

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İÇ MİMARLIK ANA SANAT DALI

MEKÂN TASARIMINDA BİYOMİMETİK YAKLAŞIMIN İRDELENMESİ

Emre PINAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ADANA / 2018

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İÇ MİMARLIK ANA SANAT DALI**

MEKÂN TASARIMINDA BİYOMİMETİK YAKLAŞIMIN İRDELENMESİ

Emre PINAR

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Tunç Aslan TÜLÜCÜ

Jüri Üyesi: Dr. Öğretim Üyesi Necdet SAKARYA

Jüri Üyesi: Dr. Öğretim Üyesi Gülertan AKYÜZLÜER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ADANA / 2018

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma, jürimiz tarafından İÇ MİMARLIK Ana Sanat Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Dr. Öğretim Üyesi Tunç Aslan TÖLÜCÜ
(Danışman)

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Necdet SAKARYA

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Gülertan AKYÜZLÜER

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim elemanlarına ait olduklarını onaylarım.

.../.../2018

Prof. Dr. Serap ÇABUK
Enstitü Müdürü

NOT: Bu tezde kullanılan ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki hükümlere tabidir.

ETİK BEYANI

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- 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 çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. 14/ 12 / 2018

İMZA

Emre PINAR

ÖZET

MEKÂN TASARIMINDA BİYOMİMETİK YAKLAŞIMIN İRDELENMESİ

Emre PINAR

Yüksek Lisans Tezi, İç Mimarlık Ana Sanat Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Tunç Aslan TÜLÜCÜ

Aralık 2018, 88 sayfa

Doğadan esinlenerek üretim yapmanın insanlık tarihi kadar eski olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. İnsanlık asırlar boyunca barınaklarını geliştirirken, alet ve makinaları üretirken doğada var olan canlı-cansız varlıkların biçimlerinden ve davranış özelliklerinden esinlenmiştir. Geçmişten günümüze kadar doğa birçok disiplinde bir başvuru kaynağı olarak kullanılmaktadır. Genel olarak tasarım alanı doğa ile doğrudan ilişkilendirilebilen ve bu ilişkiyi en etkin şekilde kullanan alan olarak değerlendirilebilir. Doğada bulunan saf ve kusursuz geometri, kesintiye uğramadan sorunsuz bir şekilde devam eden işleyiş, ilk bakışta fark edilemeyen fakat hayati öneme sahip detaylar birçok tasarımcıya yol göstermiş ve tasarımın kimi zaman biçimini kimi zaman çalışma prensibini, kimi zaman da ana düşüncesini oluşturmuştur. Mimari tasarım alanında da malzeme, doku, strüktür, biçim, işleyiş anlamında doğa her zaman bir yol gösterici olmuştur. Termit yuvalarından esinlenilen havalandırma sistemleri, bitkilerden esinlenilerek oluşturulan kir tutmayan kaplamalar ve boyalar, kemik dokusunu taklit eden taşıyıcı sistem çözümleri, doğal dokulardan oluşturulan örüntüler gibi örnekler doğadan esinlenmede yenilikçi anlayışlar olarak gösterilebilir. Doğadan esinlenmenin ve doğayı taklit etmenin sistematigi olarak değerlendirebileceğimiz biyomimetik tasarım yaklaşımı bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

Biyomimetik ve mimari tasarım ilişkisinin biyomimetik düzeyler üzerinden irdelendiği bu çalışma toplamda beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde çalışma için problem tanımlanmış ve çalışmanın ana hatları belirlenmiştir. İkinci ve üçüncü bölümde tasarım alanında biyomimetik yaklaşım ile ilgili araştırmalar ve kuramsal açıklamalar yer almaktadır. Ayrıca bu bölümde malzeme kavramı ve geçmişten günümüze malzemenin gelişimine de değinilmiştir. Dördüncü bölümde biyomimetik

yaklaşım ile tasarlanmış mimari ve iç mimari eserler incelenerek biyomimetik düzeylerine göre analizleri yapılmıştır. İleriki akademik çalışmalarda biyomimetik tasarım yaklaşımına dair araştırmalara devam edilmek üzere tez çalışması sonlandırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Biyomimetik yaklaşım, mimari tasarım, mekan.



ABSTRACT**THE STUDY OF BIOMIMETIC APPROACH IN PLACE DESIGN****Emre PINAR****Master Thesis, Department of Interior Architecture****Supervisor: Assist Prof. Dr. Tunç Aslan TÜLÜCÜ****December 2018, 88 pages**

It's possible to say that production through natural inspiration is almost as old as human history. Over the centuries, people have been inspired by the forms and attitudes of living organisms and non-living objects to build up their shelters, tools and machines. Since prehistoric times, nature has been a source of application for several disciplines. In general, design is assessed as a study area that can be linked to the nature directly and that uses this relation the most efficiently. Pure and smooth geometry and constant functioning of the nature and some other significant operations that cannot be noticed at first have aroused the inspiration of several designers and these features have created the forms, working principles and main aspects in design from time to time. In architectural design, nature has always been a source of inspiration to the development of materials, patterns, structures, forms and functions. Several innovative approaches can be uttered to exemplify these developments such as air-conditioning systems inspired by termitariums, dirt-proof containers and paints inspired by different plants, conveyor systems imitating bone structure and patterns created from natural structures. The aim of the study is to look into the biomimetic design approach that could be evaluated as the systematics including natural inspiration and imitation.

The study includes five separate chapters all of which focus on the biomimetic examination of the design relation between biomimetic and architectural designs. The first chapter defines the problem and identifies the main objectives of the study. The second and third chapters include other studies and theoretical explanations regarding biomimetic approach in design. These chapters also mention about the history and development of materials. The fourth chapter includes the examinations and biomimetic analysis of architectural and interior architectural sample designs developed by biomimetic approach.

In order to continue the researches on biomimetic design approach in future academic studies, the thesis work was ended.

Keywords: Biomimetic approach, architectural design, place



ÖNSÖZ

Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İç Mimarlık Ana Sanat dalında Yüksek Lisans Tezi olarak yapılan bu çalışmada danışmanlığımı üstlenerek beni her konuda sabırla yönlendiren, bilgilerini paylaşan, yardımlarını esirgemeyen ve yapmış olduğum çalışmanın başarı ile tamamlanmasını sağlayan değerli hocam sayın Dr. Öğretim Üyesi Tunç Aslan TÜLÜCÜ' ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam süresince değerli eleştiri ve katkıları ile çalışmamın şekillenmesine yardımcı olan sayın Dr. Öğretim Üyesi Necdet SAKARYA ve sayın Dr. Öğretim Üyesi Gülertan AKYÜZLÜER' e saygılarımı sunar teşekkür ederim.

Birlikte görev yapmaktan gurur duyduğum mesai arkadaşlarım İç Mimarlık Bölümü araştırma görevlileri Gözde ALTIPARMAKOĞLU SAKARYA, Kemal SAKARYA ve Onur KILIÇ' a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tez çalışmam boyunca bana sabır gösteren, her konudaki sonsuz desteğini daima hissettiğim, varlığı ile beni onurlandıran sevgili eşim Fatma SOYDAN PINAR' a sonsuz sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	Sayfa
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
KISALTMALAR.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiv

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1.Problem	1
1.2. Araştırmanın Amacı	1
1.3. Araştırmanın Önemi	2
1.4. Sınırlılıklar	3

BÖLÜM II

KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Tasarım Alanında “Biyo” Yaklaşımlar	4
2.1.1. Biyomimetik	4
2.1.2. Biyomimikri	7
2.1.3. Biyomekanik	8
2.1.4. Biyonik	9
2.2. Yapay Zeka	10
2.3. Evrim	11
2.4. Yaşamın Temel Prensipleri	12

BÖLÜM III

MALZEME KAVRAMI – BİYOMİMETİK VE TASARIM İLİŞKİSİ – TEKNİK ARAŞTIRMA

3.1. Malzeme Kavramı.....	15
3.2. Yapıda Kullanılan Malzemeler	16
3.2.1. Ahşap Malzeme	17
3.2.2. Tuğla ve Taş Malzeme	18
3.2.3. Beton.....	20
3.2.4. Seramik Malzeme	21
3.2.5. Metal Malzeme	22
3.2.6. Cam Malzemeler.....	24
3.2.7. Kompozit (Karma) Malzemeler.....	25
3.2.8. Plastik Malzemeler	26
3.2.9. Akıllı Malzemeler.....	28
3.3. Malzeme Yönünden Doğayı Taklit Eden Tasarımlar	31
3.4. Yapısal Yönden Doğayı Taklit Eden Tasarımlar	34
3.5. İşleyiş Yönünden Doğayı Taklit Eden Tasarımlar	37
3.6. Biyomimetik Tasarım Örneklerinin Değerlendirilmesi.....	39
3.7. Biyomimetik Tasarım Sürecinin İrdelenmesi	40

BÖLÜM IV

MİMARİ TASARIMDA BİYOMİMETİK YAKLAŞIM

4.1. Mimari, İç Mimari Örnek ve Yaklaşımlar	47
4.1.1. Eden Projesi	47
4.1.2. Eastgate ve Ofis Binası	50
4.1.3. Biyomimetik Ofis Binası	54
4.1.4. Mountain City.....	56
4.1.5. Palazzo Italia.....	58
4.1.6. Pekin Su Sporları Merkezi	59
4.1.7. Aqua Tower	61
4.1.8. Super Trees	62
4.1.9. Lotus Tapınağı.....	63
4.1.10. Espalande Tiyatrosu	65

4.1.11. Münih Olimpiyat Stadyumu	66
4.1.12. Filament Pavillion	67
4.1.13. Avusturalya Belediye Meclisi Binası (CH2)	69
4.1.14. Arap Enstitüsü	71
4.1.15. Metropol Parasol	72
4.2. Örneklerin Değerlendirilmesi	74
4.3. Üç Düzey Çeviri	77
4.3.1. Birinci Düzey	77
4.3.2. İkinci Düzey	77
4.3.3. Üçüncü Düzey	78

BÖLÜM V

SONUÇ

5.1.Sonuç	79
-----------------	----

KAYNAKÇA	82
ÖZGEÇMİŞ	.87

KISALTMALAR

BKZ	: Bakınız.
ETFE	: Etilentetrafloretilen (plastik esaslı bir çeşit cephe kaplama malzemesi).
PTFE	: Politetrafloroetilen (bilinen diğer adı teflon olan malzeme).
CH-2	: Council House 2 (Avusturalya Belediye meclisi binasına verilen isim).
M.Ö	: Milattan Önce
EXPO	: Dünya fuarı anlamında kullanılan Exposition kelimesinin kısa ifadesi
TX	: Kendi kendini temizleyen beton kaplama (TX Active)
CAD	: Bilgisayar destekli tasarım
CAM	: Bilgisayar destekli üretim
3D	: Üç boyut
ÜDÇ	: Üç düzey çeviri
CO2	: Karbondioksit
O2	: Oksijen
MBC	: Magic body control (Mercedes firmasının geliştirdiği denge sistemi)
GRP	: Cam donatılı plastik malzeme
MIT	: Massachusetts Teknoloji Enstitüsü
ZQ	: Zygote quarterly (Biyomimetik alanında yayın yapan bir dergi)

TABLolar LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1. Yaşamın temel prensipleri	14
Tablo 2. Biyomimetik düşünme sistemi	40
Tablo 3. Biyomimetik tasarım süreci adımları	41
Tablo 4. İncelenen Örneklerin Biyomimetik Düzeyleri.....	76

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1. Kristal Saray ve Victoria Amazonica (Nilüfer) Bitkisi	5
Şekil 2. Eyfel Kulesi ve uyluk kemiği	6
Şekil 3. Taipei 101 ve Bambu Bitkisi	7
Şekil 4. Mercedes Benz Gövde Kontrolü Esin Kaynağı	10
Şekil 5. Malzemelerin Tarihsel Gelişimi	15
Şekil 6. Serender	17
Şekil 7. Tuğla Malzemenin Cephede Kullanımı (Red House/Londra).....	18
Şekil 8. Tuğla ve Taş Malzemenin Yapıda Kullanımı	19
Şekil 9. Beton Kullanımına Bir Örnek (Işık Klisesi).....	20
Şekil 10. Seramik Zemin Kaplaması	21
Şekil 11. Metal Malzemenin İç Mekana Etkisi	22
Şekil 12. East Beach Cafe	23
Şekil 13. Paju Book City (güney Kore).....	24
Şekil 14. Selfridges Alışveriş Merkezi	25
Şekil 15. O2 Arena (PTFE) Teflon Çatı Kaplaması	27
Şekil 16. Switch Restoran.....	27
Şekil 17. Bloom.....	28
Şekil 18. Silk Pavillion	30
Şekil 19. Dune	30
Şekil 20. Lotus Etkisi ve Lotus Bitkisi Yaprağı.....	32
Şekil 21. Güve gözü ve ekran teknolojisi	33
Şekil 22. Pıtrak otu bitkisi ve cırt-cırt teknolojisi	34
Şekil 23. Leonardo Da Vinci eskizleri.....	34
Şekil 24. Sagrada Familia klisesi (Antoni Gaudí)	36
Şekil 25. Pekin Ulusal Stadyumu ve kuş yuvası	36
Şekil 26. Yalıçapkını Kuşunun Sivri Gagası ve Suya Dalış Hareketi	37
Şekil 27. Yalıçapkını kuşu ve Shikansen Treni	37
Şekil 28. Katar Kent ve Tarım Bakanlığı binası	38
Şekil 29. Preston Ofis Binası.....	39
Şekil 30. Biyolojiden Tasarıma.....	41
Şekil 31. Biyolojiye sorma	43

Şekil 32. Tasarımda biyomimetik yöntem, termit örneği.....	45
Şekil 33. Biyomimetik tasarım seviyeleri	46
Şekil 34. Eden projesi master planı.....	47
Şekil 35. ETFE paneller.....	48
Şekil 36. Eden projesi biyomların oluşumu	48
Şekil 37. Eden projesi biyomların araziye yerleşimi	49
Şekil 38. Eden projesi biyom iç mekân	50
Şekil 39. Eastgate ofis binası.....	51
Şekil 40. Termit kulesi ve pasif iklimlendirme sistemi	51
Şekil 41. Eastgate alışveriş ve ofis binası pasif iklimlendirme şeması.....	52
Şekil 42. Eastgate alışveriş ve ofis binası cephe	53
Şekil 43. Eastgate ofis hacimlerinin iklimlendirme şeması.	53
Şekil 44. Biyomimetik ofis binası.....	54
Şekil 45. Biyomimetik ofis binasına ilham veren canlılardan bazıları.....	55
Şekil 46. Biyomimetik ofis binası iç mekân	55
Şekil 47. Mountain city konsept çalışması	56
Şekil 48. Mountain city kesit.....	57
Şekil 49. Mountain city cephe.....	58
Şekil 50. Palazzo Italia (İtalyan Pavyonu)	58
Şekil 51. Pekin Su Sporları Merkezi Strüktür ve Dış cephe kaplaması	59
Şekil 52. Pekin Su Sporları Merkezi.....	60
Şekil 53. Pekin Su Sporları Merkezi İç Mekan.....	60
Şekil 54. Great Lake Kireçtaşı Kayalıklar.....	61
Şekil 55. Aqua Tower Dış Cephe	62
Şekil 56. Super Trees	63
Şekil 57. Lotus çiçeği	64
Şekil 58. Lotus Tapınağı.....	64
Şekil 59. Durian meyvesi	65
Şekil 60. Espalande Tiyatrosu.....	65
Şekil 61. Örümcek Ağı (Sheet web- blanket web)	66
Şekil 62. Münih Olimpiyat Stadyumu	66
Şekil 63. Filament Pavillion	67
Şekil 64. Filament Pavillion genel görünüm.....	68
Şekil 65. Eritra (Sert kanatçık).....	68

Şekil 66. Filament Pavillion detay	69
Şekil 67. CH2 (Avusturalya Belediye Meclisi Binası).....	70
Şekil 68. CH2 (Avusturalya Belediye Meclisi Binası) Rüzgar Türbinleri	70
Şekil 69. Arap Enstitüsü	71
Şekil 70. Arap Enstitüsü Cephe Detayı	72
Şekil 71. Arap Enstitüsü İç Mekân	72
Şekil 72. Metropol Parasol genel görünüm	73
Şekil 73. Metropol Parasol	73
Şekil 74. İncelenen örneklerin ana biyomimetik düzeyleri.....	74
Şekil 75. İncelenen örneklerin alt biyomimetik düzeyleri.....	75

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem

Bütün tasarım disiplinlerinde biçim üretme süreci tasarımın genel hatlarını, ana fikrini, çalışma ya da kullanım özelliklerini ifade edebilmesi açısından değerlendirildiğinde önem arz eden bir süreçtir. Bu süreç içerisinde tasarımcının başvurduğu kaynaklar arasında doğa önemli bir yere sahiptir. Doğadan esinlenmenin metodolojisi olarak da değerlendirebileceğimiz biyomimetik anlayışın tasarıma ve tasarım sürecine etki ve katkılarını araştırmak bu çalışmanın temel problemini ifade etmektedir.

Biyomimetik uzun zamandır literatürde bulunmasına rağmen son yıllardaki örnekleri ile tanınır hale gelmeye başlamış ve ilgi toplamıştır. Bu alanda verilen eğitimler ve kurulan enstitüler gelecekte söz konusu alanın etkin bir şekilde kullanılacağını göstermektedir. Mimarlık alanı son kullanıcısının insan olması sebebiyle gelişen teknoloji ve değişen ihtiyaçlara göre şekillenme ihtiyacı duyan bir disiplindir. Yenilikçi bir alan olarak değerlendirilen biyomimetik alanı ile tasarım alanının birçok noktada kesişeceğini öngörmek yanlış olmayacaktır. Mimari tasarım sürecine biyomimetik yaklaşımın sistemli bir şekilde kullanılabileceğini ve bu kullanımın sürdürülebilir bir yaklaşım olduğu düşüncesi irdelenecektir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Birçok disiplinde kullanılan ve yenilikçi bir araştırma alanı olarak değerlendirilen biyomimetik biliminin mimari alanında tasarım ve biçim üretme sürecine etkilerinin ve kazanımlarının araştırılması çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Doğa tasarımcılar için her zaman bir çıkış noktası olmuştur. Tasarım anlamında problem çözümlerine doğada bulunan biçim ve işleyiş sistemlerinden esinlenilerek çözümler üretilmiştir. Çalışma doğadan esinlenerek üretilmiş tasarımları ve bu tasarımları ana fikir, biçim ve işleyiş açısından inceleyerek bu yaklaşımın sistemini öğrenmeyi amaçlamaktadır.

Biyomimetik tasarıma ve biçim üretme sürecine yardımcı bir yöntem olarak değerlendirilebilir. Mimarlık alanında ergonomi ve kullanıcı ihtiyaçlarının önemi kadar

tasarımın estetik bir görünüme sahip olması da aranan bir özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Doğadaki kusursuz geometri tasarımcıya estetik tasarımlar ortaya koyabilmesi açısından yardımcı olmaktadır. Doğanın kendini yenileme becerisi, zorlu koşullarla başa çıkabilecek şekilde evrilebilmesi de yeni nesil tasarım anlayışlarında bulunan sürdürülebilirlik düşüncesi ile benzeşmektedir. Çalışmada doğanın biçimsel özellikleri ile birlikte canlıların karakteristik özellikleri ve evrim süreçleri de incelenerek tasarımlara katkıları ve sonuçları değerlendirilecektir. Bu yaklaşımla biyomimetik anlayışın tasarım alanı ile olan ilişkisi yalnızca biçimsel olarak değil bir düşünce sistemi olarak da kullanılabilirliği araştırılmış olacaktır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Mimari alanda doğadan esinlenme neredeyse disiplinin var olduğu günden itibaren kullanıldığı bilinmektedir. Gerek mekân gerekse mekânı oluşturan bileşenler ve donatılarda doğadan esinlenilerek oluşturulmuş birçok tasarım görmek mümkündür. Çalışma tasarım disiplininin birçok farklı disiplin ile bağlantılı olduğu gibi biyoloji bilimi ile de etkileşim içerisinde olduğu ve bu etkileşimin de kendi içerisinde bir sistematığının bulunduğunu ortaya koymak açısından önem taşımaktadır. Tasarım problemlerine yaklaşımda biyomimetik biliminden faydalanmak zaman, malzeme ve enerji açısından tasarruf sağladığı birçok kaynakta anlatılmaktadır. Biyomimetik ve tasarım ilişkisi birçok tasarımcı tarafından benimsenmiş ve bu doğrultuda tasarımlar üretilmiştir. Bu durum biyomimetik anlayışın tanınması ve tasarım problemlerinde doğaya başvurunun yaygınlaşmasını sağlamıştır.

Dünya’da biyomimetik alanında birçok üniversitede çalışmalar yapılmakta, enstitü ve dernekler kurulmaktadır. Sözü edilen bu yaklaşım gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Bu çalışma yeni sayılabilecek bir alan olan biyomimetik ve tasarım etkileşimini irdeleyerek gelecekte daha da önem kazanacak olan biyomimetik yaklaşımın tasarım alanında ve eğitiminde yaygınlaşmasını sağlamak açısından da önem taşımaktadır.

Doğrudan mimari ile biyomimetik etkileşimini inceleyen akademik çalışmaların kısıtlı olması da bu alanda bir çalışmanın yapılması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

1.4. Sınırlılıklar

Bu çalışmada biyomimetik tasarım anlayışı ile tasarlanan mimari ve iç mimari çalışmaların yanı sıra mekân bileşenleri incelenecektir. Ülkemizdeki örneklerin kısıtlı olması sebebi ile Dünya ve Türkiye örnekleri birlikte ele alınacaktır. İncelenen tasarımlar malzeme, yapı, biçim ve oluşum benzeri özellikleri ele alınarak irdelenecektir. Ayrıca incelenen tasarımlar üzerinden biyomimetik yaklaşımın düşünce sistemi hakkında bilgilere ulaşmak amaçlanmıştır. Biyomimetik ile ilgili kuramsal açıklamalar ve ilgili araştırmalar yapıldıktan sonra söz konusu yaklaşım ile tasarlanan bir örüntü sistemi, mekân tasarımı ya da bileşeni üzerinden tasarımın oluşum ve gelişim süreçleri gözlemlenecektir.



BÖLÜM II

KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Tasarım Alanında Biyo Yaklaşımlar

Biyoloji ve diğer doğa bilimleri ile tasarım disiplinleri arasındaki etkileşimden ortaya çıkan yaklaşımların irdelenmesi içerisinde bu çalışmanın ana konusu olan biyomimetik teriminin de bulunması açısından önemlidir. Çalışmaya başlamadan önce doğadan esinlenerek tasarım veya çözüm bazıları bilim bazıları da yaklaşım olarak değerlendirilen terimler incelenecektir.

2.1.1. Biyomimetik

Biyomimetik kelime anlamı olarak bios (yaşam) ve mimesis (taklit) köklerinden gelmekte olup yaşamı taklit etmek anlamında kullanılmaktadır. Bu terim ilk olarak 1957 yılında Otto H. Schmitt tarafından kullanılmıştır (Bhushan, 2009, s.1445). Biyomimetik veya biyomimikri aynı kökten gelen yakın anlamda kullanılan kelimelerdir ve birçok farklı tasarım disiplini içinde biyomimetik tasarım olarak anılmaktadır. Biyomimetikğin kullanıldığı alana göre değişen ifadeleri de bulunmaktadır. Tıp alanında biyoteknoloji, mühendislik alanında biyomekanik tasarım olarak adlandırılması biyomimetikğin farklı disiplinlerde farklı fakat yakın anlamlı kelimeler ile ifade edilmesine örnek olarak gösterilebilir.

Doğadaki varlıklar geçirdikleri evrim aşamalarında karşılaştıkları zorlu durumlara karşı birçok çözüm üretmiştir. Bu çözümler sonraki nesillere aktarılmıştır. Doğadaki canlıların uçuşma, yüzme, kazma, koşma, tırmanma, gizlenme gibi yetenekleri kendi doğalarında var olan ve yeni problemler ve tehditlere karşı gelişme gösteren özellikleridir. Aynı şekilde bitkilerde de çevresel faktörlere karşı gelişme gösteren korunma özellikleri dikkat çekmektedir. Doğadaki varlıkların sahip olduğu bu kapasitesinin tasarım ile olan ilişkisi her dönem için yenilikçi araç, gereç ve diğer birçok tasarım düşüncesinin ilham kaynağı olmuştur. Strüktürler, robot kollar, havalandırma sistemleri, ayrodinamik araçlar ve yapay zekâ gibi konular doğadan esinlenilmiş ve biyomimetik anlayış ile şekillenmiş binlerce tasarım örneğinden sadece birkaçıdır. (Bar-Cohen, 2006, s.1-12).

Biyomimetik bir terim haline gelmeden önce de kullanılmaktaydı. Leonardo Da Vinci'ye ait çalışmalarda doğadan esinlenmeyi açık bir şekilde görmek mümkündür. Sadece görüntü açısından değil buluşların çalışma prensipleri düşünüldüğünde canlı organizmalardan örnekleme yapıldığı da anlaşılmaktadır. Mimari anlamda da Kristal sarayın nilüfer bitkisinden, Eyfel kulesinin de uyluk kemiğinin içyapısından esinlenildiği düşünüldüğünde biyomimetik tasarıma iyi birer örnek olarak gösterilebilir.

Kristal Saray adlı yapı 1851 yılında düzenlenen 1. Dünya fuarı için özel olarak Londra'da tasarlanmış ve inşa edilmiştir. Cam ve demirden meydana gelen ve kendi döneminde teknoloji harikası olarak kabul edilir. Kristal Saray 33 metreye ulaşan yüksekliği ve 18 bin m² alanı alana sahip devasa bir yapıdır. Aslen peyzaj mimarı olan Joseph Paxton, nilüfer bitkisi olarak bilinen Victoria Amazonica yapraklarının yapısını gözlemleyerek bu yenilikçi yapı tasarımını ortaya çıkarmıştır. Paxton yapının cam bölümlerini yaprağın kendisine, çelik taşıyıcıları da yaprağı ayakta tutan damarlara benzetmiştir (Şekil 1). Bu benzetim sonucunda cam ve çelik kullanarak geniş açıklığa sahip bir alanı örten, hafif ve sağlam bir üst örtü tasarlamıştır (Meadows, 1999, s.286-289).

