-melbourne-city-council-house-2-designinc?ad_medium=gallery, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: ICD/ITKE Research Pavilion 2014-15. *University of Stuttgart*. URL-32: https://www.icd.uni-stuttgart.de/projects/icditke-research-pavilion-2014-15/, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Zira Island Masterplan. *BIG*. URL-33: https://big.dk/#projects-zir, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: HygroSkin-Meteorosensitive Pavilion / Achim Menges Architect + Oliver David Krieg + Steffen Reichert. *Archdaily*. URL-34: https://www.archdaily.com/424911/hygroskin-meteorosensitive-pavilion-achim-menges-architect-in-collaboration-with-oliver-david-krieg-and-steffen-reichert, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: BIQ House. *Architonic*. URL-35: https://www.architonic.com/en/project/arup-biq-house/5101636, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Sky-Terra. *Evolo*. URL-36: http://www.evolo.us/sky-terra/, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: The Environmental Island, Green Float. *Shimz*. URL-37: https://www.shimz.co.jp/en/topics/dream/content03/, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Himalaya Water Tower. *Evolo*. URL-38: http://www.evolo.us/himalaya-water-tower/, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: The Future of Architecture. URL-39: http://www.johnmjohansen.com/Future-of-Architecture.html, Son Erişim Tarihi: 09.02.2020

İnternet: Hyper Filter Skyscraper. *Evolo*. URL-40: http://www.evolo.us/hyper-filter-skyscraper/, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Gerridae. *Evolo*. URL-41: http://www.evolo.us/wp-content/uploads/2016/03/evoloskyscrapers3-interior-5.jpg, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Undaunted Evolutions. URL-42: https://joeshi.weebly.com/competitions.html#, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Gerridae. *Tree of Life*. URL-43: http://tolweb.org/Gerridae/10915, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: About Us. *Vincent Callebaut Architectures, Paris*. URL-44: http://vincent.callebaut.org/, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Ecocoon For Recycling, Experimental Urban Farm. *Vincent Callebaut Architectures, Paris*. URL-45: http://vincent.callebaut.org/object/031030_edf/edf/projects, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: *Flickr*. URL-46: https://www.flickr.com/photos/14833125@N02/5145075966, Son Erişim Tarihi: 09.02.2020

İnternet: Lilypad. *Vincent Callebaut Architectures, Paris*. URL-47: http://vincent.callebaut.org/object/080523_lilypad/lilypad/projects, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Dragonfly. *Vincent Callebaut Architectures, Paris*. URL-48: http://vincent.callebaut.org/object/090429_dragonfly/dragonfly/projects, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: *Pixabay*. URL-49: https://pixabay.com/tr/photos/dragonfly-plattbauch-yelken-yusuf%C3%A7uk-4277844/, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Physalia. *Vincent Callebaut Architectures, Paris*. URL-50: http://vincent.callebaut.org/object/100104_physalia/physalia/projects, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Portuguese man o'war. *The Marine Life Information Network*. URL-51: https://www.marlin.ac.uk/species/detail/2093, Son Erişim Tarihi: 09.02.2020

İnternet: Hydrogenase. *Vincent Callebaut Architectures, Paris*. URL-52: http://vincent.callebaut.org/object/100505_hydrogenase/hydrogenase/projects, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: *Colourbox*. URL-53: https://www.colourbox.com/image/pine-tree-with-a-lot-of-dry-branches-image-2989472, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Aequorea. *Vincent Callebaut Architectures, Paris*. URL-54: http://vincent.callebaut.org/object/151223_aequorea/aequorea/projects, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Els Cnidaris o Meduses. *Els Invertebrats*. URL-55: http://elsinvertebratsciclesuperior.blogspot.com/2015/02/khj.html, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Nautilus Eco-Resort. *Vincent Callebaut Architectures, Paris*. URL-56: http://vincent.callebaut.org/object/170831_nautilusecoresort/nautilusecoresort/projects, Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

İnternet: Bulla (gastropod). *Wikipedia*. URL-57: https://en.wikipedia.org/wiki/Bulla_(gastropod), Son Erişim Tarihi: 12.02.2020

Jenks, C. (1971). *Architecture 2000: Predictions and Methods*. London: International Thomson Publishing.

Jenner, R. (1999). *The City Rises and the Futurist City*. ASCA Iternational Conference Roma, 182-187.

Jeronimidis, G. ve Gruber, P. (2012). Has Biomimetics arrived in Architecture?, *Bioinspiration & Biomimetics*, (7), 1-2, IOP Publishing Ltd, Bristol.

Johansen, J.M. (2002). *Nanoarchitecture: A New Species of Architecture*, Princeton Architectural Press, New York.

Kahya, G.Y. (2007). *Kentsel Gelişme Olgusu Bağlamında Gelecek Öngörüleri: Siberşehirler*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kayın, E. (2009). Fütürist Koruma ve Korumacı Fütürizm, *TMMOB Mimarlık Dergisi*, (348), Ankara.

Knoblauch, J. (2017). Toward a Critical Ergonomics: Beatriz Colomina and Mark Wigley's Are We Human?, *Avery Review*, 23.

Korhonen, J. (2001). Four Ecosystem Principles for an Industrial Ecosystem. *Journal of Cleaner Production*, 9(253259).

Kortan, E. (1984). *XX. Yüzyıl Mimarlığına Estetik Açıdan Bakış,* Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Kronenburg, R. (2002). Houses In Motion. *The Genesis, History and Development of the Portable Building*, Secod Edition, Wiley Academy, Great Britain.

Külahoğlu, C. (1985). Alantar, Fütürizm ve 'Hız, Hareket, Değişim' Üçgeni. *Sanat Olayı Dergisi*, (33), 13-17, İstanbul.

Lopez, M., Rubio, R., Martin, S. and Croxford, B. (2017). How Plants İnspire Façades. From Plants To Architecture: Biomimetic Principles For The Development Of Adaptive Architectural Envelopes, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67(1), 692 - 703.

Manlutac, R. (2016). Biomimicry and Architecture. In S. K. Loschke (Ed.), *Materiality and Architecture*. London: Routledge, 1-8.

Marinetti, F.T. (2008). *Fütürist Manifestolar Kitab*ı (çev. T. Yılmaz). Altıkırkbeş Yayınları, İstanbul. (Eserin orjinali 1909'da yayımlandı).

Marshall, A. (2009). *Wild Design: The Ecomimicry Project*. California: North Atlantic Books, Berkeley.

Mazzoleni, I. Ve Price, S. (2013). *Architecture Follows Nature: Biomimetics Principles for Innovative Design,* CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton.

Mohamed, N.A., Bakr, A.F. ve Hasan, A.E. (2019). *Energy Efficient Buildings in Smart Cities: Biomimicry Approach*. Paper presented at the Real Corp 2019 – Is This The Real World? Perfect Smart Cities vs. Real Emotional Cities, Proceedings of 24th International Conference on Urban Planning, Regional Development and Information Society. Karlsruhe Institute of Technology, Germany, 2-4 April 2019.

More, T. (2011). *Utopia* (çev. S. Eyüboğlu, V. Günyol ve M. Urgan). İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları. (Eserin orjinali 1516 yılında yayımlandı).

Mutlu Avinç, G. ve Arslan Selçuk, S. (2019). Mimari Tasarımda Biyomimetik Yaklaşımlar: Pavyonlar Üzerine Bir Araştırma. *Online Journal of Art and Design*, 7(2), 92-107.

Myers, W. (2012). Beyond Biomimicry. W. Myers (Editör), *Bio Design*. the Museum of Modern Art, New York.

Nikolic, V., Radovic, L., Nikolic, O., Markovic, B., Mitkovic, P., Mitkovic, M., Duric, J. (2016). Proportıonal Ratios and Geometrıcal Setups For Achievıng The Hovering Effect of Architectonic Structures. *Tehnički Vjesnik*, 23(2), 579-588.