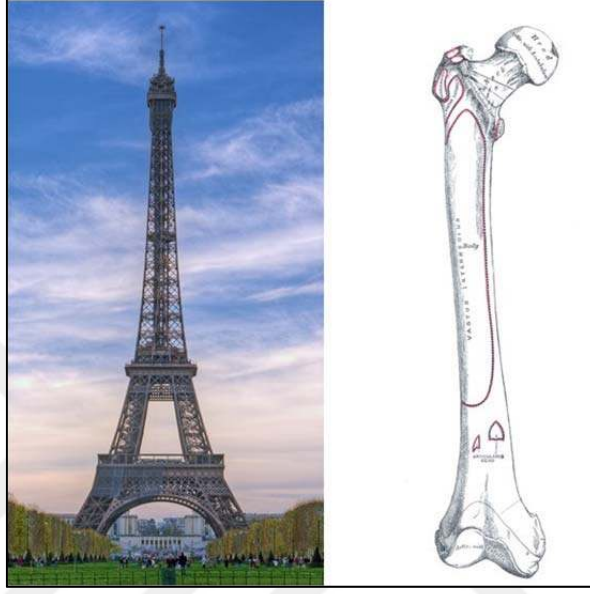


Şekil 1: Kristal Saray ve Victoria Amazonica (Nilüfer) Bitkisi

Kaynak: <https://www.missedinhistory.com/podcasts/paxtons-crystal-palace.htm> adresinden 21.12.2017 tarihinde edinilmiştir.

Biyomimetik tasarım ile mimari etkileşiminin ilk örneklerinden olan Eyfel kulesi uyluk kemiğinin ekleme yakın olan bölümündeki iç strüktürden esinlenilerek tasarlanmıştır. Anatomi alanında bir profesör olan Hermann Von Mayer, uyluk kemiğindeki yapının katmanlar halinde iç içe geçmiş birçok kıvrımdan meydana geldiğini gözlemlemiştir. İnşaat mühendisi Karl Culmann'da kemikte mevcut olan bu yapının basınç etkisine dayanıklı olduğunu fark etmiş ve uyluk kemiğinin kalçadan

gelen vücut yükünü uzun bacak kemiklerine dengeli bir şekilde aktardığını öne sürmüştür. Daha sonra Fransız yapı mühendisi olan Gustaff Eiffel de bu keşif ve prensipleri yapı tasarımına uygulamış ve 1889 yılında geçici bir yapı olarak tasarlanan buna karşın günümüzde halen Paris’te ayakta duran ve şehrin simgesi haline gelen Eyfel kulesini inşa etmiştir (Rao, 2003, s.657-676).



Şekil 2: Eyfel Kulesi (1888) ve uyluk kemiği

Kaynak: <https://www.wired.com/2015/03/empzeal-eiffel-tower/> adresinden 21.12.2017 tarihinde edinilmiştir.

Uyluk kemiğinin yapısının tasarımına uygulanması binaya dayanıklılık kazandırırken kemikteki kafes yapının taklit edilmesi malzeme sarfiyatını da azaltmıştır. Ayrıca bu kafes biçimi yapıdaki havalandırma sorununu da ortadan kaldırmıştır. Bu yönüyle sadece biçimin taklit edilmesine değil doğadaki kusursuz işleyişin örneklemesine de iyi bir örnek niteliğindedir.

Biyomimetik günümüzün modern mimari yapılarında da kendini göstermektedir. Tayvan’da bulunan Taipei 101 (Bkz. Şekil 3) adlı gökdelen mimar Chang Yong Lee tarafından tasarlanmıştır. Yapı geleneksel Uzakdoğu mimarisini andırsa da çıkış noktası bambu bitkisinde yer alan boşumlardır. Bambu bitkisi sağlam yapısı ile bilinir, bitkiye bu yapısal dayanımı kazandıran sıkı bir şekilde gelişen lifleri ve bitki üzerinde bulunan boşumlardır. Taipei 101 de de bitkiden gözlemlenen bu özellikler kullanılmış ve 2007 yılına kadar dünyanın en yüksek binası ünvanını elinde tutmasına yardımcı olmuştur.



Şekil 3: Taipei 101 ve Bambu Bitkisi

Kaynak: <https://dekopano.com/dogadan-esinlenerek-tasarlanmis-10-yapi-dpp-214#&gid=1&pid=1> adresinden 22.12.2017 tarihinde edinilmiştir.

Biyomimetik teriminin ortaya çıkışından sonra bu alanda birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Sözü edilen terim daha doğru bir ifade ile bilim dalı farklı disiplinlerde ilgi görmüş ve hali hazırda var olan doğadan esinlenme bir sistematik haline dönüşmeye başlamıştır. 1997 yılında Jennie Benyus biyomimikri terimini ortaya çıkarmış ve bu bilim dalı da tasarım ve mühendislik sorunlarına çözüm üretmek amacı ile doğa ile tasarım ilişkisinin felsefesini, düşünce sistematığını ve işleyişini inceleyen bir yaklaşım haline gelmiştir.

Ülkemizde tasarım alanında biyomimetik ve biyomimikri anlayışlarını irdeleyen bu anlayışlar ile ilgili akademisyen ve araştırmacılar tarafından çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Farklı disiplinlerde yapılmış bu çalışmalar arasında mimarlık, iç mimarlık ve endüstri ürünleri tasarımı disiplinlerinde yapılan çalışmalar bu çalışmaya kaynak niteliğindedir.

2.1.2. Biyomimikri

Biyomimikri doğanın biçimlerinden çok doğadaki varlıkların özelliklerini, hayatta kalma içgüdüğü ile geliştirdikleri teknikleri, işleyiş prensiplerini inceleyen ve bu özellikleri taklit ederek insan problemlerinin çözümlerinde kullanılacak tasarımlara dönüştürmekte kullanılan yeni bir disiplin ya da düşünce sistematığı olarak tanımlanabilir.

Biyomimikri ifadesi ilk defa 1997 yılında Janine BENYUS tarafından “Biomimicry: Innovation Inspired By Nature” adlı kitapta kullanılmıştır. Doğa ile tasarım arasındaki bağlantıyı ifade eden bu terim ortaya çıkışından sonra birçok çevrede sıklıkla kullanılmıştır. Mimarlık, mühendislik ve tasarım alanında biyomimikri anlayışına şıkça rastlanmakta ve bu alanlardaki biyomimikri örnekleri biyomimetik tasarım olarak anılmaktadır.

Biyomimikri terimini literatüre kazandırması dolayısı ile biyomimikri yaklaşımının öncüsü sayılan Janine BENYUS biyomimikri anlayışını şu şekilde açıklamaktadır;

“Biyomimikri yaklaşımı konseptten yaratmaya ve değerlendirmeye kadar tasarımın her aşamasında doğanın tavsiyesini arıyor. Yenilikçiler sonuçlandırmak istedikleri tasarımlarının doğru fonksiyonlarını biyologlarla tasarım masasında birlikte çalışarak keşfediyorlar ve soruyorlar: Hangi organizma veya ekosistem hayatta kalmalarını bu fonksiyonları yerine getirerek sağlıyor?”

Biyomimikri alanında kapsamlı ve sürekli güncellenen bilgilerin yer aldığı ve sürekli biyomimikri alanında yeni çalışmaların yapıldığı Biyommikri Enstitüsü adında bir kuruluş bulunmaktadır. Bu kuruluş 2005 yılında Janine BENYUS tarafından kurulmuş ve kar amacı gütmeyen bir oluşumdur. Biyomimikri enstitüsü az sayıdaki gönüllü çalışanı ile üç temel alana yoğunlaşmış durumdadır; öğrenciler, profesyonel tasarımcılar ve konuya ilgi duyan diğer bireyler için eğitim programları geliştirmek, biyo yaklaşımlar ile ilgili farkındalık yaratmak ve neredeyse her alanda kullanılabileceğini göstermek ve bu alanda yatırımcılara yada ilgililere teşvik sağlamak biyomimikri enstitüsünün odaklandığı temel ilkelerdir (biomimicryinstitute.org).

2008 yılında kurulan “Ask Nature” isimli internet sayfası da Janine BENYUS öncülüğünde tasarım ile doğa arasındaki etkileşimi güçlendirmek amacı ile kurulmuştur. İlgili web sayfası içerisinde doğadaki kaynakların detaylı biyolojik incelemeleri ve bu doğrultuda yapılan birçok araştırmayı bulmamız mümkündür (asknature.org, 2018).

2.1.3. Biyomekanik

Bir terim olarak Biyomekanik, biyoloji ve mühendislik bilimlerinin ortak

çalışmaları sonucunda ortaya çıkan ürünlerin yaşayan canlılar üzerinde uygulanmasını ifade etmektedir. Biyomekanik tabanlı çalışmalarda, mühendislik yöntemleri kullanılarak, canlı varlıkların hareketleri ve hareket prensipleri, bu prensiplere bağlı olarak oluşan kontrol ve kuvvet ilişkileri incelenmekte, buradan hareket ile de tedavi yöntemleri test edilmekte ve geliştirilmektedir (biyomekanik.itu.edu.tr).

Biyomekanik disiplini, fizik, kimya, matematik, psikoloji ve anatomi bilimlerinden beslenmektedir. Biyomekanik alanında çalışan ilk tasarımcılar Leonardo da Vinci, Galileo, Lagrange, Bernoulli, Euler ve Young olarak sayılabilir. (Winter, 2009, s. 1).

Temelleri geçmişe dayanmakla beraber biyomekanik özellikle 90'lı yıllardan bu güne kadar olan süre içerisinde, gerek akademik ortamda ve gerekse endüstri alanında büyük gelişmeler kaydetmiştir. Mühendislik alanlarında yeni malzeme ve üretim teknolojilerinin de yardımı ile özellikle tıp ve robotik alanlarında yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Kullanımın ve ihtiyacı artması da biyomekanik bilim dalında çalışmaların ivme kazanmasını sağlamıştır. (biyomekanik.itu.edu.tr).

2.1.4. Biyonik

İlk kez ABD vatandaşı olan Jack E. Steele tarafından 1958 yılında bir terim olarak ortaya atılmıştır. ve 1960 yılında Amerika'da "biyonik" temasıyla düzenlenen bir seminerde diğer bilim insanları tarafından terim tanınmış ve yayılmaya başlamıştır. Bu seminerde biyoniğin temel prensipleri kabaca ortaya koyulmuştur (Chiu ve Chiou, 2009, s.12-13).

Biyonik tasarımda belirleme ve uygulama süreci, organizmaların davranışlarındaki kilit noktaları gözlemlene, yapılan gözlemleri kullanılabilir veriye dönüştürme ve verinin genel taslağını oluşturma, son aşama olarak da bu veri taslağını yenilikçi bir sisteme uyarlama ve organizmadan alınan prensipler ile yapay nesne arasındaki ilişkiyi kurma olarak belirlenmiş ve genel geçer kurallar olarak kullanılmıştır (Chiu ve Chiou, 2009, s.21-22).

Werner (1993, s.9)'a göre biyonik terimi biyoloji, mühendislik ve elektronik terimlerinin birleşiminden oluşmaktadır. Alman Mühendisler Derneği'nin bir buluşmasında biyonik terimi tekrar tanımlanmış ve 1993 yılında Werner Nachtigall tarafından;

“Bilimsel bir disiplin olarak biyonik, biyolojik sistemlerin yapısı, süreçleri ve gelişen prensiplerinin sistematik biçimde teknik uygulanması ile ilgilidir”

Şeklinde genişletilmiştir.

Ayrıca Nachtigall biyoniği kendi içinde üç alt alana ayırmıştır; yapısal biyonik, prosedürler biyonik ve bilgisel biyonik. Yapısal biyonik doğada var olan yapılar ve malzemeleriyle, prosedürler biyonik doğanın prensip ve süreçleriyle, bilgisel biyonik ise daha ziyade doğanın gelişme, evrilme ve bilgi aktarma prensipleriyle yakından ilgilidir (Gruber, 2011, s.13).

Biyonik terimi biyomimetik ile yakın ilişkilidir fakat biyonik genellikle tıp ve makine mühendisliği alanında sıklıkla kullanılmaktadır. Son zamanlarda otomobil üreticilerinin tasarladıkları otomobil modellerinde güvenli ve istikrarlı sürüş kabiliyetini bu özellikleri taşıyan canlılardan esinlendiği gözlemlenmektedir. Mercedes Benz markasının 2013 yılında ürettiği otomobillerde kullanılan MBC (Magic Body Control) teknolojisi tavuk boynundan esinlenilerek tasarlanmıştır (Chu, 2013, s.33). Tavuk gövdesi hareket ettirilse bile kafası aynı noktada kalabilme özelliğine sahiptir. Bu özelliğin tasarımda bir güvenlik çözümü olarak kullanılması Biyonik tasarıma iyi bir örnek niteliğindedir.



Şekil 4: Mercedes Benz Gövde Kontrolü Esin Kaynağı

Kaynak: <https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/innovation/magic-body-control/> adresinden 02.11.2018 tarihinde edinilmiştir.

2.2. Yapay Zekâ

“Yapay zekâ” insan gücü ve emeğinin en aza indirgenerek makineleşmenin getirdiği olanaklardan en fazla yararlanılmasını sağlayan kavramsal uygulamaların bütünüdür. Özellikle günümüzün teknoloji atılımları ile uygulanabilirliği her geçen gün artan bu disiplin modelleme, otomasyon, simülasyon, sibernetik gibi teknik alanlarda

kullanılmaya başlandığı gibi sanat alanında da örnekleri mevcuttur (Yıldız, 2014, s.1-2).

Doğada kendiliğinden var olan davranış ve özellikleri tasarımlara uygulama suretiyle taklit etmek de yapay zekânın uygulama alanları arasına girebilir. Güneşin açısına göre gün ışığını verimli bir şekilde herhangi bir müdahaleye gerek olmadan ayarlayan akıllı cephe sistemleri bir yapay zekâ örneğidir. Elektronik aletlerin kullanılmadıkları zaman kendilerini uyku moduna geçirmesi, akıllı telefonların yükseklik, derinlik, eğim, ısı derecesi gibi unsurlara tepki verebilmesi, kameralardaki yüz tanıma teknolojileri gibi insana özgü davranışların taklit edilmesine dayalı her türlü yeni tasarım yapay zekâ olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca bu disiplinin insana özgü zekâ kelimesin kullanılması da biyomimetik disiplini ile yakın bir ilişkide olduğunun kanıtı niteliğindedir.

2.3. Evrim

Sözlük anlamı, bir türün yada canlı bir varlığın zaman içerisinde gelişim göstermesi, bir canlıyı bir diğerlerinden ayırt eden karakteristik özelliklerinin oluşması yolunda geçirilen başkalaşım olarak tanımlanan bu terim, hayvanların ve bitkilerin evrimi olarak ikiye ayrılabilir.

Hayvanlar âlemi, canlılar âleminin tümünde olduğu gibi kararlı ve durağan değildir. Zaman içerisinde iklimsel değişimler ve çevresel tehditler gibi değişkenlere bağlı olarak canlılar da değişebilir. Savunma mekanizmaları geliştirerek hayatta kalma içgüdüğü ile hareket ederek bu doğrultuda gelişim göstermeye yani evrilmeye devam ederler.

Evrin kuramlarına bakıldığında birçok bilim insanının ve araştırmacının bu konu üzerinde çalışmış fakat ilk olarak çevreye uyum temeline dayalı olarak Fransız doğa bilimcisi Lamarck, 1809 yılında evrim düşüncesini ortaya sürmüştür. Daha sonra teoriye adını veren Charles Darwin, doğal ayıklanma yani daha yetenekli olanın sağ kalması kuramını ortaya atmıştır. Günümüzde geçmişe dair yeni kanıtlar ile bu iki kuram aşılmıştır. Evrim olgusunun en şaşırtıcı kanıtlarını ortaya çıkartan paleontoloji biliminin gelişmesine paralel olarak evrim düşüncesi de gelişme göstermiştir. Fakat canlıların evrilmesi ile ilgili bilimsel tartışmalar ve çalışmalar halen sürmektedir (Maubourguet, 1990, s.67).

Bitkilerin evrimi iklim ve otçul canlıların çoğalması ile yakın ilişkilidir. Bitkiler gelişmek için toprağa, güneşe ve suya muhtaçtır. Yeryüzünün her yerinde hatta

buzullarla kaplı kutuplarda dahi bitkilere yâda kalıntılara rastlamak mümkündür. Doğa sürekli olarak mükemmelleşme arayışı içerisinde. Doğadaki varlıklar çevrelerine daha verimli bir şekilde uyum sağlayabilmek ve başarı ile çoğalabilmek için sürekli bir gelişim içerisinde. Bitkiler açısından bakıldığında kopan bir parçadan çoğalmanın tesadüfiliğinden, tohum üretmenin güvenliğine geçildiği görülmektedir; başlangıçta çıplak olan tohum, daha sonra bir meyvenin içine saklanarak muhafaza edilir, böylece daha üstün bitkilere doğru gidildikçe tohumun korunma olanakları da artış göstermektedir. Bu durum hayatta kalma içgüdüğü ile evrim arasındaki bağlantının kanıtı niteliğindedir (Maubourguet, 1990, s.68).

Doğanın problemler karşısında ürettiği çözümler de evrim olarak nitelendirilebilir. Tehditlere karşı mevcut mekanizmalarını üst seviyelere taşıyan yeni tehditlere karşı yeni savunma mekanizmaları geliştiren canlılar gibi insan yapımı tasarımlar da zaman içerisinde evrilme eğilimi göstermektedir. Malzemelerin ve yapım tekniklerinin gelişmesi ile günümüzün daha dayanıklı daha güçlü ve daha ergonomik olan yapıları, tarihsel sürece bakıldığında evrimlerinin en üst seviyelerinde bulunduklarını belirtmek yanlış olmayacaktır. Diğer yandan geçmiş tarihlerde inşa edilmiş ve günümüze değin varlığını sürdürmüş yapılar da bu günün inşa teknolojilerinin evrilmesinde ilham kaynağı olmuştur. Tıpkı canlılar âlemindeki ilkel varlıklardan aktarılan genlerin bu gün yeryüzündeki canlıların hayatta kalma becerilerini oluşturduğu gibi.

2.4. Yaşamın Temel Prensipleri

Doğadaki bütün varlıklar bulundukları çevredeki hayatlarını sürdürebilmek için çeşitli özellikler ile donatılmıştır. Canlıların özünde bulunan bu hayatta kalma becerisi doğal çevrelerindeki tehdit unsurlarına göre gelişebilmektedir. Örneğin yaprakları kuş yada böcekler tarafından yenilen ağaçların bir sonraki baharda daha küçük ve güçlü yapraklar çıkarması gibi. Yada evrim süreci içerisinde öncelikle tohumların çıplak ve savunmasız olması daha sonra tehditlere karşı tohumların bir meyva içerisine saklanması gelen tehditlere göre de bu meyvaların sert kabuklar geliştirmesi hayatta kalma refleksine örnek olarak verilebilir. Buradan hareket ile yaşamın en temel prensipleri; hayatta kalma ve uyum sağlama olarak nitelendirilebilir.

Jenine Benyus'un öncülüğünü yaptığı Biyomimetik Enstitüsü araştırmacıları hayatın (yaşamın) temel prensiplerini şu şekilde tanımlamıştır;

“Hayatın İlkeleri, doğadan alınan tasarım dersleridir. Bu tanıma dayanarak Dünya üzerindeki yaşam birbirine bağlıdır ve birbirine bağlıdır ve aynı sete tabidir Çalışma koşulları nedeniyle, Yaşam sürdürülen bir dizi stratejiyi geliştirmiştir. 3.8 milyar yıldan uzun süredir. Hayatın İlkeleri bu genel desenleri temsil eder Dünya üzerinde hayatta ve gelişen türler arasında bulunur. Yaşam entegre olur ve hayata elverişli koşullar yaratmak için bu stratejileri optimize eder. Öğrenerek bu derin tasarım derslerinden, yenilikçi stratejileri modelleyebilir, ölçekbilir tasarımlarımızı bu sürdürülebilir ölçütlere karşı tutmak ve kendimize ait olmak için izin veriyoruz. Doğanın dehası tarafından Hayatın İlkelerini meraklı ideallerimiz olarak görüyoruz.”

Biyomimetik Enstitüsü yada diğer adı ile Biomimicry 3.8 oluşumu araştırmacıları yaşamın bu temel prensiplerini açıklamak amacı ile bir diyagram hazırlamıştır. Bu diyagram üzerinde doğanın hayatta kalma becerisi, zorlukların üstesinden gelme becerisi, yeni koşullara ayak uydurabilme ve bu şekilde hayatını devam ettirebilme becerisi gibi yaradılışında var olan ve değişen koşullar altında sonradan kazanılan beceriler yada özellikler grafiksel bir anlatımla aktarılmaya çalışılmıştır. Bu grafik anlatım içerisinde doğanın temel prensipleri ve bu prensiplerin biyomimetik tasarımda nasıl kullanılabileceğini anlatılmaktadır. Oluşturulan grafik anlatımlar daha rahat kavranabilmesi amacı ile tablo haline dönüştürülerek ifade edilmiştir.

Tablo 1 :

Yaşamın temel prensipleri

YAŞAMA ELVERİŞLİ KOŞULLAR					
Değişen Koşullara Uyum Sağlamak	Doğaya Uyumlu ve Duyarlı Olmak	Doğa Dostu Kimyasallar Kullanmak	Etkili Kaynaklar Bulmak	Gelişimi Büyüme ile Bütünleştirmek	Hayatta Kalmak için Gelişmek
- Çeşitliliği birleştirmek - Kendini yenileyerek bütünlüğü korumak -Çeşitliliği ve esnekliği bir araya getirerek kullanmak	-Döngüsel süreçleri kullanmak -Kolay ulaşılabilen malzeme ve enerjiyi kullanmak -Geri bildirimleri değerlendirmek -İşbirliği bağları kurmak	-Malzemeleri faydalı parçacıklara ayırmak -Bileşenleri küçük alt gruplar halinde inşa etmek -Su kaynaklı zararsız kimya üretmek	-Düşük enerjili süreçler kullanmak -Çok işlevli tasarımlar kullanmak - Malzemeleri geri dönüştürmek -Formu fonksiyona uydurmak	-Kendi kendini organize etmek -Aşağıdan yukarıya doğru inşa etmek -Modüler sistemler kullanmak	-Çalışan taklit stratejileri üretmek -Fark edilmeyen benzerlikleri keşfetmek -Doğadaki bilgileri yeniden ele almak

Yaşamaya elverişli koşullar ele alınırken yeryüzünün çalışma koşulları da değerlendirilmelidir. Bütün varlıkların yeryüzü üzerinde gerçekleşen değişimlere uyum sağlamaya çalıştığı unutulmamalıdır. Güneş ışığı, yağışlar, su, yerçekimi, denge, limitler, sınırlar ve mevsimler gibi döngüsel süreçler de biyometrik tasarımın içerisinde düşünülmesi gereken unsurlardır

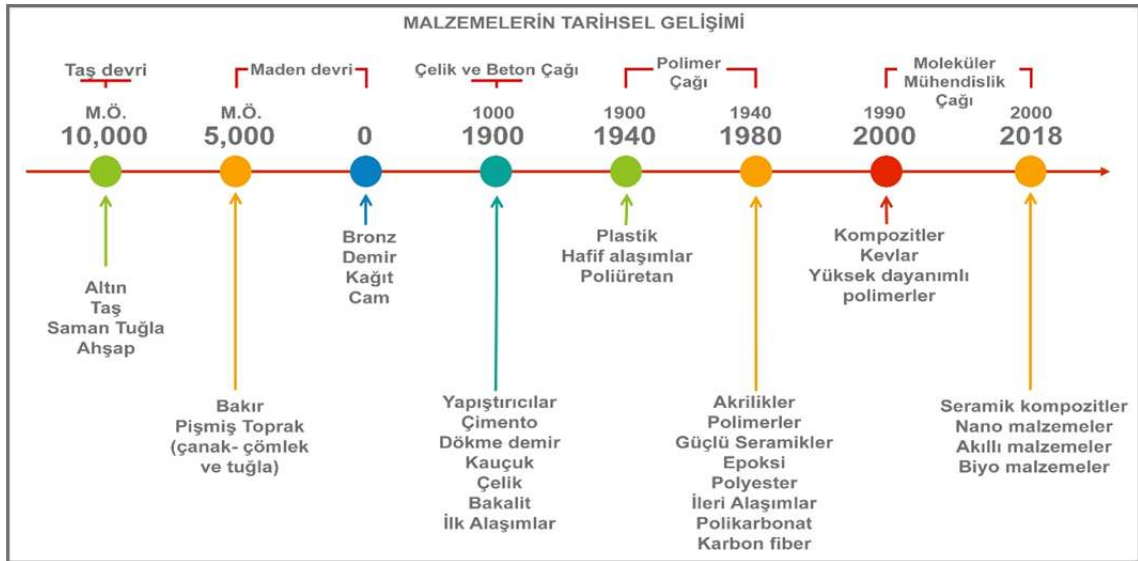
BÖLÜM III

MALZEME KAVRAMI - BİYOMİMETİK VE TASARIM İLİŞKİSİ - TEKNİK ARAŞTIRMA

3.1. Malzeme Kavramı

Sözlük anlamı “bir şeyin yapıldığı ya da yapılabileceği madde” olarak tanımlanan malzeme kendi içerisinde bitki ve hayvan organizmalarının katkıları ile ortaya çıkan organik malzemeler ve içinde bitkisel ve ya hayvansal bileşenler bulunmayan inorganik malzemeler olarak ikiye ayrılmaktadır (Hasol, 1975, s.306). Malzeme esasında çok geniş bir kavramı ifade etmektedir. Doğada neredeyse her yerde bulabileceğimiz bir taş veya dal parçası da malzeme olarak nitelendirilebileceği gibi alüminyum, plastik, ahşap ve boya gibi katmanlardan endüstriyel teknikler kullanılarak üretilen bir kompozit levha da malzeme kavramı altında değerlendirilmektedir. Bu yüzden malzeme terimi gibi malzeme biliminin de araştırma ve sınıflandırma alanı oldukça geniştir. Tasarım ile ilgili bütün disiplinlerde yapılan tasarımın hayata geçirilmesindeki en önemli elemanın malzeme olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Malzeme ve yaşam insanlık tarihi boyunca iç içe olan konulardır ve birbirleri ile var olup gelişme göstermektedir. Malzemeler ortaya çıktıkları devirlere isimlerini verecek ölçüde önem taşımaktadır bu nedenle malzemelerin tarihi süreç içerisinde ortaya çıktığı ya da icat edildiği zamanı bilmek önem taşımaktadır.



Şekil 5: Malzemelerin Tarihsel Gelişimi

3.2. Yapıda Kullanılan Malzemeler

Malzemeler mimaride bir atmosfer yaratır, yapının dokusunu ve maddi özünü oluştururlar (Farrelly, 2012, s.5). Yapılan tasarımların hayata geçirilebilmesini sağlayan elemanlar olarak da nitelendirebileceğimiz malzemeler yapının temel ihtiyaçlarını giderirken aynı zamanda da estetik görüntü sağlamak amacı ile de kullanıldıkları için yapıya ya da mekâna kimlik kazandıran öğelerdir. Mimari tasarım, endüstriyel tasarım ve ya sanatsal bir çalışma olması fark etmeksizin malzemeler tek başlarına kullanılabileceği gibi bir arada da kullanılabilen birbiri ile uyumlu ya da uyumlu hale getirilebilen tasarım elemanlarıdır

Mimari tasarımda malzemelerin seçimi ve bu malzemelerin kullanım biçimleri neredeyse sonsuzdur. Fakat tasarımcı tarafından belirlenen uygun seçim ve doğru kullanım kriterleri farklı etkiler yaratabilir. Malzemelerin hayal gücü ile kurgulanması ve yaratıcı bir anlayış çerçevesinde değerlendirilmesi sadece tasarımını yaptığımız mekânın işlevsel özelliklerini değil oluşturulacak ortamın daha soyut anlamda var olan duysal niteliklerini de ortaya çıkarır. Öte yandan malzemeler bir mekân kullanıcılarının davranışlarını da belirleyebilir. Soğuk veya sıcak, heyecanlı veya sönük, rahatlamış veya tedirgin hissettirebilir (Gagg, 2013, s.7-8). Bu açıdan değerlendirildiğinde malzemelerin mekân algısı ve son kullanıcı üzerindeki etkisi çok güçlü ve dikkate değerdir.

Mimari yapılarda birçok malzeme tek başına ya da bir arada kullanılmaktadır. Örneğin betonarme bir yapıda; beton içerisinde demir donatılar, açıklıklarda metal ya da plastik doğramalı cam yüzeyler, zeminde ahşap, seramik ve ya kompozit yüzey kaplamaları, iç mekân duvarlarında kâğıt kaplamalar, çatıda kiremit, metal ya da plastik esaslı kaplamalar gibi. Ayrıca malzeme seçimi de yapının kullanım amacına göre de değişiklik gösterebilir. Örnek olarak sağlık yapılarında kullanılacak yüzey kaplamaları kolay temizlenebilir, anti bakteriyel nitelikte ve genellikle gözenekli olmayan pürüzsüz malzemelerden seçilmektedir buna karşın konutlarda bu denli özelliklere sahip malzemeler aranmaz fakat isteğe göre de kullanılabilir.

Malzemeler doğal bir şekilde sahip oldukları ya da üzerine uygulanan dokular sayesinde de bir mekânın niteliklerini tanımlayabilir. Kişinin mekân ile ilk ilişkiyi kurduğu giriş kapısını açmak için kullandığı kapı kolu, koridorda yürürken yanından geçilen duvar, etrafı çevreleyen ahşabın ortama yaydığı koku, cam ve metallerden göze çarpan parlak yansımaların olması gibi. Tüm bu özellikler tasarım içerisindeki malzemelerin dikkatli seçimi, işlenmesi ve konumlandırılması sonucu ortaya çıkmaktadır (Gagg, 2013, s.7).

3.2.1. Ahşap Malzeme

Ahşap verimli bir yapı malzemesidir. Bir yapının iskeletinin yapımında kullanılabilir yâda iç ve dış bitimlerde büyük bir etki yaratmak üzere yararlanılabilir. Bir binayı bütünü ile ahşaptan tasarlamak ve iskeletinden duvar kaplamalarına, çatısına kadar ahşaptan inşa etmek mümkündür. Bu verimliliğine ek olarak tamamı ile sürdürülebilir bir malzemedir. Uygun teknikler kullanılarak işlendiğinde ham madde aşamasından son ürüne kadar fire vermeden üretim yapılabilir. Ayrıca ahşap malzeme yeniden kullanıma uygun nitelikler taşımaktadır mevcut hali ile ya da yeniden ebatlanarak tekrar tekrar kullanılabilir. (Farrelly, 2012, s.68-97).

Ahşap tasarımcıya pratik olanakların daha ötesinde olanaklar da sunmaktadır. Ağacın türüne ve tipine göre çeşitlilik gösteren, estetik açıdan zengin bir malzemedir. Buna ek olarak, zaman içerisinde tasarıma farklı bir özellik kazandıran eskimesinden gelen doğal bir estetik yapısı vardır. Ahşabın estetik değerini artıran farklı bitim teknikleri de tasarımcının isteği doğrultusunda kolaylıkla şekillenebilir ya da çeşitlenebilir. Ahşap bitim sonuna kadar esnektir ve çeşitli zevklere ve uygulamalara uyacak şekilde uygulanabilir. Örneğin kumlanabilir, cilalanabilir, renklendirilebilir ya da farklı dokularla kaplanabilir ve ya kendine has dokusunun görünmesi için yalın halde kullanılabilir.



Şekil 6 : Serender

Ahşap malzemenin en yalın hali ile üzerine farklı bir uygulama yapılmadan geleneksel teknikler ile farklı bir malzemeye ihtiyaç duymadan bir araya getirilerek kullanıldığı serenderler ahşabın mimaride kullanımına iyi bir örnek niteliğindedir.

Ahşap mimari çoğu kez doğal kaynakları zengin olan ülkeler ile bağdaştırılır fakat son yıllarda ahşap iskeletli yapılar dünyanın hemen her bölgesinde yaygınlık kazanmaktadır. Tasarımlarında geri dönüştürülmüş ahşaptan sonuna kadar faydalanan ekoloji dostu ve sürdürülebilir evler geleceğin evleridir (Farrelly, 2012, s.68-97).

3.2.2. Tuğla ve Taş Malzeme

En temel yapı malzemeleri araziden çıkan veya çevrenin bir parçası olarak bulunan taş ya da killi topraktan kalıplara dökülerek elde edilen tuğladır. Bu tür malzemelerden inşa edilen mimari gerçekten de kendisini çevreleyen ortamın bir parçası haline gelmektedir. Granit veya mermer gibi taş ocaklarından çıkarılan kayalar ya da taşlar da özgün yeri ile güçlü bağlantısı olan bir mimari üretmeyi amaçlayan tasarımlarda yer alabilir (Farrelly, 2012, s.12-39).



Şekil 7 : Tuğla Malzemenin Cephede Kullanımı (Red House/Londra)

Kaynak: <https://www.detail-online.com/blog-article/the-end-of-a-long-series-red-house-by-3144-architects-30832/> adresinden 19.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Şaşırtıcı bir şekilde taş çok yönlü kullanım alanı olan bir malzemedir. Yapının zemin yüzeyinde, duvarlarda ve eğer dikkatli bir şekilde işlenirse çatılarda dahi kullanılabilir. İnce plaklar veya tek parça ağır bloklar halinde dilimlenip biçimlendirilebilir. Fiziksel özellikleri sayesinde kışın sıcaklığı tutar, yazın serin kalır. Ayrıca taşın taşıdığı bir simgesellik vardır. Çoğu kez anıtların yapımında veya peyzajda bir noktayı belirtmek için kullanılmaktadır. Bunun nedeni devamlılığı ve sağlamlığı aklı getiren, zamansız ve tahribata dayanıklı bir niteliğe sahiptir.

Taş ve tuğla yapılar karakteristik olarak yapıldıkları malzemeleri ana yapı bileşenleri olarak belirginleştirmektedir. Bu malzemeler mimarinin genel bütünü oluşturan açıkça görünür parçaları meydana getirir. Tuğla ve taş mimari ile ilişkili özel yapı protokolü bulunmaktadır. Örnek olarak taş duvarlardaki açıklıkların lentolarla desteklenmesi gerekir. Tuğla duvarlarda ise basınç altındaki malzemeyi desteklemek için kemer sistemleri kullanılmaktadır.

Yapım teknolojilerindeki gelişmeler devam etse de taş ve tuğla yapılar doğal çevre bağlamındaki yer duygusunu korumaya devam edecektir. Duvar ustası ve ya zanaatkâr tarafından biçimlendirilmiş ve ya uyarlanmış olsa da taş doğanın bulunmuş malzemesidir, tuğla kalıplanmış topraktır. Bu nedenle tasarımcı için doğanın dokusuna en yakın malzemedir.



Şekil 8 : Tuğla ve Taş Malzemenin Yapıda Kullanımı

Kaynak: <https://picturethisuk.org/2016/02/28/the-natural-history-museum-london/> adresinden 19.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Londra Doğa Tarihi Müzesinin iç ve dış duvarlarında hem dekoratif hem de pratik işleve sahip pişmiş toprak karolar kullanılmıştır. Müzenin girişi yapının yataylığını belirginleştirecek biçimde çok sayıda değişiklik örgü sırası oluşturan farklı renklerde tuğlalardan inşa edilmiştir. Üç boyutlu bir etki yaratan bir diğer unsur da kullanılan mermerlerdir.

3.2.3. Beton

Beton Roma döneminden beri yapı inşasında kullanılan bir malzemedir. Kum, çimento ve ufalanmış taş malzemenin karıştırılması ile kolayca elde edilebilen bir bileşen olarak tanımlanabilir. Hem masif hem de akışkan olma özelliğine dolayısı ile de her tür şekli alabilme potansiyeline sahip bir malzemedir.

Beton eskiden, bitmiş bir yüzey elde etmek için değil tipik olarak yapıyı oluşturmakta kullanılan endüstriyel, pürüzlü ve kaba bir malzeme olarak kabul edilmekteydi. Tarihsel süreç içerisinde değişen inşaat yöntemleri betonun başlı başına önemli bir malzeme olduğunu ortaya koymuştur. İnşaat teknikleri geliştikçe beton yüzeyler daha geniş mimari uygulamalarda, çelik donatı ile birlikte daha popüler hale gelmiştir (Farrelly, 2012, s.40-67). Beton kazandığı olağanüstü sağlamlık sayesinde köprüler, barajlar ve gökdelenler gibi yapılarda kullanımı tercih edilmektedir. Beton hazırlanması kolay bir malzemedir, şantiyede hazırlanabileceği gibi önceden belirli ebatlarda hazırlanmış prekast olarak adlandırılan hazır parçalar olarak da kullanılabilir. Beton döküldüğü kalıbın şeklini alabilme özelliğine sahip bir malzeme olması dolayısı ile esnek mimari formların üretiminde sıklıkla kullanılan bir malzemedir.



Şekil 9 : Beton Kullanımına Bir Örnek (Işık Klisesi)

Kaynak: <http://arsiv.lightworld.com.tr/chirch-of-light-2.jpg> adresinden 19.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Teknolojinin gelişmesi ile beton, tasarımcılara daha dinamik biçimleri yaratma olanakları sunarak her zamankinden daha da verimli bir hal almıştır. Bu durum mimarideki organik biçim üretme potansiyelini ortaya çıkarır ve betonun güçlü olduğu kadar incelikli olabilme kapasitesini ortaya koymaktadır. Beton 21. Yüzyılın gerçek anlamda esnek bir malzemesidir (Farrelly, 2012, s.40-67).

3.2.4.Seramik Malzeme

Seramik, Yunanca'da pişirilmiş eşya anlamında kullanılan "keramos" kelimesinden türemiştir. Ortaya çıkan buluntuların ışığında seramik üretiminin M.Ö. 6500 yıllarına kadar tarihlenebileceği ortaya konulmuştur. Seramikler farklı oranlarda kristal ve cam yapılı fazları içermekte ve genellikle gözenekli bir yapıya sahip olmaları ile bilinirler. Fakat işlenmiş seramik malzemelerin yüzeylerinin gözeneksiz ve geçirgen olmayan bir yapıya sahip oldukları bilinmektedir. Farklı seramik bileşenlerinin miktarları, yoğunlukları ve dağılımları ortaya çıkan sonuç ürünün niteliklerini büyük oranda etkilemektedir. Örneğin, moleküler yapıda bulunan fazların düzenini değiştirmek, yalıtkan özelliğe sahip olan bir seramiği iletken hale getirebilir veya bu durumun tam tersi olabilir (Geçkinli, 1992, s.33-35).

Seramik malzemelerin tercih sebepleri arasında yüksek sıcaklıklara dayanabilmesi, kararlılığı olan bir malzeme olması, metallerden hafif olmaları ve metaller kadar olmasa da sert bir yapıya sahip olmaları, hammadde olarak bol bulunması ve kolay ulaşılabilmesi, aşınma ve oksitlenme dirençlerinin yüksek olması, sürtünme katsayısının düşük olması gibi özellikleri sayılabilir (Reed, 1995, s.11).



Şekil 10: Seramik Zemin Kaplaması

Kaynak: <http://www.tauceramica.com/prd/crmctle%21.jpg> adresinden 19.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Mimari yapılarda seramiğin kullanımı günümüzde sanatsal ifadelere dönüşmektedir yapı elemanı olarak kullanımı ise çok eski tarihlere kadar uzanmaktadır. M.Ö. 4000 yılı civarında Mezopotamya’da Sümer uygarlığı tarafından yapılarda ve kanalizasyon sistemlerinde kullanıldığı görülmüştür. Bu uygarlığın kullandığı seramik malzemeler seramik ve mimari ilişkisinin ilk örnekleri arasında gösterilebilir. Tarih içerisinde birçok uygarlık saraylarında, tapınaklarında, mezar yapılarında ve duvar dekorlarında seramik malzemeleri kullanmışlardır.

3.2.5. Metal Malzemeler

Günümüzde bina ve mekânların yapımı sırasında metallerin kullanılmadığı bir dönem olduğunu düşünmek güçtür. Çelik ve cam etrafımızdadır ve birçoğumuzun yaşamının gerçek dokusunu oluşturur. Mimari biçimler yaratabilmek amacı ile metallerin kullanımı, zaman içerisinde teknoloji alanında ortaya çıkan gelişmelere ve gelişmeler sonucu doğan toplum taleplerine bağlı olmuştur. Temel metallerin kalıcılıkları ve estetik yönleri sayesinde süslemeci kullanım olarak başlayan süreç, yapı çevrenin büyük bölümünün daha yüksek, daha aydınlık ve daha geniş inşa fırsatlarını değerlendirmeden tasarım yapılmayan bir noktaya gelmiştir (Gagg, 2013, s.34-48).



Şekil 11: Metal Malzemenin İç Mekana Etkisi

Kaynak: 50 Avarred Architecture (Lamar Construction Company Corporate Headquarters s.93-96)

İnsanlık metalleri birkaç bin yıldır kullanmaktadır ancak sürecin büyük bir bölümünde kullanımları değerli metaller tanımlanan altın, gümüş, bronz ve pirinç ile kısıtlı kalmıştır. Metal malzemeler tapınak, hükümet binaları ve güç ve zenginliğin bulunduğu alanlarda, toplumun ya da bireylerin en çok önem verdikleri yerlerde, parlaklık ve ışıltılarından dolayı değer verilen metallere, yüzey ve donatıların süslenmesinde sıklıkla yararlanılmıştır (Gagg, 2013, s.34-48).



Şekil 12: East Beach Cafe

Kaynak: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:East_Beach_Cafe_\(4567422061\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:East_Beach_Cafe_(4567422061).jpg) adresinden 19.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

İngiltere Sussex sahilinde bulunan East Beach Cafe adlı yapı metal malzemenin farklı bir uygulamasını barındırmaktadır. Tamamı ile metalden oluşan tek katlı yapı deniz kenarındaki konumu ve havadaki yüksek oranlı tuz sebebi ile bölgede bulunan diğer bütün malzemeler gibi oluşturulan yapının da doğal bozulma süreci hızlanmaktadır. Fakat bu tasarımcı için kötü bir durum anlamına gelmemektedir. Yapı kabuğunu oluşturan çeliğin zaman içerisinde paslanarak bir kişilik kazanması amaçlanmıştır. İstenilen değerde bir görüntü elde edildikten sonra metal yapıya koruyucu şeffaf katmanlar eklenerek yapının ömrü uzatılmıştır. Yapıyı oluşturan metal en doğal hali ile kullanılmak istenmiştir.

Günümüzde mimarinin ve tasarımın vazgeçilmez malzemelerinden biri olan metaller olmadan güçlü strüktürlerin oluşturulması, yüksek binaların yapılması, dayanıklı yapı elemanlarının oluşturulması güçtür. Farklı metallerin karışımından ortaya çıkan alaşımlar ile daha güçlü ve hafif yeni metaller elde edilebilir. Metal malzemeler yeniden kullanıma elverişli oldukları için sürdürülebilir malzemeler olarak da nitelendirilebilir.

3.2.6. Cam Malzemeler

Camın, bina ve mekânların tasarımında çok özel bir yeri bulunmaktadır. Camı binalarımızdaki boşlukları doldurmak üzere kullandığımızı söyleyebiliriz. Bunu yaparken yaşadığımız, çalıştığımız ve eğlendiğimiz dünyayı aydınlatırız. Tarih boyunca cam, yarattığımız mekânlara ışığın girmesini sağlamak için kullanılmıştır ancak yaşamlarımızın aydınlatılmasında görme yetisinden çok daha derin bir anlam yüklenmeye başlanmıştır. Cam basit bir pencere anlamına gelebilir ancak kum, soda ve kirecin bu şekilde karışımı uzun zamandır, özellikle de dini yapılarda inanca ilişkin bilgi birikimini ve betimlemeleri iletmek için kullanılmaktadır. Cam dekoratif özellik taşıyabilir ya da dekoratif tasarımın uygulanacağı bir yüzey olarak kullanılabilir. Cam mekânı, malzemeyi ve yapıyı vurgulayabilir ve yapıya ilişkin daha önceden görülmemiş özellikleri fark etmemizi sağlayabilir. Cam oluşturmaya ve katı öğelerdense boşluklar yaratmaya yönelik beceri, son 150 yıldır mimari tasarımın arkasındaki temel itici güç olmuştur. Yaşamlarımızı yaratmaya, desteklemeye ve elbette aydınlatmaya devam eden cam, sonunda başlı başına bir malzeme olarak görülmeye başlamıştır (Gagg, 2013, s.70-86).



Şekil 13: Paju Book City (güney Kore)

Kaynak: 50 Avardeed Architecture (s.81).

Cam yapıda kullanımına bağlı olarak genellikle şeffaf, hafif ve dinlendirici bir etkiye sahiptir. Yakın tarihte daha çok ofis ve mağaza yapılarında camın daha yoğun kullanımı görülmekteydi fakat yakın zamanda konut yapıları dahil birçok yapıda neredeyse yapının ana taşıyıcı unsurlarından sonra en yoğun şekilde kullanılan

malzemelerden biri de cam olmuştur. Güney Kore’de bulunan yapıda cam yoğun bir şekilde kullanılarak yapıya şeffaf ve hafif bir görüntü kazandırmak istenmiştir.

Camın üretim ve mühendislik yöntemleri açısından değişim göstermesi farklı iskelet sistemleri ile desteklenen sistemler olarak görülmesinin ve uygulanmasının önüne geçmiştir. Günümüzde neredeyse görünmez bir mimari yaratarak süreç içerisinde taşıyıcı olma potansiyelini de kazanmıştır. Cam geleceğin malzemesi olarak nitelendirilmektedir ve hem uygulama hem de simgesellik açısından saydamlık, hafiflik ve açıklık özelliklerini sunmaktadır (Farrelly, 2012, s.98-122).

3.2.7. Kompozit (Karma) Malzeme

Malzemeler pek çok farklı yöntem ile sınıflandırılabilirler. Bazıları toprakta bulunur ya da topraktan elde edilirler, bazıları ise doğal bileşenlerden üretilirler. Kompozit malzemeler özel işlevleri yerine getirmek üzere doğal, sentetik veya insan yapımı malzemeler gibi birçok farklı kaynaktan beslenerek tasarlanmış ve üretilmiştir (Farrelly, 2012, s.130-138).

Kompozit malzemelerin özellikleri özel tasarım koşullarına yanıt verecek biçimde planlanabilir olmasıdır. Yapı gereksinimlerine göre özel bir dayanıma, sağlamlığa veya su geçirmezlik özelliğine sahip olabilirler. Mimari tasarımda kompozit malzeme kullanmanın belirleyici avantajı son derece esnek oluşudur. Bileşimini oluşturan parçaları değiştirerek farklı projeler için farklı çözümler bulunabilir.



Şekil 14: Selfridges Alışveriş Merkezi

Kaynak: <https://www.arup.com/projects/selfridges-birmingham> adresinden 19.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

İngiltere’de bulunan Selfridges adlı mağaza yapısında cephe kaplaması olarak alüminyum kompozit diskler kullanılmıştır. Binlerce ayrı parçadan oluşan bu disklerin kullanılması binanın organik biçiminin daha iyi vurgulanması sağlanırken aynı zamanda da malzemenin hafif olmasından ötürü yapıya binen yük azaltılmıştır. Kompozit malzemeler ihtiyaca göre boyut, ağırlık, uygulama detayı gibi özellikler açısından değiştirilebilir ya da uyarlanabilir oluşlarından ötürü günümüz yapılarında sıklıkla tercih edilen malzemeler haline gelmiştir. Kompozit malzemeler ile ilgili önemli bir nokta diğer endüstri alanlarındaki malzeme uygulaması anlayışından yola çıkarak gelişebileceğidir. Bu tarz bir inovasyon bilim insanları, mühendisler, mimarlar ve tasarımcılar bir diğerinin çalışmalarına uyum gösterdiklerinde, kendi uzmanlık alanlarının dışındaki alanlar üzerinde düşünmeye başladıklarında ve kompozit malzemeleri farklı disiplinlerde de yaratıcılıkla uyguladıklarında ortaya çıkacaktır. Bu malzeme grubunun sunmuş olduğu olanaklar sürekli gelişmektedir. Doğal kaynaklarımızın arzı sınırlıdır, dolayısı ile kompozit malzemeler mimari tasarımda kullanılan ham maddelerin miktarını azaltmak açısından giderek daha önemli hale gelmektedir. Kompozit malzemeler gerek bileşimleri gerekse uygulamaları ile saf olarak sınıflandırılmazlar. Bu malzemeler yapı tasarımında çoklu işlevlere hizmet edebilecek özel olarak tasarlanmış hibrit materyaller yaratmak üzere, özgün formlardan yola çıkarak uyarlanmışlardır. Örnek olarak günümüzde malzeme bilimi ve teknoloji sayesinde piyasada ahşabın estetik nitelikleri ile plastiğin dayanımını birleştiren malzemeler mevcuttur (Farrelly, 2012, s.126-148).

3.2.8. Plastik malzemeler

20. yüzyılda üretilen kompozit malzemelerden ilki 1885 yılında üretilen plastiklerdir. Plastik malzemelerin genel adı polimerler olarak bilinmektedir. Polimer hepsi birbirine bağlı çok sayıda benzer biçimden oluşan moleküler bir bileşimdir. Terim plastik ve sentetik reçinenin dâhil olduğu bir grup malzemeyi ifade etmektedir. Plastik aynı zamanda yeni biçimler alacak şekilde dönüşebilen ve farklı formlarda dökülebilen bir malzeme niteliğini tanımlayan terimdir. Plastik esaslı malzemelerin en bilinenleri arasında 1907 yılında Leo Hendrik Baekeland tarafından geliştirilen bakalittir ve telefonda elektrik düğmelerine kadar birçok alanda kullanılmıştır. 1938 yılında Roy Plunket koruyucu bir kaplama olarak politetrafloretini (PTFE) veya bilinen adı ile teflon u geliştirmiştir. Bu malzeme atom bombasının üretiminde de kullanılmıştır (Farrelly, 2012, s.173-174).



Şekil 15 : O2 Arena (PTFE) Teflon Çatı Kaplaması

Kaynak: <http://www.kingfisheraps.co.uk/wp-content/uploads/2015/01/DBexamples-001.jpg> adresinden 16.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Cam donatılı plastik olarak bilinen GRP cam lifini yapısal eleman olarak kullanmaktadır ve epoksi reçineler ile bağlanır. Düşük termal iletkenliğe sahip ve hafif bir malzeme olan GRP ilk kez 1940 lı yıllarda uçak üretiminde ve 1950 li yıllarda tekne yapımında kullanıldığı da bilinmektedir.



Şekil 16 : Switch Restoran

Kaynak: <https://adrianasassoon.com/switch-by-rashid.jpg> adresinden 17.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Dubai’de bulunan Switch restoran iç mekanı tamamen saran sürekli ve dalgalı yapıya sahip duvarlardan oluşan güçlü, simetrik, yumuşak ve organik özellikte restoranın bulunduğu coğrafyanın fiziksel özelliklerini yansıtacak bir biçimde tasarlanmıştır. Bu tasarım plastik hammaddenin kalıba dökülmesi ile elde edilmiştir. Karim Rashid’e ait bu tasarım plastik malzeme ile yapılabileceklerin sınırsız olduğunun bir kanıtı niteliğindedir.

Etilen tetrafloretillen ya da bilinen yaygın kısaltması ile ETFE son dönemlerde kullanımı yaygınlaşmış hafif, sağlam, saydam ve termal performansa sahip bir plastiktir. Genellikle çok fazla doğal ışık gerektiren geniş açıklığa sahip yapılarda kullanılmaktadır. Yakın zamanda İngiltere’de bulunan Eden Project ve Çin’de bulunan Pekin Ulusal Su Sporları Merkezinde kullanılmıştır.

3.2.9. Akıllı Malzemeler

Akıllı malzemeler motor ya da algılayıcı sistemler vasıtasıyla değişen çevre koşullarına tepki verebilen ya da uygun karşılık üretebilme yetisine sahip malzemelerdir. Bu malzemeler renk değiştirecek, ısı değişimlerine tepki verecek, hatta çevrelerine uyum sağlamak için biçimlerini değiştirecek ölçüde ileri teknoloji kullanılarak tasarlanmışlardır. (Farrelly, 2012, s.164).