Olgun, H. (2010). Ütopya'dan Distopya'ya: "Modern Şehircilik" ve Kritiği, *İdeal Kent Araştırmaları Dergisi*, (1), 96-111.

Othmani, N. I., Yunos, M. Y. M., Ismail, N. A. ve Rahman, K. A. A. A. (2018). Review on Biomimicry Levels. *American Journal of Humanities and Social Sciences Research*, 2, 55-58.

Özakın, Ö. (2001). Bugünün Dünyasını Geleceğe Yansıtmak, *Arredamento Mimarlık*, (11).

Özen, G. (2006). *Bilimkurgu ve Etki Alanı Üzerinden Geleceğin Yapay Çevrelerinin Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Özer, B. (2000). *Kültür, Sanat, Mimarlık,* Yem Yayınları, İstanbul.

Özkuş, B.Y. (2006). *Archigram: Tekno-topya*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Pawlyn, M. (2011). *Biomimicry in Architecture*, Riba Publishing, London.

Proetzel, E. A. (1983). *Artificial Floating Islands: Cities of the Future*. Thesis and Major Papers, University of Rhode Island, Digital Commons URI, 145.

Radwan, G. A. and Osama, N. (2016). Biomimicry, and Approach, for Energy Effecient Building Skin Design. *Procedia Environmental Sciences*, 34, 178-189.

Reap, J., Baumeister, D. and Bras, B. (2005). *Holism, Biomimicry and Sustainable Engineering*. Paper presented at the ASME International Mechanical Engineering Conference and Exposition, Orlando, Florida, USA.

Reichert, S., Schwinn, T., La Magna, R., Waimer, F., Knippers, J. and Menges, A. (2014). Fibrous structures: An Integrative Approach to Design Computation, Simulation and Fabrication for Lightweight, Glass and Carbon Fibre Composite Structures in Architecture Based on Biomimetic Design Principles. Computer-Aided Design, 52, 27-39.

Reiner, T.A. (1963). *The Place of the Ideal Community in Urban Planning*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, 16.

Ritcher, M. (2009). *Flying City*, Madrid: Jose Davila, 26-33.

Roloff, B. ve Seesslen, G. (1995). *Ütopik Sinema: Bilim Kurgu Sinemasının Tarihi ve Mitolojisi* (çev. V. Atayman). Sinemanın Temelleri – 1. İstanbul: Alan Yayıncılık. (Eserin orjinali 1980'de yayımlandı).

Rowe, C. ve Koettner, F. (1978). *Collage City*, M.I.T. Press, Cambridge, Londra, 13-16.

Rowland, K.F. (1973). *A History of the Modern: Art, Architecture, Design,* Van Nostrand Reinhold, New York, 129.

Russel, J.A. (2004). *Evaluating the Sustainability of an Ecomimetic Energy System: An Energy Flow Assessment of South Carolina*, University of South Carolina, Columbia.

Sant'Elia, A. ve Marinetti, T. (1991). Fütürist Mimarlık. U. Conrads (Editör), *20. Yüzyıl Mimarisinde Program ve Manifestolar* (çev. S. Yavuz). Şevki Vanlı Mimarlık Yayınları, Ankara. (Eserin orjinali 1914'de yayımlandı).

Sarıgül, A.İ. (2008). *Mimarlıkta Gelecekçilik*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Sekman, A. (2017). Kentsel Formların Ütopya ve Distopya Kavramları Bağlamında İrdelenmesi, *Toplum ve Demokrasi Dergisi*, 11(23), 103-120.

Sevinç, A. (2005). *İkinci Dünya Savaşı Sonrası Mimarlık Hayalleri: Ütopya Eskizleri*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Sevinç, A. ve Yürekli, F. (2006). Ütopyacı Anlayışın 1960'larda Gösterdiği Değişimler. *İTÜ Dergisi Seri A: Mimarlık, Planlama, Tasarım*, 5(2), 143-155.

Sönmez, E. (2007). *Temsil Üzerinden Mimarlığa Bakış,* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Stone, M. (1999). The Work of Antonio Sant'Elia, *Journal of the Society of Architectural Historians*, 3(56), 376-378.