Şekil 17 : Bloom

Kaynak: https://pi.tedcdn.com/r/pe.tedcdn.com/images/ted/be8bc8941155fcc0f96e25910d486ef6611e4a1c_1600x1200.jpg?w=1200 adresinden 17.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Mimar Doris Kim Sung tarafından geliştirilen bloom adı verilen termo-bimetal malzemenin altındaki fikir binaların dışı, yani derisi insan derisinde daha çok benzemeli ve onun gibi doğaya uyumlu ve dinamik olmalıdır düşüncesidir. Bu malzeme ısıya farklı tepkiler veren farklı iki metalden üretilmiş deneysel bir yapı malzemesidir. Sıcaklık değişimine tepki verebilmesi için farklı bir enerji kaynağına ya da kumandaya ihtiyacı yoktur (Kushner, 2016, s.145).

Mimari uygulama bağlamında akıllı malzemelerin belirlenmesinde fotokromatik pencereler de yer alabilir. Bunlar ışığa maruz kaldıklarında saydamdan renkliye doğru değişirler ve ışık azaldığında ya da dengelendiğinde yeniden saydamlığa dönerler. Bir başka örnek olarak enerjiyi bir kaynaktan diğerine dönüştüren ve çoğunlukla güneş pillerinde veya panellerinde kullanılan fotovoltaiik malzemelerin mimariye dâhil edilmesidir (Farrelly, 2012, s.173).

Doğal organizmaların özelliklerini taklit eden biyomimetik tabanlı malzemeler de akıllı malzemeler kategorisinde değerlendirilmektedir. Bir bitkinin su toplama ya da fotosentez yaparak enerji üretme becerisini taklit edecek biçimde tasarlanmış biyomimetik malzemeler mimari alanda kullanılarak bitkiye ait beceriler yapıya uyarlanabilir. Mikroskobik ölçekte tasarlanan nano malzemeler de özel koşullara yanıt vermeleri amacı ile tasarlanmıştır. Örneğin duvar içerisine gömülü elektrik devresinin kullanılması yolu ile ışığı yansıtıyormuş gibi görünebilir. Farklı bir örnekte nano teknoloji bir cephe boyası kendi kendini temizleyebilir.

Akıllı malzemeleri yapılarda etkin olarak kullanmak için malzemenin sunduğu estetikten çok özelliklerini ve kapasitesini bilmeye ihtiyacımız vardır. Bir yapıda geleneksel malzemeler kullanıldığında eskiseler ya da renkleri solsa bile sabit görünümüleri olacaktır fakat akıllı malzemelerin zaman içerisinde daima değişen çevre içerisinde düşünülmesi gerekmektedir. Akıllı malzemelerin mimaride kullanılması akışkan ve değişken koşullara uyum sağlayacak bir mimari üretmemize olanak tanıyacaktır (Farrelly, 2012, s.164).

Akıllı malzemeler konusunu bir ileri seviyeye taşıyarak araştırmalar yapan MIT üniversitesinden bir grup bilim insanı, doğayı yepyeni bir şekilde teknoloji ile birleştiren bir yapı inşa etmek amacı ile 6500 adet canlı ipek böceği ile bir deney gerçekleştirmişlerdir. İpek böceklerine metal bir konstrüksiyon üzerinde izleyecekleri yolu gösteren robotik bir kol tasarlanmıştır. İpek böcekleri yapının üzerinde serbest bırakıldığında ışık, ısı ve geometriye tepki vererek etraflarındaki ortamı yansıtan desenler üretmeyi başarmışlardır. Sonuçta ortaya çıkan kubbe, araştırmacıların daha önce hiç hayal edilmemiş fiber yapılar tasarlayıp üretmelerine olanak tanıyan yeni bir yapım tekniği üretme olanağı bulmuşlardır (Kushner, 2016, s.145).

Bu yapı şimdilik deneysel aşamada kalmasına rağmen gelecekte böcekleri işçiler gibi kullanabileceğimizi ortaya çıkarmıştır. Gelecekte yapı işçileri yerine yapılan tasarımı istenilen yerde inşa edebilecek canlılar eğitilebilir ve yapı tamamlanıncaya değin kontrol etme gereği ortadan kalkabilir. Bilgisayar destekli hesaplamalardan insan ve dolayısı ile

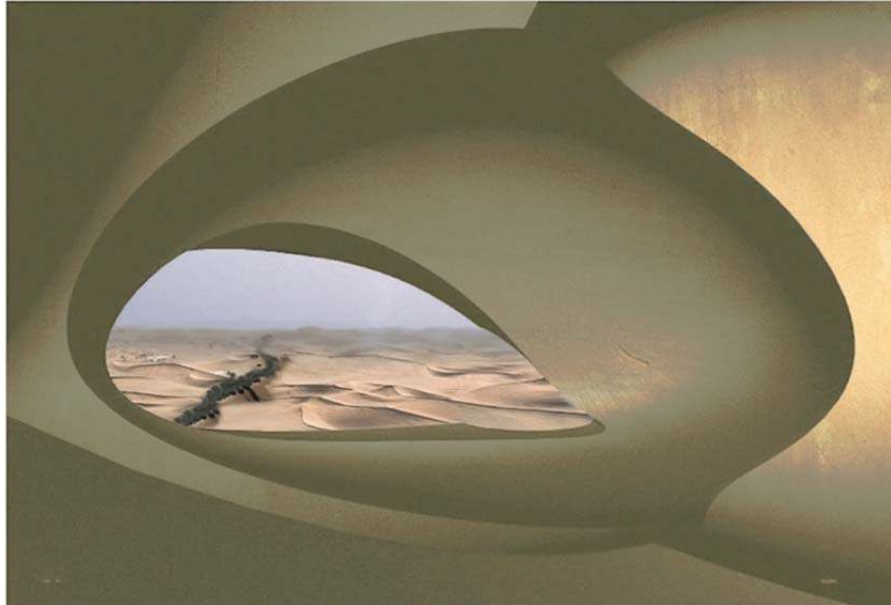
hata faktörü ortadan kalktığına ve uygulayıcısı bire bir itaat eden inisiyatif almayan canlılar olduğunda ortaya çıkan ürününün de kusursuza yakın olacağı öngörülebilir.



Şekil 18 : Silk Pavillion

Kaynak: <https://i.ytimg.com/vi/eCG0M6T5sMU/maxresdefault.jpg> adresinden 19.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

İpek böcekleri tarafından inşa edilen silk pavillion yapısına benzer olarak Büyük sahra çölünde üzerinde yaşanabilir sağlamlıkta alanlar bulunmaktadır fakat bu alanlar insan eli ile yapılmamıştır (Kushner, 2016, s.146).



Şekil 19 : Dune

Kaynak: https://www.researchgate.net/figure/The-schematic-view-of-DUNE-by-Magnus-LARSSON-taken-from-Flicker_fig1_324081060 adresinden 19.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Bu alanlar çöl kumunu kumtaşına çevirebilen bir bakteri yardımı ile üretilmiştir. Biyolojik bir reaksiyonla doğal yollardan üretilmiş kumdan bir yapı olan Dune adı verilen oluşumun ardında yatan fikir bataklıklardan gelen *Bacillus pasteurii* adlı bakteriyel bir mikroorganizmanın kumu taş çevirebilme yeteneğidir. Bir haftadan kısa bir sürede içinde yaşanılabilir bir yapı oluşturabilen bakteri çölde yaşamak zorunda kalan mülteciler için hızla mesken yaratmaya elverişli yeni olanaklar sunmaktadır (Kushner, 2016, s.146).

3.3. Malzeme Yönünden Doğayı Taklit Eden Tasarımlar

Tasarımı uygulamaya aktarma aşamasında malzeme hayati bir öneme sahiptir. Yapılan tasarım ancak doğru malzemeler kullanılarak üretilirse işlevsel olacaktır. Gerek geleneksel malzemeler gerekse günümüzün ileri teknoloji kullanılarak üretilmiş malzemelerinde doğayı taklit etme eğilimi sıkça karşımıza çıkmaktadır. Geleneksel malzemelere göre farklı avantajları bulunan malzemelerin tasarımında doğanın zorluklarla başa çıkma becerileri taklit edilmektedir. Çünkü doğada bulunan materyaller insanlığın ihtiyaç duyduğu hafiflik, sağlamlık, sürdürülebilirlik, enerji üretimi gibi birçok konuda üstün özelliklere sahiptir. Ayrıca doğa esinli malzemeler ile sadece işlevsellik anlamında değil görsel estetik anlamında da çözümler sunabilmektedir. Bu anlamda biyomimetik biliminin yenilikçi malzeme tasarımında önemli bir yeri bulunmaktadır.

Bilim Teknik dergisinin araştırma grubunda bulunan Gülgün Akbaba doğadaki varlıkların üstün özelliklerinden ve insanlığın bu özellikleri ne şekilde kullanabileceklerinden şu şekilde bahsetmiştir;

“Geleneksel seramik ve cam malzemeler, hemen her gün kendini yenileyen teknolojiye ayak uyduramaz hale geldi. Bilim adamları bu boşluğu doldurabilmek için çalışmalar yapıyorlar. Doğadaki yapıların mimari sırları yavaş yavaş çözülmeye başlandı... Tıpkı doğadaki bir midye kabuğunun kendi kendini yenilemesi ya da yara almış bir köpek balığının derisinde gerçekleşen onarım gibi, teknolojilerde kullanılan malzemeler de kendi kendini yenileyebilecek. Daha sert, sağlam, dayanıklı, üstün fiziksel, mekanik, kimyasal ve elektromanyetik özelliklere sahip olan bu malzemeler, örneğin uzay araştırmalarında roket, uzay mekiği, uydu taşıyıcıları gibi araçların atmosfer giriş ve çıkışlarında gereksinim duyulan yüksek sıcaklıklara dayanıklılık ve hafiflik özelliklerini taşıyor. Kıtalararası

ulaşım için geliştirilmesi planlanan süpersonik dev yolcu uçakları çalışmalarında da ağırlıkça hafif ve yüksek sıcaklıklara dayanıklı malzemeler gerekiyor. Tıpta örneğın yapay kemik üretiminde gereksinim duyulansa, süngerimsi görünüşü, sert yapıyla dokusu doğala olabildiğince yakın malzemelerdir.”

Doğadan esinlenilerek üretilmiş malzemeler ya da yapılar esinlenilen varlığın sadece biçimi ile ilgili değıldir. Esin kaynağı olan varlığın davranışları, kimyasal yapısı, dış etkilere karşılıklı geliştirilen özellikler gibi birçok unsur malzeme tasarımı yapılırken doğayı örneklemede kullanılmaktadır.

Doğayı taklit eden malzemelerden neredeyse en bilineni nilüfer yaprağının kir tutmama özelliğinin çeşitli malzemelerde kullanılmasıdır. Nilüfer yaprağında suyu itme yeteneğine sahip yapışkan kristaller araştırımcı Wilhelm Barthott tarafından bulunmuştur. Yaprak üzerindeki tümsekli yapı toz benzeri kirlatici materyalleri yüksekte tutmakta ve bu sayede su ile kolayca yapraktan uzaklaştırabilmektedir. Bu özellik yapılarda dış cephe boya ve kaplamalarına uygulanarak kendi kendini temizleme yeteneğı cephelerde uygulanmak üzere kurgulanmıştır. Bu yetenekten esinlenilen özellik lotus etkisi olarak bilinmektedir. Seramik, cam, ahşap, tekstil gibi kirlenme eğilimi olan malzemelere kir tutmama özelliğı kazandırmak amacı ile kullanılmaktadır.



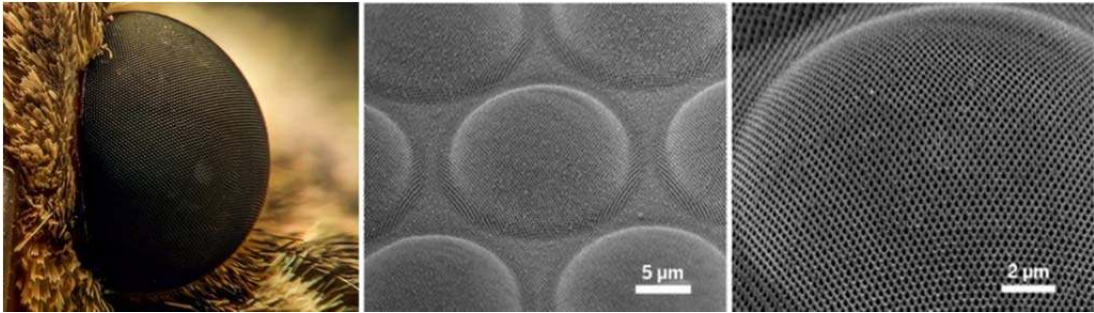
şekil 20: Lotus Etkisi ve Lotus Bitkisi Yaprğı

Kaynak: <https://tr.pinterest.com/pin/13370130113837741/> adresinden 17.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

Autotype adlı bir araştırma-geliştirme topluluğı, güve gözünde bulunan, mikrostrüktürlerin ışığı yansıtmayan aksine en üst seviyede toplayabilen özelliğini keşfetmişlerdir. Bu keşiftten ilham alarak yapay bir doku geliştirmişlerdir. Bu yansıması olmayan dokuyu cep telefonu, tablet, bilgisayar ekranı gibi yansıma sorunu olan yüzeylere uygulayarak sözü edilen ekranlar üzerinde yansıma olmaksızın

kullanılabilmesini ve buna ek olarak da ekranın görüntülenen alanını aydınlatmak için belirli oranda nispeten daha az ışık kullanılması buna bağlı olarak da pil ömrünün uzamasını sağlamışlardır (The Economist, 2005). Bu sayede yansıma gibi görüntü kalitesinin insan gözüne tam olarak ulaşmasını engelleyen bir sorunu ortadan kaldırırken aynı zamanda da enerji tasarrufu sağlamışlardır.

Doğanın verdiği ilham problemlerin çözümüne uygulanırken birçok defa farklı problemlerin çözümünü de birlikte getirmiştir. Güve gözünün yapısından ayrıca güneş panellerinin verimliliğini artırma amacı ile de faydalanılmıştır.



Şekil 21: Güve gözü ve ekran teknolojisi

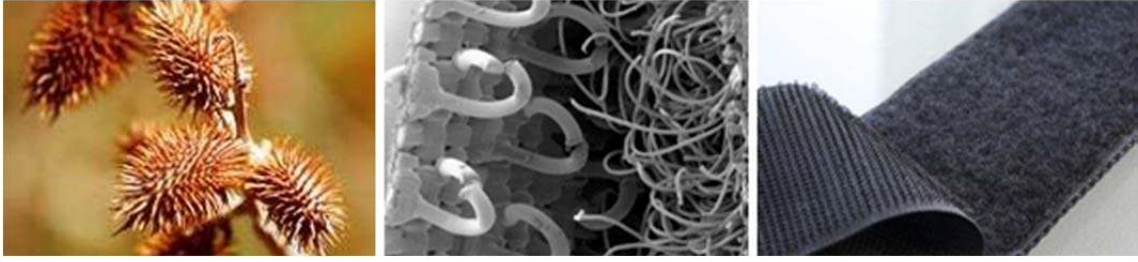
Kaynak: <https://www.greenoptimistic.com/moth-eyes-solar-cell/> adresinden 18.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

Böcek gözlerinden ilham alınarak geliştirilen görüntü teknolojilerine bir örnek de Toyota firmasının geliştirdiği gece görüş sistemidir. Çeşitli böcek gözlerini inceleyen bilim insanları bu organlarda bulunan kristalleri araç camlarına uygulayarak gece görüşünü daha iyi hale getirmeye çalışmışlardır (Popular Science, 2010).

Doğada var olan malzemeler bulundukları doğal çevre içerisinde varlıklarını sürdürebilecek ölçüde özellikler ile donatılmışlardır. Örneğin “Abalone” adlı deniz canlısının kabuğu günümüzün yüksek teknolojisi ile üretilen seramiklerden ortalama iki kat daha dayanıklı olduğu bilinmektedir. Örümceğin ağ örmek için kullandığı ipeğin çelikten neredeyse 5 kat daha sağlam olduğu yapılan araştırmalar sonucu ortaya çıkmıştır. Midyelerde bulunan yapışkan maddenin ise tuzlu su içinde dahi etkisini koruyabildiği görülmüştür. (Perlman, 1997, s.22).

Biyomimetik biliminin en çok bilinen bir diğer örneği de cırt-cırt adı verilen malzemedir. Bu malzeme yapısal yönden doğayı taklit eden malzemelere de örnek olarak gösterilebilir. İsveçli bir mühendis ve avcı olan Georges De Mestral (1907- 1990), 1948 yılının av sezonunda kırsal alanda köpeğiyle yürürken, pıtrak otu olarak bilinen Xanthium Spinosum bitkisinin meyvelerinin av pantolonunda bulunan yünlü bölümlere ve köpeğinin

tüylerine yapıştığını görmüştür. Bunun üzerine bitkiyi incelemeye başlamıştır.



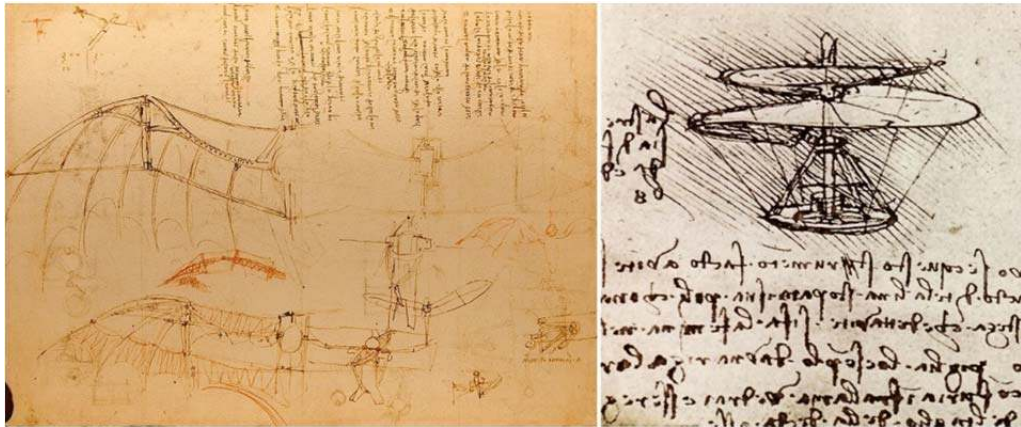
Şekil 22: Pıtrak otu bitkisi ve cırt-cırt teknolojisi

Kaynak: <http://www.nasilyap.net/cirt-cirt/> adresinden 18.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

Mikroskobik düzeyde bakıldığında pıtrak otu meyvelerinin yüzeyinde yüzlerce minik kanca biçiminde oluşumlar dikkat çekmektedir. Bu bulguların sonucunda De Mestral bitki yüzeyindeki benzer şekilde küçük ve esnek plastik esaslı malzemelerden üretilen kancalardan oluşan velcro bağı üretmiştir.

3.4. Yapısal Yönden Doğayı Taklit Eden Tasarımlar

Tasarımda yapısal yönden doğadan esinlenme alanında yapılan çalışmalardan en bilinenleri Leonardo Da Vinci'nin özellikle kuşkanatları üzerinde yaptığı çalışmalar ve bu çalışmalara bağlı olarak uçan makineler ve bu makineler için parçalar tasarlamasıdır.



Şekil 23: Leonardo Da Vinci eskizleri

Kaynak: <https://tr.pinterest.com/pin/93027548537229657/> adresinden 18.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

Da Vinci sadece hayvanlardan değil bitkilerden ve doğada bulunan birçok varlıktan esinlenerek çeşitli tasarımlar yapmıştır. Tasarımları kendi döneminde uygulanamamış olsa da gelecek tasarımcılara doğadan esinlenme anlamında ilham

kaynağı olmuştur. Ayrıca Da Vinci; Doğa yerine doğadan başka bir modelden ilham alanlar boşa çabalar demiştir (Altugeti.com, 2014)

Mimari tasarım ile strüktür arasında ayrılmaz güçlü bağlar bulunmaktadır . Mimarlık kavramının mimarlık kavramının ortaya çıktığı günden bu yana oluşturulan bütün tanımları içerisinde de bu bağdan bahsedilmektedir. Romalı bir mimar olan Vitruvius'un başarılı bir mimarlık için söylediği Firmitas, Utilitas, Venustas yani sağlamlık, kullanışlılık, güzellik kavramları da bu bağ destekler niteliktedir. Rönesans İtalyasında Vitruvius'un bu tanımı, Comodità, Perpetuita, Bellézza yani "kullanışlılık, süreklilik-kalıcılık, güzellik" şeklinde benimsenmiştir. Bülent Özer, mimarlık özelinde, Rus mimar Felix Novikov'un ortaya attığı tanımı geliştirmiş ve şu tanıma dönüştürmüştür; Mimari = Fonksiyon x (Strüktür+Konstrüksiyon) x Sanatsal Değer (Hasol, 2011, s.144).

Strüktürü meydana getiren öğelerin biçimi de mimaride hayati öneme sahiptir. Doğadan esinlenen yapı tasarımlarında doğanın kendine has sağlamlığı ve sürdürülebilir yapısı mimari çözümleri kolaylaştırmak amacı ile mimarlar ve tasarımcılar tarafından sıkça kullanılmaktadır.

Mimari anlamda biyomimetliği belirgin olarak kullanan ve bu günki ismi ile olmasa da biyomimetik prensibini kullanan 19.Yüzyıl mimarlarından Antoni Gaudi:

"Atölyemin hemen dışındaki ağaç benim akıl hocamdır" demiştir ve benzersiz yapılarının mimarisini şu şekilde açıklamıştır; Eğer doğa Tanrı'nın yapıtıysa ve eğer mimari formlar doğadan ilham alıyorsa bu durumda Tanrı'yı onurlandırmanın en güzel yolu mimariyi onun yapıtlarına benzetmek olacaktır" Demiştir.



Şekil 24: Sagrada Familia klisesi (Antoni Gaudi)

Kaynak: <https://es.aleteia.org/2016/10/23/12-edificios-religiosos-que-no-hay-que-perderse/> adresinden 18.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

Gaudi yapılarının ortak özelliği doğanın bir parçası gibi görünmeleridir. Bazı yapılarda insan iskeletinin parçalarının hem formları hem de iskelet parçalarının çalışma prensipleri bina strüktürlerine uygulanmıştır.

Pekin’de bulunan ulusal stadyum hem biçim olarak hem de yapıyı ayakta tutan strüktür prensibi olarak kuş yuvasından esinlenmiştir.



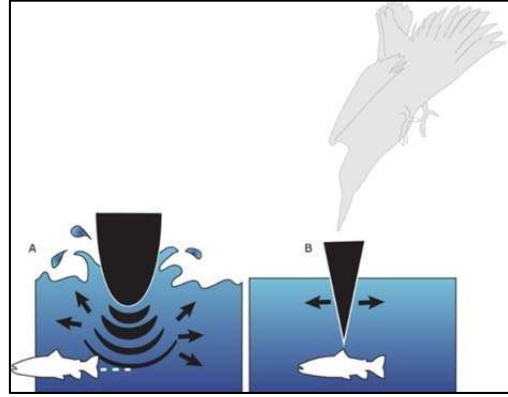
Şekil 25: Pekin Ulusal Stadyumu ve kuş yuvası

Kaynak: <https://dekopano.com/dogadan-esinlenerek-tasarlanmis-10-yapi-dpp-214#&gid=1&pid=3> adresinden 22.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

Kuş yuvasından ilham alan tasarım güçlü fakat hafif strüktürel yapısı ile dikkat çekmektedir. Kullanılan çelik konstrüksiyon sismik hareket yoğunluğu bulunan bölgede yapıya kazandırdığı esneklik ile deprem sarsıntılarına karşı mukavemet sağlamıştır.

Japonya’daki Shikansen Bullet treni saatte 350 km hıza çıkabilmesi dolayısı ile

Dünyanın en hızlı demiryolu taşıtlarından biridir. Tren tünellerden geçerken hava basıncı oluşturması nedeni ile büyük bir gürültü çıkarmaktaydı. Bu durum çevredeki yerleşik sakinleri rahatsız etmekteydi. Tren mühendisleri doğada iki ortam arasında sarsıntısız ve sessiz bir şekilde geçiş yapabilen varlıkları araştırmaya başladılar. İçlerinde kuş gözlemcilerinin de bulunduğu bir ekip yalıçapkını kuşunun gaga yapısı sayesinde suya hızlı ve sessiz bir şekilde avı olan balıkları korkutmadan dalış yapabildiğini fark ettiler.



Şekil 26: Yalıçapkını Kuşunun Sivri Gagası ve Suyu Dalış Hareketi

Kaynak: <https://asknature.org/strategy/beak-provides-streamlining/#.WrjWXS5uaUk> adresinden 24.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

Yalıçapkını kuşunun gaga yapısını trenin ön ve arka kısmına uygulanmış ve sadece ses problemi giderilmemiş aynı zamanda %10 daha hızlı hale gelmiştir. Ayrıca %15 daha az elektrik tüketimi ile daha tasarruflu hale gelmiştir (asknature.org).



Şekil 27: Yalıçapkını kuşu ve Shinkansen Treni

Kaynak: <http://rt-bi.nl/social-responsibility/biomimicry/kingfishers/> adresinden 24.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

3.5. İşleyiş Yönünden Doğayı Taklit Eden Tasarımlar

Biyomimetik doğadan sadece malzeme, strüktür, biçim gibi özellikleri taklit

etmekle sınırlı bir alan değildir. İşleyiş prensibi açısından da doğayı taklit eden doğadan ilham alan tasarımlar bulunmaktadır. Katarda yapılmış olan Kent ve Tarım Bakanlığı binası kaktüs bitkisinin kabuğundaki iğneli yapıdan esinlenilerek tasarlanmıştır. Kaktüs bitkisinin bu özelliğinin kullanılması yapının içerisindeki nem ve sıcak-soğuk dengesini sağlama amaçlıdır. Bina kabuğunda yer alan gölgelikler otonom bir şekilde açılıp kapanarak bina içerisine nüfuz eden güneş ışığı ve ısıyı düzenleyerek kontrol altında tutmaktadır. Bina bu kabuk sayesinde estetik bir görüntü vermekle birlikte binanın mekanik faaliyetleri de alt seviyelerde tutulmuştur. Genel hatları ile bina bulunduğu özel çevrede sürdürülebilir bir çözüm üretmesi amacı ile kaktüs bitkisinin doğada göstermiş olduğu hayatta kalma becerisi taklit edilmiştir (Maglic, 2012, s.53).



Şekil 28: Katar Kent ve Tarım Bakanlığı binası

Kaynak: <https://newatlas.com/qatars-giant-cactus-biomimicry/10993/> adresinden 02.02.2018 tarihinde edinilmiştir.

Preston İngiltere’de Moxon Architect tarafından tasarlanan bir ofis binası kirpilerden esinlenilerek tasarlanmıştır. Binanın dış cephesi aynı doğrultuda yerleştirilmiş alüminyum paletlerden oluşmaktadır. Kirpilerden esinlenilen tasarım estetik bir görüntüye sahip olurken aynı zamanda da kullanıcının bakış açısına göre farklı görsel illüzyonlar yaratabilmektedir. Fakat alüminyum paletlerin amacı sadece görsellikle sınırlı kalmamaktadır. Cephe kaplaması yağmur ve güneş kırıcı olarak görev yaparken aynı zamanda sabah ve kış güneşinin binaya doğal aydınlatma sağlarken yaz güneşinin binaya kontrollü bir şekilde alınması sağlanmıştır. Bu sayede yapının ısı kaybı ve ısı ihtiyacı optimize edilmiştir (Yedekçi, 2015, s.56).



Şekil 29: Preston Ofis Binası

Kaynak: <https://www.e-architect.co.uk/manchester/preston-office> adresinden 02.02.2018 tarihinde edinilmiştir.

Yapının kırıdan esinlenen görünümü ve tasarım prensipleri yapının enerji etkin bir tasarım ürünü olarak ortaya çıkmasını sağlamıştır (Yedekçi, 2015, s.73).

İşleyiş yönünden doğayı taklit eden makine düzeyindeki tasarımlar arasında fotovoltaiik panelleri de gösterebiliriz. Güneş paneli olarak bilinen enerji üretim araçları bitkilerin güneşten enerji elde ettikleri fotosentez sisteminin bir taklidi olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca hayvan ve böcek gözlerinde bulunan UV filtrelerinin gözlük ve araç camlarında kullanılması da biyomimetik tasarımın işleyiş yönünden doğayı taklit etme prensibine uygun örnekler arasındadır.

3.6. Biyomimetik Tasarım Örneklerinin Değerlendirilmesi

Biyomimetik teriminin daha iyi anlaşılması amacı ile incelenen mimari ve endüstriyel tasarımlarının birleştiği ortak nokta kendi kendine organize olabilen ve sorunların üstesinden gelmek için yöntem geliştirmede uzman olan doğadır. Seçilen örneklerde doğa biçim, işlev, davranış ve toplu hareket şeklinde taklit edilerek kullanılmıştır. Bir kuş yapısının incelenmesi biçim problemi çözerek aynı kuşun hareket ederken kullandığı davranış da tasarımın işleyiş probleminin üstesinden gelebildiği görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında doğadan ilham alınarak üretilen biyomimetik tasarımlar hedeflenen sorunu çözmenin yanı sıra farklı disiplinlerde de kullanılabilir hale gelmektedir.

Biyomimetik çözümler tasarımların biçimini, işlevini, malzemesini oluşturacağı gibi enerji verimliliğini, havalandırma problemlerini, kendi kendini yenilme becerisini de oluşturabilir. Mühendislerin araştırmalarına sıkça konu olan doğanın enerji tasarruflu olması günümüz dünyanın enerji ihtiyaçlarını gidermede kullanılacak yeni tekniklerin

doğa prensiplerini taklit etmek üzerine kurulu olduğunun bir göstergesidir. Güneş panelleri ile enerji üretimi bitkilerin fotosentez ile enerji üretmelerinin bir taklidi olması açısından biyomimetik tasarımın mühendislik alanında iyi bir örneği olarak nitelendirilebilir.

3.7. Biyomimetik Tasarım Sürecinin İrdelenmesi

Temelde çıkış noktası doğa olan biyomimetik, disiplinler arası etkileşimin çok yoğun olduğu bir alandır. Mimarlık, mühendislik, tıp gibi disiplinlerin biyoloji ve diğer doğa bilimleri ile olan etkileşimi her disiplin için farklı oranlarda ve farklı aşamalarda gerçekleşmektedir. Bu açıdan bakıldığında biyomimetik tasarım konusunda farklı disiplinlerin farklı yöntem ve süreçleri olduğu söylenebilir. Fakat temel anlamda biyomimetik düşünme ve tasarım süreci içerdiği temel prensipler açısından değerlendirildiğinde bütün tasarım disiplinlerinde aynı olacaktır.

Biomimicry 3.8 topluluğu tarafından 2015 yılında oluşturulan “biomimicry design lens” adlı görsel kılavuzda biyomimetik düşüncenin nerede, nasıl ve niçin kullanıldığına dair bir görsel üzerinden açıklamalar yapılmıştır. Bu açıklamaya göre biyomimetik düşünce sistemi herhangi bir tasarım ölçeğine veya disipline uyum sağlayabilmektedir. Temelde kapsam belirleme, keşfetme, yaratma (oluşturma) ve değerlendirme aşamalarını barındıran bu düşünce sistematığının amacı her aşamadaki belirli adımları takip ederek doğadaki yaşam stratejilerini insan tasarımına uyumlu hale getirmektir.

Tablo 2

Biyomimetik düşünme sistemi

	SÜREÇ	İŞLEM		
1	KAPSAM BELİRLEME	TANIMLAMA	BELİRLEME (İŞLEV)	BİRLEŞTİRME (DOĞADAN PRENSİPLER)
2	KEŞFETME	KEŞFETME	SOYUTLAMA (BİYOLOJİK STRATEJİLER)	
3	YARATMA	AKIL YÜRÜTME	TAKLİT ETME (TASARIM İLKELERİ)	
4	DEĞERLENDİRME	ÖLÇME		

Biyomimetik düşünce sisteminin yola çıkılarak oluşturulan biyomimetik tasarım süreci grafiğinde ise keşfetme aşamasından başlayarak tasarımın sonucuna giden

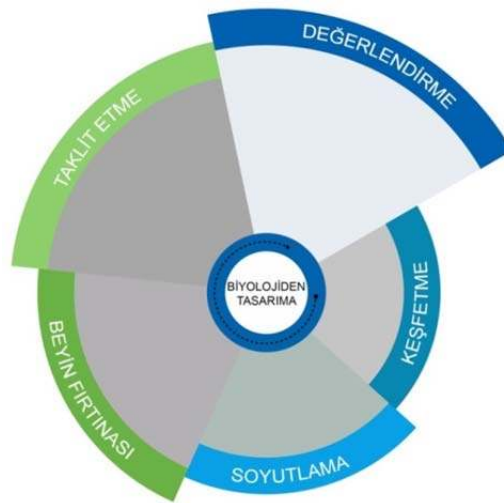
diğer adımlar ifade edilmiştir. Bu adımlar ilgili disipline göre farklılık gösterebileceği gibi yeni adımlar eklenebilir ya da adımların sıralaması değişebilir.

Tablo 3

Biyomimetik tasarım süreci adımları

ADIM	İŞLEM
1	KEŞFETME (DOĞAL MODELLER)
2	SOYUTLAMA (BİYOLOJİK STRATEJİLER)
3	BELİRLEME (İŞLEV)
4	TANIMLAMA (BAĞLAM)
5	AKIL YÜRÜTME (DOĞA ESİNLİ PRENSİPLERLE TASARIM)
6	BİRLEŞTİRME (DOĞADAN PRENSİPLER İLE MEVCUT TASARIMI)
7	TAKLİT ETME (TASARIM İLKELERİ)
8	ÖLÇME (DOĞA PRENSİPLERİNİ KULLANMA)

Biyomimetik enstitüsü tarafından hazırlanan eğitim materyalleri arasında biyomimetik ile ilgili tasarım prensipleri detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Ayrıca bu eğitim materyalleri kuruluşundan bu yana düzenlenen biyomimetik tasarım ve fikir yarışmasında da eğitici kaynak olarak kullanılmaktadır. Şekil 29 ve 30'da bulunan grafik anlatımlar biyomimetik enstitüsü tarafından oluşturulan temel prensipleri ifade etmek amacı ile kurgulanmıştır. Söz konusu bu anlatımlarda biyomimetik tasarım sürecindeki biyoloji ile tasarım arasında yer alan adımlar iki farklı yöntem şeklinde ele alınmıştır. Birinci yöntem biyolojiden tasarıma olarak adlandırılmaktadır. Bu yöntem doğada bulunan veya keşfedilen örneklerin faydalı tasarımlar haline gelebilme potansiyelinin değerlendirilmesi ile gerçekleşmektedir.



Şekil 30: Biyolojiden Tasarıma

Biyolojiden tasarıma olarak adlandırılan teknik doğada bulunan canlıları ve ekosistemleri inceleyerek erişilen verileri konunun uzmanı biyologlar ile görüşmeler yaparak ya da konu ile ilgili veri tabanlarında araştırma yapılması ile başlamaktadır. Daha sonra erişilen verilerin kitleler tarafından daha iyi anlaşılabilmesini sağlamak ve tasarımlara uygun hale getirmek amacı ile belirli oranda biçim ya da ana fikir soyutlaması yapılmaktadır. Üçüncü aşama ilk iki aşamadan elde edilen verilerin tasarım ya da düşünce ekipleri tarafından tartışılmasını ifade etmektedir. Bu aşamada ekibe konusunda uzman biyologlar, mühendisler, mimarlar, tasarımcılar gibi farklı disiplinlerden bakış açıları eklenmelidir. Biyomimetik biliminin çok disiplinli bir anlayış olmasından dolayı farklı fikirler ile zenginleşen düşünceler ve tasarımlar ortaya çıkmaktadır. Taklit etme aşamasında önceki katmanlarda elde edilen veriler sürdürülebilirlik, çevrebilim, verimlilik gibi kavramlar gözetilerek doğadaki işleyişe benzer taklitler yapılmaktadır. Örnek vermek gerekir ise doğanın verimliliğinin taklit edildiği bir çalışmada verimliliği sağlayan unsurlar değerlendirilir ve insan yapımı tasarımlara uygulanmaya çalışılır. Bu taklit biçim, malzeme veya işleyiş açısından yapılabileceği gibi birçok farklı prensip te bir arada kullanılabilir. Doğanın zenginliği göz önüne alındığında taklit yapılacak unsurların sayısını ifade etmek bir hayli zor olacaktır. Son aşama olan değerlendirme aşamasında yapılan tasarımın ya da ortaya atılan görüşün sınırları belirlenir, tasarımın beraberinde getireceği kolaylık ve sorunlar gözden geçirilir, doğa ile olan ilişkisi ve taklit etme aşamasında saydığımız kavramlar açısından irdelemesi yapılarak süreç sona erdirilir.

Biyomimetik enstitüsü araştırmacılarının hazırladığı eğitim materyallerinde yer alan ikinci teknik ise biyolojiye sorma olarak anlatılmaktadır. Bu teknik aranan çözümlerin doğadaki örneklerin sistematik bir şekilde araştırılmasını ve incelenmesini ifade etmektedir. Tasarımcının belirlediği bir problemin çözümüne yönelik araştırmaların yapıldığı bu yöntemde tasarımcı daha fazla söz sahibidir.



Şekil 31: Biyolojiye sorma

Biyolojiye sorma yöntemi belirleme olarak adlandırılan bölüm ile başlamaktadır. Bu bölümde tasarımın hangi probleme çözüm getireceği sorusu cevaplanır. Bu şekilde işlev belirlenmiş olur. İşlevin belirlenmesinin ardından çalışmanın ana hatlarının çizileceği tanımlama bölümü ile devam edilir. Tanımlama bölümünde yapılan tasarımın sürdürülebilir olması, enerji verimliliğinin olması ve yenilikçi olması gibi unsurlar tasarımın ana hatlarına dâhil edilmektedir. Biyoloji ile ilişkilendirme bölümünde tasarımda kullanılacak prensiplerin doğada ne şekilde gerçekleştiği incelenir. Doğada kendiliğinden oluşan durumların tasarıma nasıl adapte edileceği konusu üzerinde çalışılan aşamadır. Yapılacak tasarım biyoloji ile ilişkili hale geldikten sonraki aşama keşfetme aşamasıdır. Bu aşamada biyoloji kaynaklarından ve biyologlardan faydalanılmaktadır. Tasarım için doğada belirlenen varlıkların aranan fonksiyonları nasıl gerçekleştirdikleri detaylı bir şekilde incelenir. Biyoloji ile ilgili kaynak teşkil eden veri tabanlarından karşılaştırmalı araştırmalar yapılır. Soyutlama aşamasında belirlenen doğal varlıklar arasında veya belirlenen varlığın kendisinde bulunan özellikler tasarıma uygun hale getirilmek için sadeleştirilmektedir. Soyutlama aşamasında kullanılan örnekler biyoloji konusunun dışına çıkarak tasarım ögesi haline dönüşmektedir. Taklit etme ve değerlendirme aşamaları Şekil 30'da gösterilen ve devamında açıklanan adımlar ile aynı özellikleri göstermektedir. Süreç tasarımın değerlendirilmesi ile tamamlanmış olur.

Biyomimetik süreci yedi temel adımla ifade edilmiştir fakat incelenen varlığa veya yapılacak tasarıma göre bu temel adımların yanı sıra farklı adımlar da süreç içerisine dâhil edilebilir. Biyomimetik tasarım sürecinde de durum aynı olacaktır. Belirlenen bir probleme çözüm getirmek amacı ile üzerinde çalışılan tasarımda belirlenen adımlar

izlenirken ortaya çıkan bir sorun tasarımın çıkış noktasına doğru geri beslemeler yapacaktır. Edinilen yeni veriler üzerinde çalışılan probleme ait tasarım spiriline yeni adımlar olarak eklenecektir. Buradan yola çıkarak biyomimetik tabanlı her tasarımda temel adımlar takip edilirken yeni adımların eklenmesi de kaçınılmaz olacaktır.



BÖLÜM IV

MİMARİ TASARIMDA BİYOMİMETİK YAKLAŞIM

Genel olarak biyomimetik tasarım üç farklı seviyede gerçekleşmektedir. Birinci seviye doğadan aktarım yapılacak canlının dış görünümü gibi basit özelliklerinin araştırılıp aktarıldığı organizma seviyesidir. İkinci seviye aktarım yapılacak canlının hareketleri ve kendine has özelliklerinin belirlenerek taklit edildiği davranış seviyesi ve üçüncü seviye de canlının doğal ortamındaki konumu, diğer canlılar ile olan ilişkileri gibi canlı topluluğunun genel olarak ele alındığı ekosistem düzeyidir (Benyus, 1997, s.30).

Dr. Maibritt Pedersen Zari, Benyus'un görüşünden farklı olarak biyomimetiğe iki ana fikir şeklinde yaklaşmaktadır. Birincisi tasarımın biyolojiye bakması olarak adlandırdığı insan ihtiyaçlarını ve tasarım problemlerini doğaya bakarak çözmektir. İkinci fikir biyolojinin tasarımı etkilemesi olarak adlandırdığı organizmanın ya da ekosistemin davranışlarının tasarıma aktarılmasıdır. Zari'nin görüşü tasarım problemleri doğada aranır ya da tasarım direkt olarak doğadan alınır şeklinde açıklanabilir.

Benyus'un öne sürdüğü organizma, davranış ve ekosistem seviyelerin her birinde doğa taklidinin yapılabileceği beş farklı seviye daha bulunmaktadır. Söz konusu bu seviyeler birincisi biçim, ikincisi malzeme, üçüncüsü yapı, dördüncüsü süreç ve son seviye de işlev olarak sıralanmaktadır (Zari, 2007, s.2).

BIYOMİMETİK DÜZEY	BİR BİNANIN TERMİTLERİ TAKLİT ETMESİ	
Organizma düzeyi	<i>Biçim</i>	Bina termite benzer.
	<i>Malzeme</i>	Bina termitle aynı malzemeden yapılır. Malzeme termit kabuğunu taklit eder.
	<i>Yapı</i>	Bina termitin oluşum şekli ile aynı yoldan yapılır.
	<i>Süreç</i>	Bina termit organizmasıyla aynı şekilde çalışır.
	<i>İşlev</i>	Bina daha geniş anlamda bir termite benzer. Örneğin termitlerin geri dönüştürme yetenekleri taklit edilir.
Davranış düzeyi	<i>Biçim</i>	Bina bir termit tarafından yapılmış gibi görünür. (örneğin termit kulesi)
	<i>Malzeme</i>	Bina termitin kullandığı malzemeden yapılır. (örneğin işlenmiş ince toprak)
	<i>Yapı</i>	Bina termitlerin uyguladığı yapım teknikleri ile inşa edilir.
	<i>Süreç</i>	Bina termit yuvasının çalışmasını taklit eder. Ya da termitlerin birlikte nasıl çalıştıklarını taklit eder.
	<i>İşlev</i>	Bina termitler tasarından yapılmış gibi işler.
Ekosistem düzeyi	<i>Biçim</i>	Bina içerisindeki yaşam termit ekosistemindeki yaşama benzer.
	<i>Malzeme</i>	Bina bir termit ekosisteminin meydana geldiği aynı tür malzemeden yapılır.
	<i>Yapı</i>	Bina bir termit ekosisteminin kurulma sistemi ile inşa edilir.
	<i>Süreç</i>	Bina bir termit ekosisteminin çalışma mantığıyla çalışır. Örneğin güneşten enerji alır ve yağmurdan su depolar.
	<i>İşlev</i>	Bina termit ekosistemi gibi işler. Farklı süreçler arasındaki sistemi insan için olan bir tasarımda faydalı hale getirir.

Şekil 32: Tasarımda biyomimetik yöntem, termit örneği (Zari, 2007, s.3).

Benyus'un organizma, davranış ve ekosistem seviyelerine ek olarak tasarımın neye benzeyeceği, neyden yapılacağı, nasıl yapılacağı, nasıl çalışacağı ve ne yapacağı sorularının sorulduğu yöntem bir yapının termitleri taklit etmesi örneği üzerinden şekil 32 'de açıklanmıştır. Bu örnekte biyomimetikğin mimari tasarımda ya da mimari düşüncede hangi ölçütlerde şekillenebileceğini görmekteyiz.

Benyus'un öne sürdüğü organizma, davranış ve ekosistem seviyeleri ile Zari'nin eklediği biçim, malzeme, yapı, süreç ve işlev değerlendirmeleri biyomimetikğin seviyelerini ifade etmektedir. Tasarım alanındaki biyomimetik seviyeleri şekil 25'te grafik anlatımla aktarılmaya çalışılmıştır. Üç ana seviye birbiri ile beraber kullanılacağı gibi birbirinden bağımsız şekillerde de kullanılabilir. Bir organizmanın tümünden aktarım yapılacağı gibi yalnızca bir bölümünden ya da bir özelliğinden de faydalanılabilir. Bu durum tasarımın biyomimetik açıdan seviyelerini değiştirebilmektedir.



Şekil 33: Biyomimetik tasarım seviyeleri

Genel olarak biyomimetik tasarım yöntem ve süreçleri ilgili disipline göre farklılık göstermekle beraber izlenen yol ve yöntem açısından aynı kabul edilmektedir. Mimari tasarım alanında da izlenilecek yol biyomimetik tasarım anlayışının temelleri ile aynı olacaktır. Mimari, iç mimari ve mekân bileşeni örnekleri irdelenirken organizma, davranış ve ekosistem ana başlıkları altında değerlendirilecek daha sonra biçim, malzeme, yapı, süreç ve işlev alt başlıkları altında tablolar halinde tekrar ele alınacaktır.

4.1. Mimari Örnek ve Yaklaşımlar

Biyomimetik tasarım alanında her geçen gün yeni fikirlerin ortaya çıkması bu yaklaşımın çok hızlı bir şekilde yaygınlaştığının göstergesidir. Yapılan araştırmalar sonucu keşfedilen yeni teknik ve malzemeler yapılan tasarımların uygulanabilirliğini artırmaktadır. Fakat doğa ve biyomimetik tabanlı tasarımların birçoğu uygulamadan ziyade fikir aşamasında kalmaktadır. Mimari tasarım alanında da durum aynıdır. Doğadan esinli biyomimetik tasarımların bazıları günümüzün gelişen malzeme ve üretim tekniklerine rağmen inşa edilememektedir. Bu açıdan bakıldığında insan tasarımı üstün teknolojisine rağmen doğanın gerisinde kalmaktadır. Mimari alanda doğadan esinlenen örneklerin inceleneceği bu bölümde mimari, iç mimari örnekler birlikte ele alınacaktır. Ayrıca cephe, çatı, tavan ve malzeme gibi mekânı oluşturan öğelere de bu bölümde yer verilecektir. Yalnızca üretilen veya inşa edilen örnekler değil, geleceğe yönelik yenilikçi fikirler barındırmaları açısından uygulanmamış tasarım ve yaklaşımlar da incelenecektir.

4.1.1. Eden Projesi

Mimari alandaki biyomimetik tasarım örneklerinin en bilineni diyebileceğimiz Eden projesi İngiltere'nin Cornwall bölgesinde bulunan bir bitki serasıdır. Tasarımı Nicholas Grimshaw ve ekibi tarafından 1996 yılında yapılmış inşa ise 2001 yılında tamamlanmıştır. En yüksek noktası 50 metre toplam kapalı alanı ise 23.000 m² olarak projelendirilmiştir (Yedekçi, 2015).



Şekil 34: Eden projesi master planı

Kaynak: https://grimshaw.global/projects/gallery/?i=573&p=96118_N52_a3 adresinden 28.03.2018 tarihinde edinilmiştir.

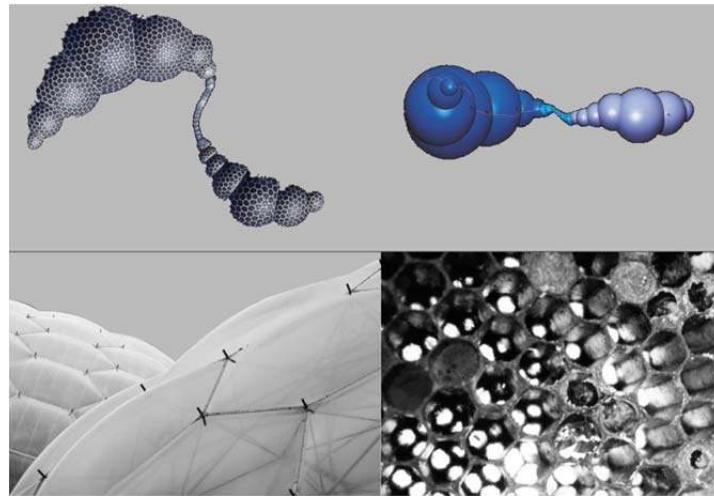
Eden projesi çekirdek tasarım yaklaşımı ile doğal olarak meydana gelen geometrik biçimler ile geliştirilmiştir. Dış kabuk ETFE (Ethylene-Tetrafluoroethylene Copolymer) adı verilen bir malzemenin altıgen biçimindeki çelik alt konstrüksiyona birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. Bu yapının ana strüktürüdür.



Şekil 35: (Ethylene-Tetrafluoroethylene Copolymer) ETFE paneller

Kaynak: https://grimshaw.global/projects/gallery/?i=573&p=96118_N52_a3 adresinden 28.03.2018 tarihinde edinilmiştir.

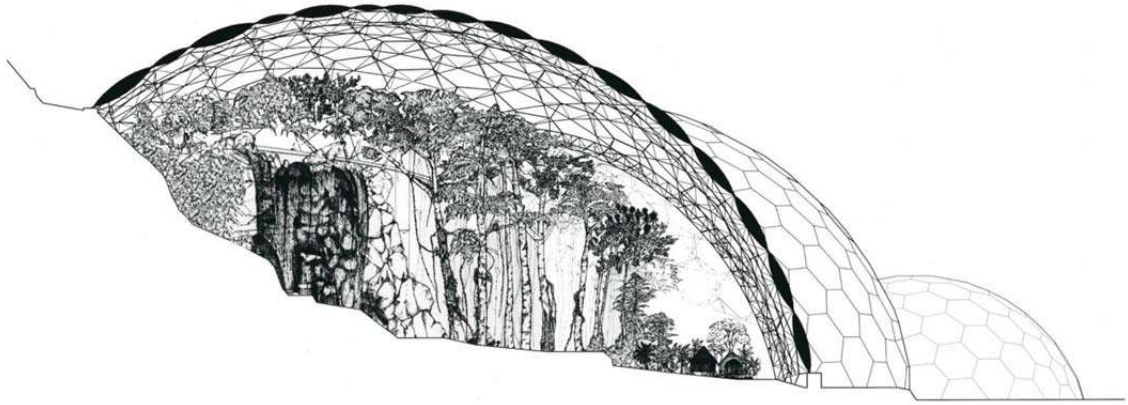
Proje uygulama alanının farklı eğimlere sahip yüzeylerinin bulunması projeye özgün şeklini kazandırmıştır. Tasarım ekibi arazi sorunsalını sabun köpüğünün dokunduğu yüzeye uyum sağlayan yapısından esinlenerek çözmüştür. Biyom olarak adlandırılan sera bölümlerinin istenilen yükseklikte olması da yine köpük karakteristiklerinin incelenmesi sonucunda sağlanmıştır.



Şekil 36: Eden projesi biyomların oluşumu

Kaynak: <http://www.exploration-architecture.com/projects/the-eden-project-biomes> 28.03.2018 tarihinde edinilmiştir.

Araziye uyum sağlaması ve istenilen boyutlarda bir araya getirilebilmesini sabun köpüğünden, güçlü strüktürel yapısını altıgen biçimindeki bal peteğinden, hafiflik ve şeffaflığını yusufoçuk kanadının yapısından esinlenen tasarım biyolojinin mimariye sağladığı faydanın bir göstergesi niteliğindedir. Sahip olduğu yenilikçi yaklaşım bu güne kadar inşa edilmiş en büyük ve an hafif jeodezik kubbe ünvanını almasını sağlamıştır. Eski bir taş ocağı arazisine kurulu olan yapı, taş ocağının duvarlarını kullanarak iç mekânda kalan bitkiler için teatral bir arka plan oluşturmuştur.



Şekil 37: Eden projesi biyomların araziye yerleşimi

Kaynak: <http://www.exploration-architecture.com/projects/the-eden-project-biomes> 28.03.2018 tarihinde edinilmiştir.

Biyomların arazi koşullarına uyum sağlayarak konumlanması iç mekânı doğal bitki örtüsü ve arazi görünümüne kavuşturmuştur. Biyomların yüksekliği ve iç mekânlardaki farklı iklimlendirme ve bitki çeşitlerinin bulunması yaratılmak istenen ekosistem ve atmosfer algısının başarıya ulaştığını göstermektedir. Oluşturulan yapay iklim ortamları biyomlarda bulunan floraya göre değişiklik göstermektedir. Ayrıca iç mekânda bitki sergilerinin yanı sıra yeme içme, dinlenme, genel amaçlı sergi gibi alanlar bulunmaktadır. Bu alanlar bulundukları biyomlarda kurgulanan iklim şartlarına sahiptir. Örneğin; tropikal, Akdeniz, karasal gibi.