Şimşek, A. (2009). *Hızın ve Devrimin Sanatı Fütürizm.* Kanguru Yayınları, İstanbul.

Şimşek, Ü. (2019). *Aidiyetsiz Mimarlık: 20. Yüzyıl Kent Ütopyaları*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Tanyeli, U. (2005). Mimarlığın Aktörleri: Türkiye 1900 – 2000. *Garanti Galeri Archigram Sergisi Broşür Metni*, İstanbul: Garanti Galeri.

Tekin, A.B. (2007). *Alternatif Yaşam Modelleri ve Geleceğin Konutu: Konutun Kavramsal Değişimi ve Dönüşümü*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Türk, Z.B. (2018). *Sürdürülebilir Mimarlık İçin Doğadan Öğrenilen Yaklaşımlar: Doğa Esinli Fikirlerin Bina Kabuğuna Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen bilimleri Ensitütsü, Ankara.

Ülker, Ş.Ş. (2011). *Mimarlık ve Sinema Ortak Alanında Zamansallık ve Gelecek Mekanları*, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Van der Ryn, S. (2005). *Design for Life – the Architecture of Sim Van der Ryn*, Salt Lake City, Gibss Smith.

Vasey, L., Baharlou, E., Dörstelmann, M., Koslowski, V., Prado, M., Schieber, G., Menges, A. ve Knippers, J. (2015). *Behavioral Design And Adaptive Robotic Fabrication Of A Fiber Composite Compression Shell With Pneumatic Formwork*. In Computational ecologies: design in the anthropocene, Proceedings of the 35th annual conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA), University of Cincinnati, 297-309.

Vincent, J.F. (2001). Stealing Ideas from Nature. In S. Pellegrino (Ed.), *Deployable Structures*. Wien: Springer-Verlag Wien, 51-58.

Vincent, J. F., Bogatyreva, O. A., Bogatyrev, N. R., Bowyer, A., &Pahl, A. K. (2006). Biomimetics: Its Practice and Theory. *Journal of the Royal Society Interface*, 3(9), 471-482.

Vronskaya, A. (2012). Two Utopias of Georgii Krutikov's City of the Future. Distance and Cities: Where do we stand?. *London School of Economics and Political Science*, (2), 59-70.

Wright, F.L. (1957). *A Testament*, New York: Horizon Press, New York, 239-240.

Yalgın, V.Y. (2016). *Mimarlıkta Programın Çözünmesi: Ara Mekânlar*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yalım, E. **(**2002). *Bilim Kurgu Edebiyatında Ütopya ve Mimarlık İlişkisi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yedekçi, G. (2015). *Doğayla Tasarlamak Biyomimikri ve Geleceğin Mimarlığı*. İstanbul: Mimarlık Vakfı İktisadi İşletmesi.

Yüksel, Ü.D. (2012). Antikçağdan Günümüze Kent Ütopyaları. *İdeal Kent Araştırmaları Dergisi*, (5), 8-37.

Zari, M.P. (2007). *Biomimetic Approaches to Architectural Design for Increased Sustainability*. SB07 New Zealand Sustainable Building Conference. 33-42.

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÇAKMAKLI, Ceyhan
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 06.12.1991, Altındağ
Medeni hali : Bekâr
Telefon : 0555 848 8092
e-mail : cakmakli.ceyhan@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / Mimarlık	Devam ediyor
Lisans	Gazi Üniversitesi / Mimarlık	2016
Lise	Ankara Bahçelievler Anadolu Lisesi	2011

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2016-2018	ALTU Mimarlık ve Mühendislik Ltd. Şti	Mimar

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Çakmaklı, C. ve Arslan Selçuk, S. (2019). *Biyomimetik Bakış Açısı ile Fütüristik Mimarlık Üzerine Bir İnceleme: John M. Johansen Mimarlığını Anlamak*, ISAS 2019 3rd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies, Ankara, Turkey, 19 – 21 April 2019

Hobiler

Trekking, yüzme, kitap okumak



GAZİ GELECEKTİR..