Şekil 38: Eden projesi biyom iç mekân

Kaynak: https://grimshaw.global/projects/gallery/?i=577&p=96008_N189_a3 adresinden 28.03.2018 tarihinde edinilmiştir.

Bu yapay iklim çeşitliliği biyomimetik tasarımın farklı bir yönünü de ifade etmektedir. İstenildiğinde yaşama elverişli olmayan atmosferler içerisinde yapay atmosfer ve yerel iklim koşulları oluşturarak bu yeni alana uyum sağlanabilir. Ya da çöl, kutup gibi tarıma ve insan yaşamına elverişsiz alanlar bölgesel yapay iklimlendirme yöntemleri ile yaşama uygun hale getirilebilir. Doğanın kendini yenileme ve yeni koşullara ayak uydurmada geliştirdiği yetenekler değerlendirilmeli ve doğanın yöntemleri insan yapımı tasarımlara uygulanmalıdır.

Eden projesi biyomimetik açıdan değerlendirildiğinde türünün ilk örneklerden olması sebebi ile büyük önem taşımaktadır fakat tam anlamı ile kusursuz değildir. Daha önce denenmemiş bir malzeme olan ETFE ile kaplanan dış yüzeyin ömrü tam olarak bilinmemektedir. Bu açıdan sürdürülebilir bir çözüm olup olmadığı konusu belirsizdir. Ayrıca biyomlar içerisindeki havalandırmanın yetersiz olduğu bilinmektedir.

4.1.2. Eastgate Ofis Binası

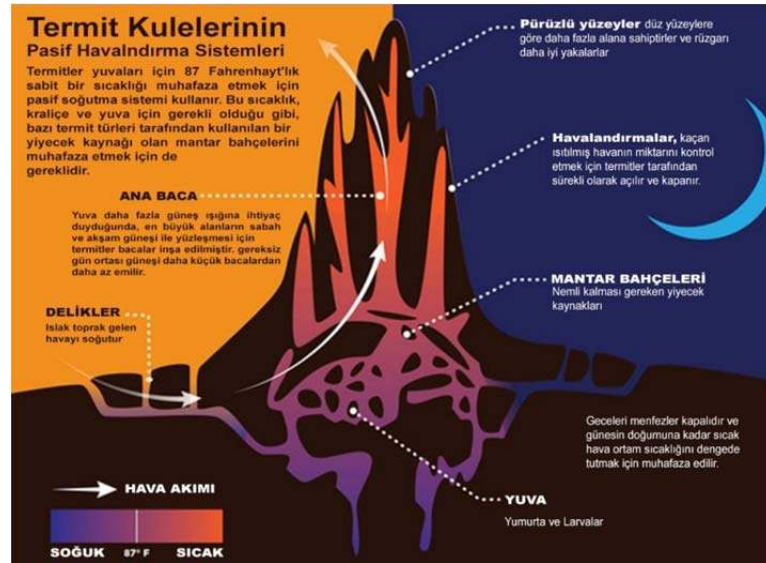
Zimbabve Harare kentinde mimar Mick Pearce tarafından tasarlanarak inşa edilen ve 21. Yüzyılın biyomimetik bilinç dâhilinde tasarlanan ve inşa edilen ilk yapısı olarak değerlendirilen ofis binasıdır. Yapının esin kaynağı “Myrmecia Michaelsoni” adı verilen akkarcınca ya da termit olarak bilinen canlının inşa ettiği tepelik şeklindeki yuvadır. Tasarımcı bölgenin iklim koşullarını ve yılın belli dönemlerinde artan nem oranını değerlendirmiş ve yapının ısıtma havalandırma problemlerinin doğal yollar ile çözülebileceğini keşfederek sürdürülebilir özellikler taşıyan Eastgate binasını tasarlamıştır.



Şekil 39: Eastgate ofis binası

Kaynak: https://archnet.org/sites/1420/media_contents/19152 adresinden 01.04.2018 tarihinde edinilmiştir.

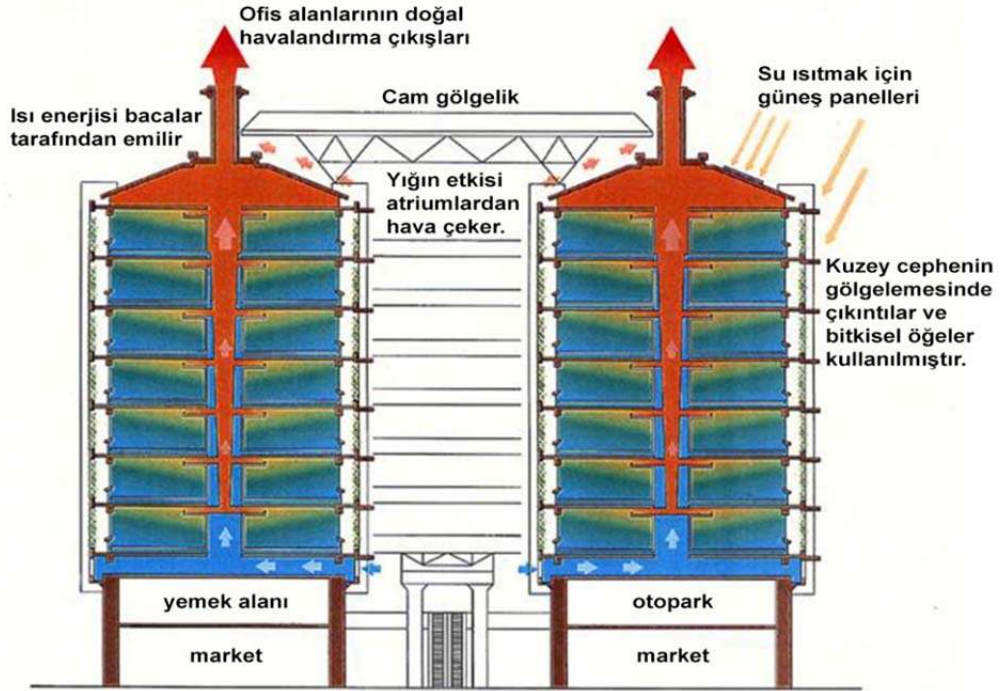
Eastgate alışveriş merkezi ve ofis binası alışlagelmiş özellikler taşıyan elektrik veya farklı yakıt kullanan bir iklimlendirme sistemi kullanmamıştır. Bunun yerine enerji tasarrufu yüksek olan bir sistem geliştirilmiş binanın şekli ve malzemesi de bu sistem ana fikrinde gelişme göstermiştir. Ana fikir yukarıda da bahsedildiği üzere termit yuvalarıdır. Bu yuvaların ısıyı dengede tutabilen yapısı Eastgate yapısında taklit edilmiştir. Termitlerin inşa ettiği kuleler gündüz sıcaklığını gece biriken soğuk hava ile dengeleme özelliğine sahiptir. Termit kulelerindeki bacalar vasıtası ile iç ortam sıcaklığı dengelenmekte ve taze hava sirkülasyonu gerçekleşmektedir.



Şekil 40: Termit kulesi ve pasif iklimlendirme sistemi

Kaynak: <http://rt-bi.nl/social-responsibility/biomimicry/macrotermite-termites/> adresinden 01.04.2018 tarihinde edinilmiştir.

Eastgate binası bu modeli temel alarak mekanik havalandırma tesisatı yerine rüzgâr destekli hava kanalları ve fanlar kullanmaktadır. Bu sistem bina inşa ve işletme maliyetinden %10'luk yani 3,5 milyon dolar seviyesinde bir tasarruf sağlamıştır (asknature.org, 2017).



Şekil 41: Eastgate alışveriş ve ofis binası pasif iklimlendirme şeması

Kaynak: <http://sites.psu.edu/abcdesigns/2014/04/11/passive-cooling-a-revolution/> adresinden 01.04.2018 tarihinde edinilmiştir.

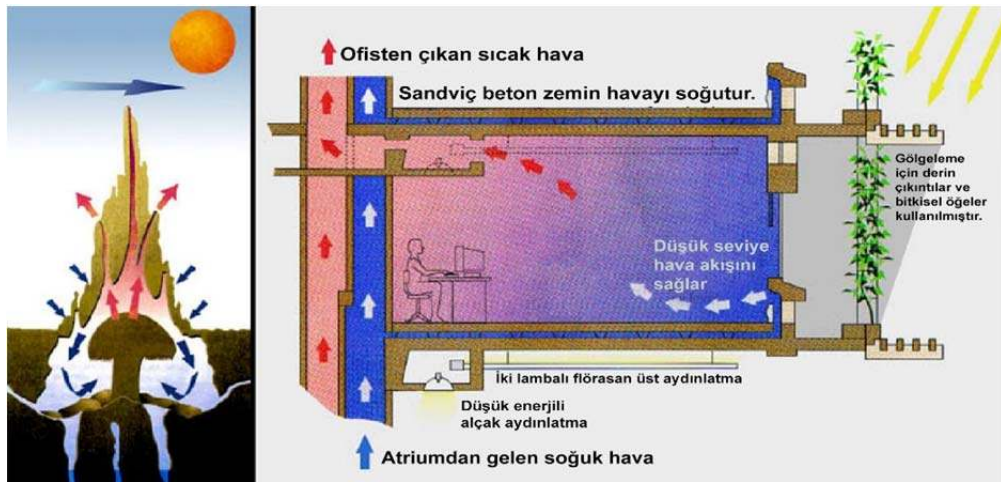
Cam bir çatı ile birbirine bağlanmış iki binadan oluşan yapının malzeme ve tasarım özellikleri de enerji korunumunu desteklemektedir. Bölgenin doğal ortamında bulunan ısı depolama ve hava salınımı sağlamaya elverişli termal performansa sahip taş malzemeler kullanılarak inşa edilmiştir. Tasarım özelliklerine bakıldığında bina cephesinde çıkıntı yapan taş elemanlar ve küçük pencereler sadece güneşten korunmayı sağlamakla kalmaz aynı zamanda geceleri gerçekleşen ısı kaybını iyileştirmek ve gündüzleri ısı artışını en aza indirmek için bina yüzey alanını artırmaktadır. Cephe çıkıntılarına yerleştirilen halkalar arasındaki sarmaşıklar da yine güneş şiddetini azaltmak amacı ile kullanılmıştır.



Şekil 42: Eastgate alışveriş ve ofis binası cephe

Kaynak: <https://asknature.org/idea/eastgate-centre/#jp-carousel-5590> adresinden 01.04.2018 tarihinde edinilmiştir.

Bina içerisinde bulunan neredeyse her hacme yerleştirilmiş hava kanalları ve bu kanalları dış ortama yönlendiren bacalar bulunmaktadır. Tavan panelleri arasında bulunan kanallar ve beton dişler arasından geçen soğuk gece havası bir önceki günün sıcak havasını ortadan kaldırmaktadır. Bir sonraki gün aynı hacimdeki hava kanallar ve beton dişler tarafından dış ortam havasına oranla 3 derece civarında düşürülür (Pierce, 2016, s.1). Çalışan bu sistem termit yuvası işleyişindeki iklimlendirmenin taklidi olduğunu kanıtlar niteliktedir.



Şekil 43: Eastgate ofis hacimlerinin iklimlendirme şeması.

Kaynak: <http://www.mickpearce.com/Eastgate.html> adresinden 01.04.2018 tarihinde edinilmiştir.

4.1.3. Biyomimetik ofis binası

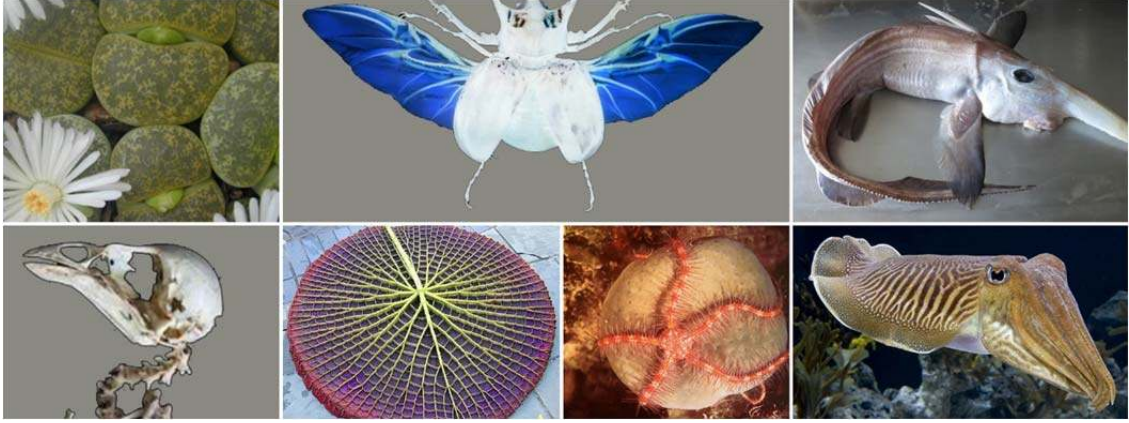
Biyomimetik ofis binası tamamıyla biyomimetik yaklaşım dâhilinde tasarlanan ilk ofis binası olarak kabul edilmektedir. Tasarımcısı mimar Michael Pawlyn olan biyomimetik ofis binası başlangıçta hiçbir kısıtlama olmadan tasarlanmıştır. Bina nereden olacağı, maliyetin ne olacağı gibi konular düşünülmemiş, sürdürülebilirlik ve enerji verimliliğine odaklanılmıştır.



Şekil 44: Biyomimetik ofis binası

Kaynak: <http://www.exploration-architecture.com/projects/biomimetic-office-building> adresinden
01.04.2018 tarihinde edinilmiştir.

Bina tasarımında ilk olarak gün ışığı çözümleri üzerinde durulmuştur. Tasarım ekibi gün ışığı çözümlerinde spookfish (hortlak balığı), yosun benzeri taş bitkileri ve bir deniz canlısı olan brittlestarlardan (yılan yıldızı) esinlenmiştir. Yapı ve yapı iskeleti tasarlanırken kuş kafatasları, mürekkep balığı kemiği, denizkestanesi ve amazon nilüferinden esinlenilmiştir. Çevre kontrolü için ilham alınan doğal varlıklar ise termitler, penguenler ve kutup ayısı kürkleridir. Güneş kontrolünü sağlamak üzere tasarlanan güneş kırıcılara da gürgen ve mimoza yaprakları ile böcek kanatları ilham olmuştur (exploration-architecture.com). Bina tasarımının hemen her noktasında doğa kendini göstermektedir.



Şekil 45: Biyomimetik ofis binasına ilham veren canlılardan bazıları

Kaynak: <http://www.exploration-architecture.com/projects/biomimetic-office-building> adresinden
01.04.2018 tarihinde edinilmiştir.

Biyomimetik ofis binası cam bir çatı ve cephenin birleştirdiği iki binadan oluşmaktadır. Tamamı ile camdan oluşan çatı ve cephe gün ışığından en üst seviyede faydalanmak amaçlanmıştır. İç mekân ve mekânı oluşturan bileşenlere bakıldığında biyomimetik anlayışın etkileri görülmektedir.



Şekil 46: Biyomimetik ofis binası iç mekân

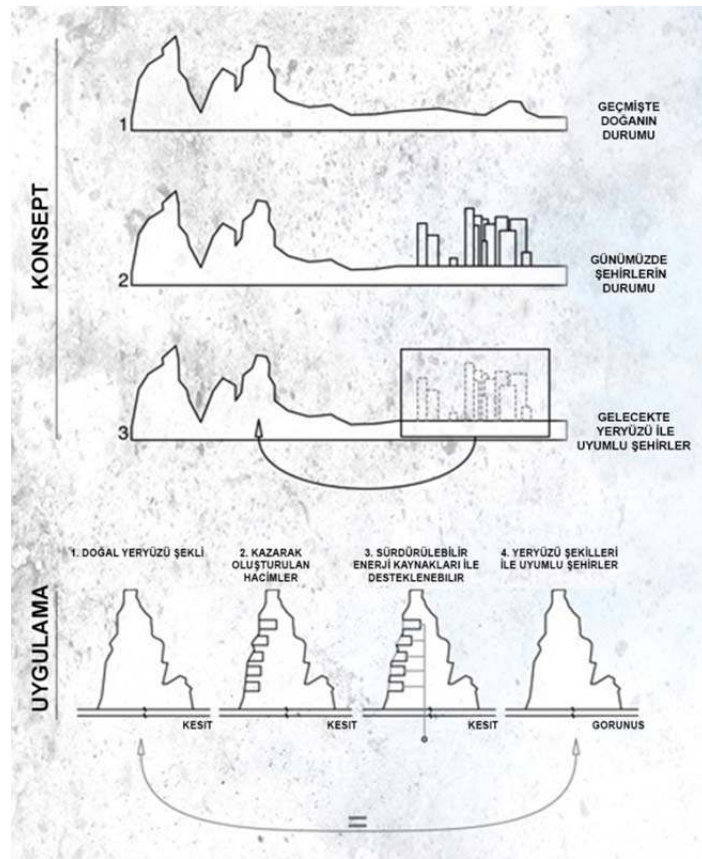
Kaynak: <http://www.exploration-architecture.com/projects/biomimetic-office-building> adresinden
01.04.2018 tarihinde edinilmiştir.

Biyomimetik ofis binası inşa edilmemiş bir tasarımıdır fakat yenilikçi yaklaşımı ile birçok tasarımcıya ilham kaynağı olmuştur. Baş tasarımcısı mimar Michael Pawlyn biyomimetik ile ilgili konferans, seminer ve söyleşilerde tasarımı üzerinden biyomimetik yaklaşımı detaylı bir şekilde anlatmaktadır. Ayrıca 2014 yılında ABD mimarlık vakfı sergisinde binaya ilham kaynağı olan canlıların araştırılmasından tasarımın son haline

kadar olan evre bir film haline getirilmiş ve sergilenmiştir. Biyomimetik tasarımın mimari disiplin ile olan ilişkisinin önemli bir örneği niteliğindedir. Biyomimetik düzeyi açısından değerlendirildiğinde ise biçim, süreç ve ekosistem seviyelerinin üçüne de sahip olduğu söylenebilir.

4.1.4. Mountain City

2012 yılında Charly Duchosal adlı tasarımcı tarafından Evolo Skyscraper Competition (Evolu gökdelen yarışması) isimli yarışma için tasarlanan mountain city (dağ şehri) şehre yapay doğallıklar kazandırmaya çalışmak yerine şehirlerin doğaya uyum sağlayabilmesini amaçlamaktadır.

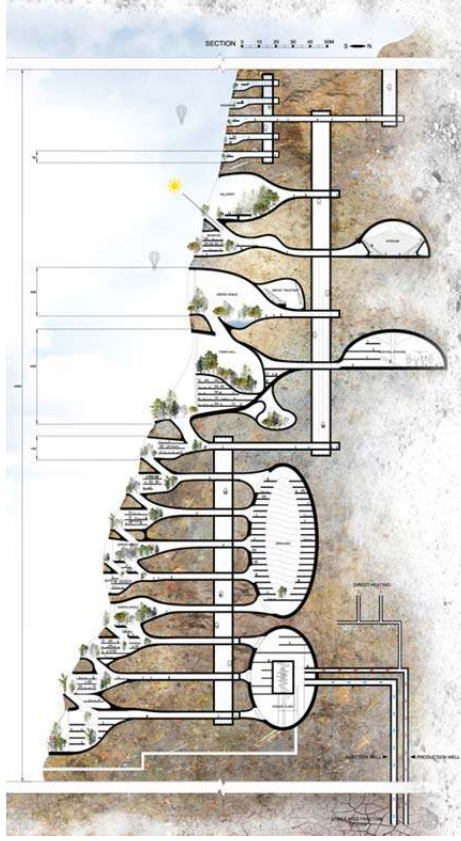


Şekil 47: Mountain city konsept çalışması

Kaynak: <http://www.evolo.us/mountain-city/adresinden> 08.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Tasarımdaki temel prensip yeryüzü şekillerinin içerisine yerleştirilen konutlar ve diğer ortak kullanım alanları ile yeşil alanları korurken yeryüzü şekillerini de muhafaza ederek doğal görünümlü yapılar elde etmektir. Tasarlanan yapı kurgusu gereği İzlanda için uygundur. Bunun nedeni 2007 yılı verilerine göre ülkenin elektrik üretiminde %66

oranında jeotermal enerji kullanılmaktadır. Jeotermal enerjinin bulunduğu damarlar üzerine inşa edilebilecek olan yapının enerji ihtiyacının direkt olarak kaynağından alınması tasarımın hedefleri arasındadır.



Şekil 48: Mountain city kesit

Kaynak: <http://www.evolo.us/mountain-city/adresinden> 08.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Her ne kadar İzlanda bölgesinin coğrafi özellikleri ve doğal kaynakları dikkate alınarak tasarlanmış olsa da aynı prensipler benzer yeryüzü şekillerine sahip coğrafi bölgelerde de uygulanabilir özelliktedir. Gerek yeşil alanları gerekse tarım arazilerini korumak için kullanılabilecek bir yerleşim fikri olarak dikkate alınması gereken bir yaklaşım olarak değerlendirebileceğimiz tasarım doğal yeryüzü şekillerinin dış görünümünü bozmadan iç mekândaki boşluklar vasıtası ile insanlara ve diğer canlılara yaşam alanları sağlamaktadır. Bu yönü ile doğada toprak altında özellikle de koloniler yaşayan canlıların yaşam ve barınma davranışlarına gönderme yapılmıştır.



Şekil 49: Mountain city cephe

Kaynak: <http://www.evolo.us/mountain-city/adresinden> 08.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

4.1.5. Palazzo Italia (İtalyan Pavyonu EXPO 2015)

Milan Expo için 2015 yılında inşası tamamlanan İtalyan pavyonu havayı temizleme özelliği ile bilinmektedir. Dış cephesi “TX Active” olarak adlandırılan titanyum oksit içeren bir çeşit çimento ile kaplı panellerden oluşmaktadır. Panellerin kaplandığı bu malzeme Gün ışığı ile etkileşime geçtiğinde hava kirliliğini yakalayıp tuz zerreciklerine çevirmektedir. Bu zararsız tuz zerrecikleri yağmurla birlikte cepheden akıp gitmektedir. Yapı çevreyi kirletmemekle beraber çevredeki kirliliği de azaltmaktadır (nemesistudio.it, 2015).



Şekil 50: Palazzo Italia (İtalyan Pavyonu)

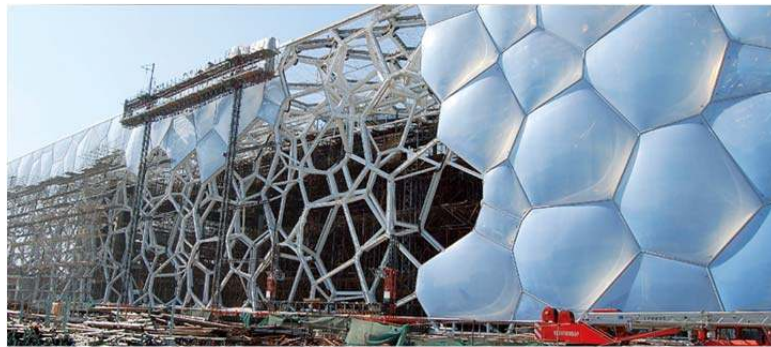
Kaynak: <http://www.nemesistudio.it/en/projects/type/culture/item/714-italy-pavilion-expo-2015-milan.html> adresinden 10.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Tasarımın ana fikrinde hava kirliliğini temizleyen ormanların çalışma prensibine yakın bir anlayış ile küçük bir oranda dahi olsa çevre kirliliğini azaltma amacı bulunmaktadır. Bu amaç doğrultusunda seçilen malzemenin yanı sıra biçimsel görüntü ile de ana fikir desteklenmek istenmiştir. Yapı kabuğunun dallanmış görüntüsü ilkel ve teknolojik görüntüyü aynı çağrıştırmakta ve tasarımın ana fikri olan kentsel orman düşüncesini de desteklemektedir.

Biyomimetik düzeyler açısından değerlendirildiğinde yapının bitki özelliklerini taklit ettiği ve bitkisel formların soyutlanarak ifade edildiği görülmektedir. Bu durum üç biyomimetik düzeyden organizma ve ekosistem düzeylerinin süreç ve işlev alt düzeylerine uyum sağlamaktadır. Biçimsel olarak ise organizma düzeyindedir.

4.1.6. Pekin Su Sporları Merkezi (Water Cube)

Yapının dış cephesi sabun baloncuklarından form bulan bir tür köpük olan “weaire-phelan” strüktürüne dayanmaktadır. Ana model bu köpüğün ortadan ikiye ayrılması ile oluşturulan dilimlerden meydana gelmektedir. Bu modelin kullanılmasının nedeni daha doğal ve organik biçimler oluşturabilmeye olanak sağlamasıdır. Su ile direkt ilişkili olan bir kullanım amacı oluşu itibari ile yapının genel görünümünün de su ile ilgili bir biçimden yola çıkarak oluşturulmasının yerinde bir gönderme olduğu düşünüldükçe tasarım kararı bu yönde alınmıştır.



Şekil 51: Pekin Su Sporları Merkezi Strüktür ve Dış cephe kaplaması

Kaynak: <http://www.water-cube.com/en/venues/development/> adresinden 12.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Organik strüktürü su veya sabun köpüklerinin oluşumuna benzer şekilde rastlantısal gibi görünmesine karşın strüktür modüllerinin ve kaplama malzemelerinin yerleşimleri için karmaşık matematiksel hesaplar barındırmaktadır. Uzay kafes iç ve dış olmak üzere iki parçadan oluşmakta olup dış cephe ve çatı tamamen ETFE (Etilen Tetrafluroetilenn) ile kaplanmıştır.



Şekil 52: Pekin Su Sporları Merkezi

Kaynak: <http://www.water-cube.com/en/venues/introduction/> adresinden 12.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Doğal biçimlerin birbirini tekrar etmeyen özgün yapılarından esinlenilerek oluşturulan strüktür doğadaki yapılara benzer olarak farklı bir desteğe ihtiyaç duymadan ayakta durabilmektedir. Taşıyıcı sistemin bu özelliği yapıda bulunan geniş açıklıklarının dikmelere ihtiyaç duyulmadan geçilebilmesine olanak tanımıştır. Biyomimetik tasarım anlayışı doğadaki varlıkların zorluklara karşı geliştirdikleri becerileri taklit ederek problemlerin çözümüne olanak sağlamak prensibini desteklemektedir. Pekin su sporları merkezi ya da diğer adı ile “su küpü” bu açıdan değerlendirildiğinde gerek biçim gerekse işleyiş açısından biyomimetik tasarım yaklaşımına uygun bir örnek niteliğindedir.



Şekil 53: Pekin Su Sporları Merkezi İç Mekân

Kaynak: <https://www.arup.com/projects/chinese-national-aquatics-center> adresinden 12.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Yapının kabuğunda ve çatıda kullanılan ETFE kaplama yalnızca doğal formların taklidi için değil enerji korunumu açısından da uygun bulunmuş ve uygulanmıştır. Bu malzeme aynı ebatlara sahip camın %1’i ağırlığındadır ve güneşin sağladığı ısıнын %20’ lik bir kısmını muhafaza ederek mekân ısıtmasında yardımcı olarak kullanıldığı

bilinmektedir. Doğa tasarrufludur ihtiyacı kadar enerji harcar ve enerji üretimine ve korunumuna yardımcı olur. Pekin su sporları merkezinde kullanılan cephe ve çatı kaplama malzemesi ışığı geçirecek bir yapıya sahiptir. Bu yapısı sayesinde mekân içerisine alınan gün ışığı yapının aydınlatma enerjisinden %55 oranında bir tasarruf sağlamaktadır (Arup, 2008).

4.1.7. Aqua Tower

2010 yılında inşası tamamlanan yapı Amerika Birleşik Devletlerinin Chicago ilinde yer alan 250 metre yüksekliğinde yeşil çatılı bir gökdelendir. Tasarım ekibi Chicago'ya bağlı Great Lake bölgesindeki kireçtaşı kayalıklarından esinlenerek ilgili yapının cephesini şekillendirmiştir.



Şekil 54: Great Lake Kireçtaşı Kayalıklar

Kaynak: <https://www.archdaily.com/42694/aqua-tower-studio-gang-architects> adresinden 12.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Kireçtaşı kayalıklarından esinlenilen bu yapıdaki anlayış yalnızca doğadan biçimsel bir aktarım değildir. Kayalık üzerinde bulunan farklı ölçülerde çıkıntı yapan katmanlar güneş ışığı altında birbirlerine gölgelik alanlar sağlamaktadır. Gang mimari tasarım stüdyosunun tasarımcıları bu özelliği yapıdaki balkonlara uygulayarak güneş ışığından faydalanmayı en üst seviyeye çıkartırken aynı zamanda gölge alanlar

yaratmayı amaçlamışlardır. Birbirlerine göre farklı mesafe ve konumlarda bulunan balkon alanlarının tasarımı panoromik görüş alanını genişletmek ve yapı kullanıcılarının sosyalleşebileceği noktalar olarak düşünülmüştür. Ayrıca yapıya uygulanan girintili ve çıkıntılı biçim rüzgâr direncini azaltarak yapısal titreşimin de önüne geçmiştir.



Şekil 55: Aqua Tower Dış Cephe

Kaynak: <https://www.archdaily.com/42694/aqua-tower-studio-gang-architects> adresinden 12.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Kayalıklardan esinlenilen yapı kabuğu tamamlandığında bulut, dalga ve göl yüzeyi gibi doğal şekilleri andırdığı görülmüş ve yapının isimlendirilmesi bu şekilde gerçekleşmiştir. 100 yapıda mimarinin geleceği adlı kitapta yazar Mark Kushner ilgili yapıdan “ufuk çizgisinde süzülen enfes bir bulut” olarak bahsetmektedir.

4.1.8. Super Trees

Singapur’da bulunan körfez bahçelerinin bir bölümü olan bu yapılar 25 ila 50 metre arasında değişen çelik iskelete sahip yapay ağaçlardır. Bu yapay ağaçlar doğada bulunan ağaçların hem soyulanmış biçimlerini hem de işleyiş prensiplerinden bazılarını taklit etmektedir. Park içerisinde bulunan diğer bitkilere ve ziyaretçilere gölgelik alanlar sağlamak geniş yapraklı ağaçların oluşturduğu ormanları taklit etmektedir fakat asıl

aktarım işleyiş prensiplerinin taklit edilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Süper ağaçlar olarak adlandırılan 19 adet yapay ağaç güneş panelleri ve pilleri ile fotosentez mantığı ile enerji üretmektedir. Gündüzleri depolanan bu enerji geceleri parkın aydınlatmasında ve ışık gösterilerinde kullanılmaktadır. Ayrıca yağmur sularını tutarak depolayan yapay ağaçlar diğer bitkilerin sulanmasında kullanılacak su miktarından tasarruf sağlamaktadır.



Şekil 56: Super Trees

Kaynak: <https://www.archdaily.com/254471/gardens-by-the-bay-grant-associates> adresinden 12.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Bir yarışma projesi sonucunda Grant Associates adlı peyzaj mimarlığı stüdyosu tarafından tasarlanan ağaçlar arasında gökyüzü yürüyüşü adı verilen bir köprü yapıları birbirine bağlarken doğadaki varlıkların birbirleri arasındaki bağlara da gönderme yapmaktadır. Gölge alanlar yaratan, fotosentez yaparak enerji depolayan ve yağmur sularının yeniden kullanımına olanak sağlayan bu yapılar doğanın tasarruflu ve üretken yapısındaki prensiplerin yapay varlıklarda yeniden yorumlanmasına iyi bir örnek niteliğindedir.

4.1.9. Lotus Tapınağı

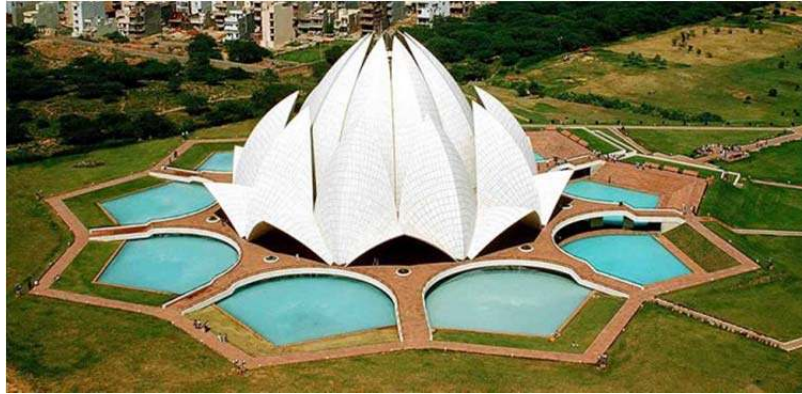
Hindistan'ın Delhi şehrinde yer alan Baihai diğer adıyla lotus tapınağı bitkilerden biçimsel düzeyde faydalanmış bir yapıdır. Lotus çiçeğinin taç yaprakları ve üst kısmındaki yapraklar soyutlanarak yapı tasarımına uygulanmıştır.



Şekil 57: Lotus çiçeği

Kaynak: <http://www.webpages.uidaho.edu/~rfrey/116lotus.htm> adresinden 13.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Tapınak yapısının en alt kısmında bulunan ve lotus çiçeğinin taç yapraklarına benzer şekilde 9 adet kanat yapının ana biçimini oluşturmaktadır. Her yöne doğru yayılım gösteren ve temelde dairesel bir form oluşturan yapı gökyüzüne doğru uzanan bir lotus çiçeğinin görünümünü andırmaktadır.



Şekil 58: Lotus Tapınağı

Kaynak: <https://sobreindia.com/2009/01/21/el-templo-del-loto-en-delhi/> adresinden 13.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Yapıda Yunanistan kökenli bir tür beyaz mermer kullanılmıştır. Bu mermer sayesinde yapı çok uzak mesafelerden fark edilirken aynı zamanda da gün batımında aldığı renkler ve ışık yansımaları ile yapının görsel estetiğini artırmaktadır. Bu yapıda bitkinin sadece biçimsel özelliklerinden esinlenilmiştir. Lotus bitkisinin bilinen en önemli özelliği kendini temizleme becerisidir. Bitkinin bu özelliğinden aktarma yapılmamıştır. Fakat lotus bitkisinin yapı tasarımı için referans alınması Baihai inancında bu bitkinin kutsal sayılmasıdır.

4.1.10. Espalande Tiyatrosu

Singapur körfez bölgesinde bulunan yapının kabuğu ve strüktür sistemi tropik iklime özgü ve sağlamlığıyla bilinen durian meyvesinin kabuk yapısından esinlenilerek tasarlanmıştır.



Şekil 59: Durian meyvesi

Kaynak: <http://www.sci-news.com/durian-genome-05302.html> adresinden 13.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Durian meyvesinin kabuğunda bulunan sivri çıkıntılar yapı kabuğunda 7000 den fazla alüminyum destekli piramit formunda camlar ile oluşturulmuştur. Bu çıkıntılar yapı ağırlığını azaltmakta ve güçlü bir strüktür oluşturmaktadır. Yapının vaziyet planındaki görüntüsü de ortadan ikiye ayrılmış bir durian meyvesinden aktarılmıştır. Doğada bulunan varlıkların özelliklerinden esinlenilen tasarımlarda davranış ya da ekosistem düzeyindeki tasarımların az olduğu organizma düzeyindeki tasarımların ise çoğunlukta olduğu gözlemlenmektedir. Espalande tiyatrosu için biyomimetik tasarım yaklaşımının organizma düzeyinde ve alt düzey olarak da biçim aktarımlı bir tasarım olduğu söylenebilir.



Şekil 60: Espalande Tiyatrosu

Kaynak: <https://guttekoret.no/gb/konsert/> adresinden 13.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

4.1.11. Münih Olimpiyat Stadyumu

Hafif asma ve germe sistemlerin mimari alandaki öncüsü sayılan Frei Otto 1972 Münih olimpiyat stadyumunun tasarımı için mimar Günther Bennish ile işbirliği yapmıştır. 1936 yılında Berlin’de yapılan olimpiyatların ardından Dünya’ya yeni bir Almanya gösterme çabası ile etkileyici bir biçim oluşturma arayışına girerek çözümü doğada aramaya başlamışlardır. Hafif asma germe sistem tasarımının doğadaki en bilinen mühendisleri olan örümcekleri incelemeye almışlar ve strüktür tasarımı örümcek ağlarından soyutlanarak şekillenmeye başlamıştır.



Şekil 61: Örümcek Ağı (Sheet web- blanket web)

Kaynak: <https://nypost.com/2012/03/07/not-snow-spider-webs-blanket-australian-countryside/> adresinden 13.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Ağaç dallarına ağ yapan bir tür örümceğin ağlarından esinlenilerek oluşturulan strüktürde örümcek ağı yerine çelik halatlar, üst örtü için kumaş ve akrilik paneller kullanılmıştır.



Şekil 62: Münih Olimpiyat Stadyumu

Kaynak: <https://www.arkitektuel.com/munih-olimpiyat-stadyumu/> adresinden 13.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Hafif bir strüktür yardımı ile ayakta duran üst örtü sürekliliğe sahip bir biçimde tasarlanmıştır. Sürekliliğe sahip asma germe sistem olimpiyat kompleksinin bütün binalarını birbirine bağlayan bir köprü görevini üstlenmiştir.

4.1.12. Filament Pavillion

Londra’da bulunan Victoria and Albert müzesinde Stuttgart üniversitesinden mimar, mühendis ve tasarımcılardan oluşan bir ekip tarafından tasarlanan ve uygulanan geçici bir strüktür olarak tanımlanabilir.



Şekil 63: Filament Pavillion

Kaynak: <https://www.designboom.com/architecture/elytra-filament-pavilion-robotic-fabrication-victoria-and-albert-museum-london-05-18-2016/> adresinden 13.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Geçici strüktür projesinin amacı yeni gelişen robotik teknolojilerinin mimariye olan etkisini ve faydasını araştırmak olarak belirlenmişti. Tasarımda bulunan modüllerin birbirleri ile olan ilişkileri ve konumlandırılması ile ilgili projelendirmeyi strüktür mühendisi ve aynı ekipten bir iklim mühendisi üstlenmiştir. Çalışma proje ekibindeki farklı meslek gruplarına mensup tasarımcıların katılımı ile multidisipliner bir projeye dönüşmüştür.



Şekil 64: Filament Pavillion

Kaynak: <https://www.designboom.com/architecture/elytra-filament-pavilion-robotic-fabrication-victoria-and-albert-museum-london-05-18-2016/> adresinden 13.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Strüktür doğada var olan hafif yapı prensiplerinden faydalanmaktadır. Tasarım eritra adı verilen böceklerin kabuksu ön kanatlarındaki ağ sistemi incelenerek oluşturulmuştur. Bu ağ sisteminin benzeri karbon fiber iplikler ile oluşturulmuş ve altıgen alt strüktüre robotlar yardımı ile parametrik teknikler kullanılarak sarılmıştır.



Şekil 65: Eritra (Sert kanatçık)

Kaynak: <https://educalingo.com/en/dic-jv/kumbang> adresinden 13.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Sert böcek kanadında bulunan ağ sisteminin benzeri karbon fiber iplikler ile oluşturulmuş ve altıgen alt strüktüre robotlar yardımı ile parametrik teknikler kullanılarak sarılmıştır.



Şekil 66: Filament Pavillion

Kaynak: <https://www.designboom.com/architecture/elytra-filament-pavilion-robotic-fabrication-victoria-and-albert-museum-london-05-18-2016/> adresinden 13.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Strüktürün belirli alanlarında bulunan sensörler sayesinde ziyaretçi ve ya kullanıcı verileri işlenerek strüktürün hangi bölgesine hangi yoğunlukta parça eklenmesi veya çıkartılması hesaplanacak ve yeni parçaların üretimi yine robotlar tarafından gerçekleştirilecektir. Başka bir deyişle strüktür yaşayan bir organizma gibi ihtiyaca ve doğal koşullara ayak uydurmak amacı ile büyüme eğilimi gösterecektir.

4.1.13. Avusturalya Belediye Meclisi Binası (CH2)

Doğanın prensiplerinden biri olan hayatta kalma içgüdüğü ve bu duygunun canlı varlıklara kazandırdığı yeni özellikler çağlardır tasarımcıların dikkatini çekmektedir. Bu binanın tasarımının altında yatan felsefe de benzer özellikler taşımaktadır. Kısaca CH2 olarak bilinen yapı doğanın kendi tasarımlarında kullandığı biyodinamik ilişkilerin mimari yapı ile bütünleşmesini amaç edinen bir tasarım yaklaşımına sahiptir. Yapının neredeyse tüm bileşenleri doğal süreçlere uyum sağlaması için tasarlanmıştır.

Yapının cephesi günün saatlerine ve güneş ışığına göre tepki verebilen dikey ahşap levhalar ile kaplıdır. Bu levhalar aydınlık ve sıcaklık seviyelerini kontrol etmek amacı ile otonom bir şekilde belirli açılarda hareket etmektedir. Doğadaki canlı varlıkların ortam değişkenlerine verdiği tepkileri taklit eden yapı levhaların hareketi için güneş enerjisinden faydalanmaktadır.



Şekil 67: CH2 (Avusturalya Belediye Meclisi Binası)

Kaynak: <http://www.mickpearce.com/CH2.html> adresinden 15.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Binanın iç mekânındaki havalandırma ve iklimlendirme için rüzgâr enerjisinden faydalanılmaktadır. Yapının tasarım felsefesini destekleyen bu sistem binanın çatısında bulunan sarı renkli rüzgâr türbinleri ile sağlanmaktadır. Rüzgâr enerjisi ile hareket eden bu türbinler bir taraftan iç mekâna taze hava sağlarken aynı anda yapı içerisinden kalitesiz havayı dışarıya atmaktadır.



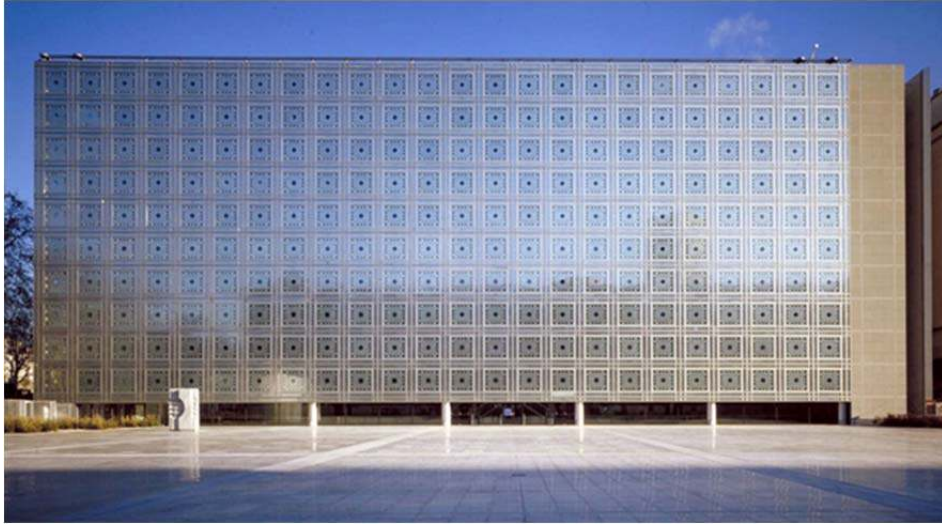
Şekil 68: CH2 (Avusturalya Belediye Meclisi Binası) Rüzgar Türbinleri

Kaynak: <http://www.mickpearce.com/CH2.html> adresinden 15.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

CH2 adlı yapı doğadan aldığı prensipler sayesinde CO2 emisyonunu % 87, elektrik tüketimini %82, yakıttan % 87 ve sudan % 72 oranında tasarruf sağlamıştır. Bina geceleri mekânlarda kalan kirli havayı boşaltır ve gündüzleri %100 temiz havayı mekânlara iletir, bina dış cephesi güneşe göre hareket eder ve en iyi aydınlanma ve sıcaklığı ayarlar, kanalizasyon suyunu kullanılabilir suya dönüştürür ve yağmur suyunu depolar. Binanın, çalışanların verimliliğini %4,9 oranında artırdığı bilinmektedir ve tasarımın sürdürülebilir özellikleri sayesinde önümüzdeki 10 yıl boyunca çok az bir miktar harcama ile ihtiyaçlarını karşılayacaktır. Başka bir deyişle yapı neredeyse canlı bir varlık gibi kendi kendine varlığını sürdürebilir özelliktedir (Pearce, 2016).

4.1.14. Arap Enstitüsü

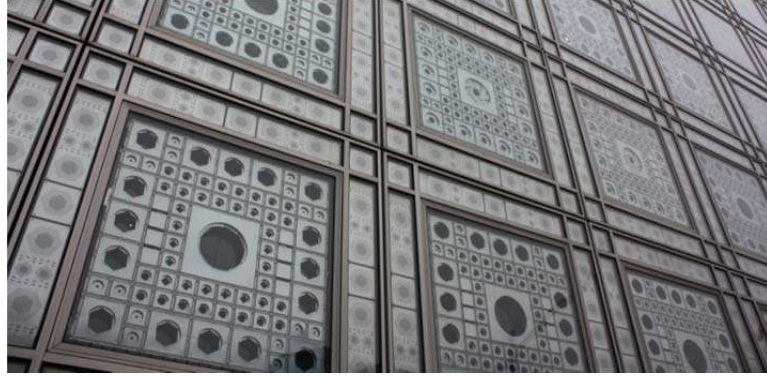
Doğadaki canlı varlıkların ortam değişkenlerine tepki vermesi içgüdüsel bir davranış olarak bilinmektedir. Bu davranış birçok kaynaktan hayatta kalma içgüdüsel olarak adlandırılmaktadır. Jean Nouvel ve ekibi tarafından tasarlanan Arap Enstitüsü de doğadaki varlıklara benzer şekilde bir ortam değişkeni olan güneşe karşı tepki vermektedir.



Şekil 69: Arap Enstitüsü

Kaynak: <http://www.mimnap.org/?p=41092> adresinden 15.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Paris’de bulunan yapının güney cephesi sıcaklık ve aydınlık seviyelerinin kontrolünü sağlamak amacıyla farklı ölçülerdeki 30.000 adet güneş ışığına göre açılıp kapanabilen metal diyafram ile kaplanmıştır (Moloney, 2007).



Şekil 70: Arap Enstitüsü Cephe Detayı

Kaynak: https://arabicparis.files.wordpress.com/2014/02/img_3876.jpg adresinden 15.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Cepheye yerleştirilen ileri teknoloji ürünü panellerin gün ışığına göre daralıp genişlemesi prensibine dayalı olarak oluşan boşluklardan iç mekâna ulaşan ışık katmanları ile değişken bir gündüz aydınlatması sağlanmaktadır. Hareketli cephe kaplamasının güney cephede bulunması binanın ısı etkilerini ve aydınlatma karakteristiklerini tek bir sistemle gerçekleştirmektedir.



Şekil 71: Arap Enstitüsü İç Mekân

Kaynak: <http://www.jeannouvel.com/projets/institut-du-monde-arabe-ima/> adresinden 15.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

4.1.15. Metropol Parasol

İspanya'nın Seville belediyesi şehir merkezindeki otoparkı ve otobüs durağını kaldırma kararı aldığı anda yetkililer ilgili alanın altında Roma imparatorluğuna ait kalıntıların bulunduğunu fark ederler ve bu bölgenin koruma altına alınması gerektiğine karar verilir. Bölge üzerinde açık, yarı açık ve kapalı sergileme alanlarının oluşturulması

ve bu bölgenin sosyal bir katalizör görevi üstlenmesi açısından bölgede inşa edilecek olan mimari yapıların benzersiz olması gerekiyordu. Bu nedenle bir mimari tasarım yarışması gerçekleştirildi ve yarışma sonucunda Jürgen Mayer tasarımı olan Metropol Parasol projesi birinci gelerek inşa edilmiştir (Kushner, 2016, s.77).



Şekil 72: Metropol Parasol

Kaynak: <https://cdn.luxedb.com/wp-content/uploads/2011/05/Metropol-Parasol-The-Largest-Wooden-Structure-in-the-World-6.jpg> adresinden 15.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Dünyadaki en büyük ahşap strüktür olarak bilinen yapı tarihi kalıntıları korurken alışveriş merkezleri ve yeme içme alanları için de alan kazandırmıştır. Ayrıca kente yeni ve benzersiz bir meydan sağlamıştır (Kushner, 2016). Dev bir mantarı andıran şekli ve çevresindeki diğer yapılarına oranla muazzam ölçüleri sayesinde ve en önemlisi canlı bir organizmayı andıran biçimsel özellikleri ile benzersiz bir strüktüre sahiptir.



Şekil 73: Metropol Parasol

Kaynak: <http://uk.phaidon.com/edit/architecture/articles/2011/may/05/seville-basks-in-the-shade-of-the-metropol-parasol/> adresinden 15.10.2018 tarihinde edinilmiştir.

Biyomimetik tasarım yaklaşımının temsilcilerinden olan Jürgen Mayer'in yalnızca biçimsel olarak aktarım yaptığı yapı mantarlardan, yaban arısı kovanlarından ve kaya yosunlarından soyutlamalar ile mimari bir tasarıma dönüştürülmüştür (Kushner, 2016).

4.2. Örneklerin Değerlendirilmesi

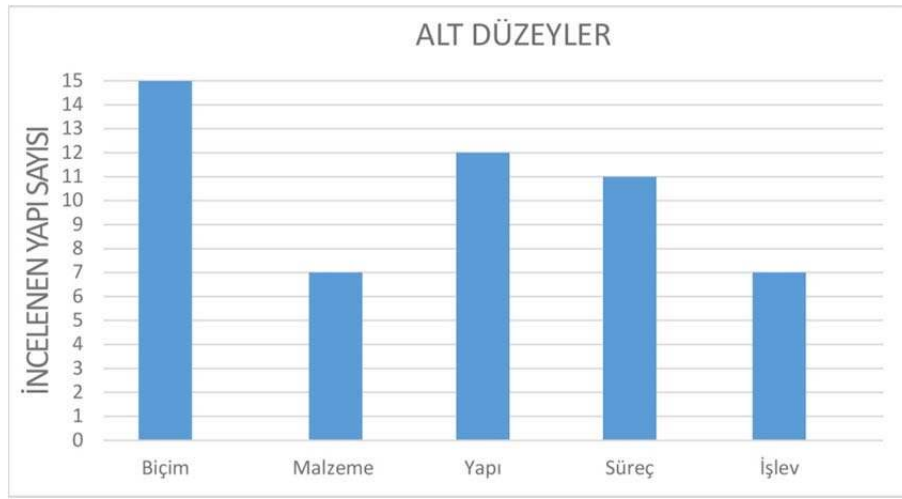
Farklı tasarımcılar tarafından tasarlanan, farklı iklim ve coğrafi koşullarda yer alan, farklı işleve sahip ve yoğunlukla farklı doğal varlıklardan aktarım yapılmış 15 adet mimari yapı incelenmiştir. Bu yapılar Benyus (1997) tarafından ortaya atılan tasarımda organizma, davranış ve ekosistem düzeylerine ve Zari (2007)'nin bu ana düzeylere ek olarak oluşturduğu ve mimari tasarımda doğadan aktarım seviyeleri olarak belirlediği (Şekil:32) biçim, malzeme, yapı, süreç ve işlev alt düzeyleri dikkate alınarak değerlendirilmiş ve analizleri gerçekleştirilmiştir. . Yapılan inceleme ve değerlendirmede mimari yapılarda ve mekanlarda biyomimetik yaklaşım yoğunlukla organizma ve davranış düzeylerinde görünmektedir. İncelenen yapıların organizma ve davranış düzeylerinde de kendi içlerinde alt düzeylerini ifade eden özellikleri bulunmaktadır.



Şekil 74: İncelenen örneklerin ana biyomimetik düzeyleri

İncelenen mimari tasarımlarda genellikle organizma düzeyinin yoğunlukta olduğu görülmüştür. Organizma düzeyi genel itibarı ile doğadan örnek alınan objenin biçimsel ifadesinin yapılara yansımaları olarak nitelendirilebilir. Davranış düzeyi organizma düzeyi kadar yüksek oranda olmasa da bazı yapılar doğadaki varlıkların yaşama prensiplerini taklit ederek davranış düzeyinde kendini göstermiştir. Ekosistem düzeyi uygulanmamış örneklerde daha sık görülmüştür.

Alt düzeylerde de yine biçimsel aktarım en üst seviyededir. Fakat organizmanın yapısından strüktür üreten tasarımcılar sayesinde yapı alt seviyesi de oldukça yaygın bir şekilde görülmektedir. Süreç düzeyinde gerek inşa gerekse yapının tamamlandıktan sonraki işleyişi bakımından bu düzeyde örnekler görülmüştür. Malzeme ve işlev düzeyleri diğer düzeylere oranla az olmasına rağmen mimari dışındaki tıp, makine, elektronik gibi disiplinlerde sıkça rastlanan bir aktarım düzeyidir. Mimari alanda da dış cephe boyaları, kaplamaları, harekete duyarlı paneller, pasif havalandırma sistemleri gibi örnekler ile malzeme ve işlev düzeylerini görmek mümkündür.



Şekil 75: İncelenen örneklerin alt biyomimetik düzeyleri

Tablo 4

İncelenen Örneklerin Biyometrik Düzeyleri

Yapı Adı	Biyometrik Düzeyler			Alt Düzeyler											
		var	yok		var	yok		var	yok		var	yok		var	yok
Eden Projesi	Organizma	X		Biçim	X		Malzeme	X		Yapı	X		Süreç	X	
	Davranış			Biçim			Malzeme			Yapı	x		Süreç		
	Ekosistem			Biçim			Malzeme			Yapı	x		Süreç		
Eastgate Ofis Binası	Organizma			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
	Davranış	X		Biçim			Malzeme			Yapı	X		Süreç	X	
	Ekosistem			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
Biyometrik ofis binası	Organizma	X		Biçim	X		Malzeme	X		Yapı	X		Süreç	X	
	Davranış			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç	X	
	Ekosistem			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç	X	
Mountain City	Organizma	X		Biçim	X		Malzeme	X		Yapı	X		Süreç	X	
	Davranış			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
	Ekosistem	X		Biçim	X		Malzeme			Yapı			Süreç	X	
Palazzo Italia	Organizma	X		Biçim	X		Malzeme			Yapı			Süreç		
	Davranış	X		Biçim			Malzeme	X		Yapı			Süreç		
	Ekosistem			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
Pekin Su Sporları Merkezi (Water Cube)	Organizma	X		Biçim	X		Malzeme	X		Yapı	X		Süreç		
	Davranış			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
	Ekosistem			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
Aqua Tower	Organizma	X		Biçim	X		Malzeme			Yapı	X		Süreç		
	Davranış			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
	Ekosistem			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
Super Trees	Organizma	X		Biçim	X		Malzeme			Yapı			Süreç		
	Davranış	X		Biçim	X		Malzeme			Yapı			Süreç	X	
	Ekosistem			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
Lotus Tapınağı	Organizma	X		Biçim	X		Malzeme			Yapı	X		Süreç		
	Davranış			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
	Ekosistem			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
Espalande Tiyatrosu	Organizma	X		Biçim	X		Malzeme			Yapı	X		Süreç		
	Davranış			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
	Ekosistem			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
Münih Olimpiyat Stadyumu	Organizma	X		Biçim	X		Malzeme	X		Yapı	X		Süreç		
	Davranış			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
	Ekosistem			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
Filament Pavillion	Organizma	X		Biçim	X		Malzeme	X		Yapı	X		Süreç		
	Davranış	X		Biçim			Malzeme			Yapı	X		Süreç	X	
	Ekosistem			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
Avustralya Belediye Meclisi Binası (CH2)	Organizma			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
	Davranış	X		Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç	X	
	Ekosistem			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
Arap Enstitüsü	Organizma	X		Biçim	X		Malzeme			Yapı			Süreç	X	
	Davranış	X		Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
	Ekosistem			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
Metropol Parasol	Organizma	X		Biçim	X		Malzeme			Yapı	X		Süreç		
	Davranış			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		
	Ekosistem			Biçim			Malzeme			Yapı			Süreç		

4.3. Üç Düzey Çeviri

Canlı organizmalardan, ekosistemlerden ve yeryüzü şekilleri dâhil olmak üzere doğal biçimlerden alınan bilgilerin tasarıma çevrilmesinde üç düzey olduğunu ve bu üç düzeyin de kendi içerisinde beş adet alt düzeyi bulunduğunu bilmekteyiz. Kuramsal araştırma yapılırken ilgili çalışmalardan bu düzeyler hakkında edinilen bilgiler doğrultusunda organizma, davranış ve ekosistem düzeylerinin ana düzeyler olduğu bilinmektedir.

4.3.1. Birinci Düzey

Biyomimetik tasarımda en düşük seviye biyolojik varlıkların biçimsel özelliklerinin direkt olarak kopyalanmasıdır. Bu çeviri seviyesi genellikle basit kopyalama olarak nitelendirilmektedir ve çoğu zaman bu seviyede olan tasarımların ana fikirlerini doğru olarak değerlendirmek zor olmaktadır. Eiffel kulesinin tasarımının uyluk kemiği içyapısından alındığı düşüncesi yaygındır fakat ilgili kaynaklarda kesin bilgilerin bulunmaması bu düşüncenin bir şehir efsanesi olduğunu düşündürmektedir (Green, 2005, s:1). Bu örnekte olduğu gibi çeşitli biyolojik varlıklardan tasarıma uyarlandığı öne sürülen ana fikirleri kapsamlı şekilde analiz edilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Kesin kanıtlara dayanmayan ve biyolojik varlıkların sadece biçimsel niteliklerinden faydalanan tasarımları biyomimetik olarak değil analogi olarak değerlendirmek daha doğru olacaktır.

4.3.2. İkinci Düzey

İkinci çeviri düzeyi kalıpların ve ilkelerin tanınması olarak ele alınmaktadır. Organizmaların temel işleyiş prensiplerini yapısal biçimlere, malzemelere, mekânsal düzenlemelere ve diğer sistemlere nasıl uygulanabileceği ile ilgilenmektedir. Çoğunlukla belirli bir organizmanın yapısı ya da işleyişi ile ilgili detaylar mikroskop lensleri altında fark edilmektedir. Bunun nedeni ilgili organizmayı daha yakından ve katmanlar halinde incelemek ile ilgilidir. Nonometre ile milimetre ölçeğindeki gözlemler genellikle malzeme üretimi ve ya işlenmesi ile ilgili bilgileri içermektedir. Milimetreden metreye kadar olan aralıktaki gözlemler çoğunlukla mimarlık ve mühendislik alanları ile ilgilidir. Örneğin mimaride strüktürler, mühendislik alanında ise mekanizmalar gibi. Metreden kilometre ve ötesine kadar olan gözlemler genellikle popülasyonlar ve ekosistemleri ifade eder ve sıklıkla iş ya da işleyiş modellerinin geliştirilmesi amacı ile kullanılmaktadır (Vincent, 2009, s.77).

4.3.3. Üçüncü Düzey Çeviri

Üçüncü çeviri seviyesi organizmaların çevreleri ve birbirleri ile olan ilişkilerini yani ekosistemlerin işleyişini öğrenmeyi amaçlar. Bu seviyede kalıplar daha soyut olarak ele alınmaktadır. İlgili ekosistemlerden alınan verilen eldeki sorun ile alakasız görünebilmektedir. Doğal ekosistemlerin aksine inşa edilmiş çevre geri dönüşümlü malzemelerden çok az faydalanan, uyarlanamayan, uyum sağlayamayan, organize bir şekilde hareket etmeyen ve tasarruf etmek yerine enerji harcayan yapay sistemlerdir. Bu bağlamda doğal ekosistemin yapay sistemlere direk olarak uygulanması gerektiği düşünülebilir fakat bu oldukça zor olacaktır çünkü doğal sistemlerde bulunan prensipler ile yapay sistemlerin gereksinimleri tam olarak birbirini karşılamayacaktır. Bunun yerine incelenen ekosistemin genel prensiplerini anlamak ve ihtiyaca göre uyarlayarak kullanmak doğru seçenektir (Frazer, 1995, s.16). Başka bir deyişle doğal ekosistemleri ve içlerinde yer alan organizmaların prensiplerini anlayarak bunları yapay olarak yeniden yaratmak üçüncü düzey biyomimetik çevirinin genel tanımı olarak adlandırılabilir.

BÖLÜM V

SONUÇ

5.1. Sonuç

Yaşamı taklit etme anlamına gelen biyomimetik bir terim olarak 1957 yılında Otto H. Schmitt tarafından ortaya atılmıştır (Bhushan,2009, s.1445). Daha sonra 1997 yılında bir biyolog olan Jennie Benyus yapmış olduğu çalışmalar ile biyomimetik düşüncesini tasarım ve mühendislik sorunlarına çözüm üretmek amacı ile doğa, tasarım ilişkisinin felsefesini, düşünce sistematığını ve işleyişini inceleyen bir yaklaşım haline getirmiştir. Böylece insanlık tarihi boyunca doğadan ilham alınarak veya taklit edilerek üretilen tasarımlar bilimsel çerçevede ele alınmaya başlamıştır. Bu doğrultuda yapılan çalışmalar, kurulan enstitüler, tasarım ile ilgili disiplinlerde yapılan diğer akademik çalışmalar ile biyomimetik ya da biyomimikri düşüncesi disiplinler arası bir bilim olarak tanınmaya başlamıştır. Biyomimetik anlamda ilk mimari örnekler arasında nilüfer çiçeğinden strüktürel yapı taklidi gerçekleştirilerek inşa edilen Kristal Saray ve uyluk kemiğinin içyapısını taklit eden Eyfel Kulesi gösterilmektedir. Fakat gerek mimaride gerekse diğer disiplinlerde doğayı taklit etmenin insanlık tarihi kadar eski olduğu söylenebilir. İnsanoğlu barınaklarını, kullanacağı araç ve gereçleri tasarlarken doğa bir çözüm ortağı olmuştur. Uçan makinalar tasarlayan insanlar kuşlardan, kazıcı makinalar tasarlayan insanlar toprak kazın hayvanları incelemişler ve onlar kadar mükemmel olmasa da kendi problemlerine çözüm bulmuşlardır. Bu tür örnekleri çoğaltmak mümkündür öyle ki günlük hayatımızda kullandığımız gelişmiş teknolojik cihazların bile milyonlarca yıldır doğada var olan canlılar örnek alınarak tasarlandıkları bilinmektedir.

Biyomimetik yaklaşımın tasarıma uygulanmasında organizma, davranış ve ekosistem düzeylerinin taklit edildiği Jenine Benyus tarafından ortaya atılmıştır. Mimari tasarımda uygulanmasında ise Maibritt Pedersen Zari tarafından 2007 yılında termit (akkarınca) ve termit yuvaları üzerinden mevcut üç düzeye ek olarak biçim, malzeme, yapı, süreç ve işlev olmak üzere alt beş düzey daha eklemiş ve mimari yada ilişkili disiplinlerde biyomimetik tasarım yaklaşımının düzeylerini belirlemiştir. Mimari disiplini için hazırlanan bu düzeyler yapılan tasarımın niteliğine göre düzeylerin değişiklik gösterebileceği de öngörülen bir durumdur.

Bu çalışma başta biyomimetik tasarımın prensiplerini algılamak, tarihi süreç içerisinde ortaya çıkışının ve gelişiminin kavranması amacı ile biyomimetik ve diğer biyo yaklaşımlar araştırılmış ve irdelenmiştir. Daha sonra mimari disiplinde öne çıkan örnekler düzey değerlendirmesine alınmış ve ortaya çıkan veriler ile organizma düzeyinde biçimsel taklit edilen örneklerin çoğunlukta olduğu görülmüştür. Daha sonra davranış düzeyinde az da olsa doğayı enerji üretmek ya da iklimlendirme çözümleri için taklit ederek kullanan örnekler de göze çarpmıştır. Ekosistem düzeyinde ise kısmi aktarımların bulunduğu ve daha çok gelecek için tasarlanmış konsept çalışmalarda ekosistem düzeyinin görüldüğü de ortaya çıkmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda doğadan alınan prensipler kullanılarak tasarım yapılması insan ihtiyaçlarına olduğu sabittir fakat gerek literatür araştırması yapılırken gerekse incelemek adına eser araştırılırken ülkemizde biyomimetik tasarım anlayışına göre tasarlanmış mimari eserlerin bulunmadığı görülmüştür. Ayrıca ülkemizde yapılan çalışmaların birçoğu teorik aşamada ya da bir araştırma çalışması olarak kalmış uygulamaya dökülmemiştir. Türkçe dilinde yazılmış örneklerde de yabancı kaynakların ezici bir çoğunlukta olduğu görülmüştür. Bu nedenle tasarım ya da diğer bilimsel çalışmaların uygulamaya dökülerek ölçülebilir deneysel çalışmalar haline gelmesi ülkemizde biyomimetik bilimi ile ilgili farkındalığın artırılması açısından önemlidir.

Sonuç olarak incelenen tasarımlar üzerinden değerlendirmeler gerçekleştirilerek analiz edilen çalışmaların biyomimetik düzeylere farklı katmanlarda uygunluk gösterdiği görülmüştür. Biçim ve işlev arayışında doğanın her türlü ihtiyaca cevap verebilecek nitelikte olduğu tekrar ortaya çıkmıştır. Biyomimetik tabanlı tasarımlar için;

- Kendi doğallığından gelen sürdürülebilir bir yapıda olduğu,
 - Olumsuz olarak değerlendirilen koşulları faydalı hale getirebileceği,
 - Günümüzün ve geleceğin problemlerine çözüm olarak doğada milyonlarca yıldır var olan prensiplerin kullanılabileceği,
 - Üretilen tasarımların değişen koşullara uyum sağlayabilecek yapıda olacakları,
 - Doğadaki prensiplerin anlaşılabilir kullanılması ile doğa ile uyumlu ve doğaya duyarlı tasarımlar üretilebileceği,
 - Enerji etkin ve çok işlevli tasarımların yapılabilmesi,
- Doğada tehlikeli olan bazı unsurların gerekli teknik çözümlerin yapılması ile faydalı hale gelebileceği görülmüştür.

Sonuçlara ek olarak ülkemizde biyomimetik anlayışta örneklerin bulunmaması ve yapılan çalışmaların azlığı düşünüldüğünde biyomimetğin tasarım disiplinlerindeki bölümlerde uygulanacak bir ders olması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. İleriki çalışmalarda tasarım disiplinlerinde biyomimetik biliminin öğretilmesi amacı ile içeriği, çıktıları ve kazanımları belirlenmiş, genel yapısı sabitleşmiş, gelişebilir yapıda, disiplinler arası çalışmaya uygun bir lisans dersi oluşturma düşüncesi ile bu çalışma devam etmek üzere sonlandırılmıştır.



KAYNAKÇA

- Akbaba, G (2002). Malzeme Biliminin Önderlerinden İlhan Aksay". *Bilim ve Teknik, Şubat 2002*, 92-93.
- Aldemir, B.C. (2014). Bina kabuğunun biçimlenmesinde doğal süreçlere dayalı üretken yaklaşımlar. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Alp, E.G. (2013). Son dönemde gelişen "yeni" mimarlık arayışları. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Arslan Selçuk, S. (2009). *Mimarlıkta boyutsuz bir parametrik arayüz tasarımı için öneri: Biyomimetik yaklaşım*. Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Bakıroğlu, Y. (2012). *Biomimicry for sustainability: An educational project in sustainable product design*. Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Baldvin, J. (2012). Geodesic Dome. *Zygote Quarterly*, 01, 31-33.
- Bar-Cohen, Y. (2006) *Biomimetics: Nature Based Innovation*. New York: CRC Press.
- Bar-Cohen, Y. (2006) *Biomimetics: using nature to inspire human innovation. Bioinspiration & Biomimetics*. New York: CRC Press.
- Barnes, C. (2007). Biomimetics: strategies for product design inspired by nature- a mission to Netherlands and Germany. *Dti Global Watch Mission Report*, 1, 40-41.
- Baumeister, D. (2014). *Biomimicry Resource Handbook: A Seed Bank of Best Practices*. Missoula: Biomimicry 3.8 Press.
- Bayazıt, N. (1994). *Endüstri Ürünlerinde Ve Mimarlıkta Tasarlama Metodlarına Giriş*. İstanbul:Gürkan.
- Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. New York: HarperCollins.
- Benyus, J. M. (2007). *A Biomimicry Primer*. [http://www.gcf.org.sa/ Documents/ Janine %20Benyus%201.pdf](http://www.gcf.org.sa/Documents/Janine%20Benyus%201.pdf), Erişim tarihi: 11.02.2018
- Beyaztaş, H.S. (2012). *Mimari tasarımda ekolojik bağlamda biçim ve doğa ilişkisi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Bhushan B.(2009), *Biomimetics: Lessons From Nature-An Overview*, *Philosophical Transactions*, Londra: The Royal Society Publishing.

- Boğa, M. (2013). *Tasarımda doğal analogi: Endüstri ürünleri tasarımı öğrencilerinin yaklaşımı üzerine bir çalışma*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Bozkurt, C. (2010). *Kinetik sistemlerle çalışan biyomimetik bir kentsel donatı tasarımı-Urbancot*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Brownell, B., & Swackhamer, M. (2015). *Hyper-Natural: Architectures New Relationship with Nature*. New York: Princeton Architectural Press.
- Chiu, I. ve Shu, L. H. (2007). Biomimetic Design Through Natural Language Analysis to Facilitate Cross-Domain Information Retrieval. *Artificial Intelligence for Engineering Design*, 21, 45–59.
- Cıgızoğlu, M. (2011). *Biyomimetik tepkisel yüzey örtüsü tasarımı için bir model önerisi: Hexa-myosis*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Colombo, B. (2007). Biomimetic design for new technological development. *University of Art and Design Helsinki. Cumulus Working Papers. Publication Series G*, 29-36.
- Demirkan, Ö.H. (2010). *Mimari tasarımda mimesis; Archiprix projeleri üzerinden mimetik bir çözümleme denemesi*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Ertaş, D. G. ve Bayazıt, N. (2004). *Strüktür ve Malzeme Özelliklerinin Endüstriyel Ürün Tasarımına Etkisi*. 2. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Farrelly, L. (2012). *Yapım + Malzeme*. İstanbul: Literatür.
- Gagg, R. (2013). *İç Mimarlıkta Doku + Malzeme*. İstanbul: Literatür.
- Geçkinli, E. (1992). *İleri Teknoloji Malzemeleri*. İstanbul: İTÜ Basımevi.
- Genç, M. (2013). *Doğa, sanat ve biyomimetik bilim*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Ginatta, C. (2010). *Architecture without architecture: Biomimicry design*. Saarbrücken: VDM- OmniScriptum GmbH.
- Gruber, P. (2011). *Biomimetics in Architecture - Architecture of Life and Buildings*. New York: Springer Press.
- Hasol, D. (1975). *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü*. İstanbul: Yapı Yayın.
- İleritürk, İ. (2016). *Mimarlık eğitiminde doğa ile ilişki bağlamında biyomimikri*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

- İmert, H. (2017). *Konaklama Mekânlarında Ekolojik Biçimleniş ve Bir Tasarım Modeli Önerisi*. Doktora tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul.
- Karabetça, A.R. (2016). *Biyomimikri destekli mekân tasarımı ölçütler ve bu ölçütlerin örnekler üzerinde incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul.
- Knudson, D. (2003). *Fundamentals of Biomechanics*. New York: Kluwe Academic Plenum Publishers.
- Korgavuş, B. (2013). *Eden Projesi: Kil Çukurundan Cennete*. <http://peyzaj.org/eden-projesi-eden-project/comment-page-424/>, Erişim tarihi: 28.03.2018
- Lee, D. ve Thompson, M. (2011). *Biomimicry: Inventions inspired by Nature*. Toronto: Kids Can Press.
- Lewens, T. (2004). *Organisms and Artifacts: Design in Nature and Elsewhere*. Londra: MIT Press.
- Maglic, M.J. (2012). *Biomimicry: Using Nature as a Model for Design*. Yüksek Lisans Tezi, University of Massachusetts Amherst, A.B.D
- Maubourguet, P. v.d.(1990). *Memo Larousse* (C.1). İstanbul: Milpa.
- Mazzoleni, I. (2013). *Architecture follows nature-biomimetic principles for innovative design*. Florida: Crc Press.
- Meadows, R. (1999) Designs from life. *Zoogoer*, 28, 286-289.
- Moloney, J. (2007), *A Framework for the Design of Kinetic Facedes, Computer Aided Architectural Design Futures*. Dordrecht: Springer Press.
- Nachtigall, W. (1998). *Bionik: Lernen von der Natur*. Almanya: C.H.Beck.
- Oakey, D. (2003). Biomimicry/ Biodesign. *BioInspire*, 2, 37-41.
- Pawlyn, M. (2016). *Biomimicry in Architecture*. Newcastle: RIBA Publishing.
- Pearce, M. (2016). *Council House 2 Melbourne*. Alındığı tarih:15.10.2017, adres: <http://www.mickpearce.com/CH2.html/> Council House 2 Melbourne.pdf Erişim tarihi:10.10.2018
- Rao, P. R. (2003). Biomimetics. *Sadhana*, 28, 657-676.
- Reed, J. (1995). Principles of Ceramic Processing, Newyork: Wiley.
- Reyssat, E. & Mahadevan, I. (2009). Hygromorphs: From Pine Cones to Biomimetics bilayers. *Journal of the Royal Society Interface*, 39, 951-957.
- Yedekçi, G. (2016). *Doğayla Tasarlamak Biyomimikri ve Geleceğin Mimarlığı*. stanbul: Mimarlık Vakfı Yayınları.

- Yıldız, P. (2014). *İç Mimarlıkta Yapay Zekâ*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları.
- Yuran, A. F. ve Taşgetiren, S. (2010). Doğadan Esinlenerek Tasarım. *BiyoTeknoloji Elektronik Dergisi*, 2, 23-30.
- Yusuf, S. (2003). *Biyomimetik-Teknoloji Doğayı Taklit Ediyor*. İstanbul: Güneş Yayıncılık.
- Yusuf, S. (2003). *Canlılardaki Teknik Üstünlük*. İstanbul: Güneş Yayıncılık.
- Zari, M. P. (2007). *Biomimetic Approaches to Architectural Design for Increased Sustainability*, School of Architecture, Victoria University, New Zealand.
- <http://bioimicryreport.blogspot.com.tr/2014/02/lotus-leaves-inspire-self-cleaning.html>
Erişim Tarihi: 13.08.2018
- <http://www.biomimicry.org/reviewstext.html>; DavidPerlman, San Francisco Chronicle, November 30, 1997 Erişim Tarihi: 16.08.2018
- <https://www.popsi.com/technology/article/2010-01/full-color-night-vision-drivers-based-insect-eyes> Erişim Tarihi: 08.06.2018
- <http://www.doganhasol.net/mimarlik-ve-struktur.html> Erişim Tarihi: 09.07.2018
- <http://www.altugeti.com/dogadan-ornek-almanin-tarihi/> Erişim Tarihi: 14.05.2018
- <http://www.doganhasol.net/mimarlik-ve-struktur.html> Erişim Tarihi: 07.08.2018
- <https://asknature.org/idea/eastgate-centre/#.WrirvGrFKUk> Erişim Tarihi: 06.03.2018
- <http://www.exploration-architecture.com/projects/the-eden-project-biomes> Erişim Tarihi: 19.09.2018
- <http://www.mickpearce.com/Eastgate.html> Erişim Tarihi: 16.02.2018
- <https://pages.stolaf.edu/bio-architecture/2015/10/27/the-biomimetic-office-building/>
Erişim Tarihi: 15.04.2018
- <http://www.evolo.us/mountain-city/> Erişim Tarihi: 14.04.2018
- <https://www.arup.com/projects/chinese-national-aquatics-center> Erişim Tarihi: 04.08.2018
- <http://www.mickpearce.com/CH2.html> Erişim Tarihi: 06.08.2018
- <https://www.sozcu.com.tr/2016/dunya/aycicekleri-gunesle-beraber-hareket-ederken-sirkadiyen-ritimleri-kullaniyor-1346372/> Erişim Tarihi: 14.08.2018
- <http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/aycicekleri-gunesi-nasil-takip-eder>
Erişim Tarihi: 18.08.2018
- <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/157242> Erişim Tarihi: 10.08.2018
- <http://www.enerjiatlasi.com/gunes-enerjisi-haritasi/adana> Erişim Tarihi: 10.10.2018

- <https://dusuneninsanlaricin.com/24-resimde-kozalaklarin-ayrintili-yapilari/> Erişim Tarihi: 19.09.2018
- <https://muhendishane.org/kozalaktan-ilham-alan-biomalzemeler/> Erişim Tarihi: 19.10.2018
- <https://bilgikapsulu.com/kozalak/> Erişim Tarihi: 20.10.2018
- <http://icd.uni-stuttgart.de/?p=5655> Erişim Tarihi: 19.10.2018
- <https://www.mathsisfun.com/numbers/golden-ratio.html> Erişim Tarihi: 19.11.2018
- <http://icd.uni-stuttgart.de/?p=7291> Erişim Tarihi: 22.11.2018
- <https://issuu.com/sebastiansong9/docs/manifesto> Erişim Tarihi: 01.11.2018
- http://www.alternaturk.org/gunespili_teknik.php Erişim Tarihi: 01.11.2018
- <https://biomimicry.org/> Erişim Tarihi: 20.11.2018
- https://asknature.org/?s=&page=0&hFR%5Btaxonomies_hierarchical.function.lvl0%5D%5B0%5D=Process%20information&is_v=1#.W_sVhDgzaUk Erişim Tarihi: 22.11.2018
- <https://news.nationalgeographic.com/news/energy/2012/04/pictures/120419-biomimicry-for-energy/> Erişim Tarihi: 25.11.2018
- <https://www.nature.com/subjects/biomimetics> Erişim Tarihi: 01.12.2018
- <http://iopscience.iop.org/journal/1748-3190> Erişim Tarihi: 01.12.2018
- <http://iopscience.iop.org/journal/1748-3190> Erişim Tarihi: 03.12.2018
- <https://web.stanford.edu/group/mota/education/Physics%2087N%20Final%20Projects/Group%20Gamma/index.htm> Erişim Tarihi: 05.12.2018

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Emre PINAR

Doğum Yeri ve Yılı: Pazar/RİZE – 1986

Lisans: Selçuk Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre
Tasarımı Bölümü /2008-2012

Mesleki deneyim: Araştırma Görevlisi, Çukurova Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç
Mimarlık Bölümü / 2014 - Halen

Yayınlar:

Pinar E., "DOĞU KARADENİZ KIRSAL MİMARİSİNDE TAŞIYICI SİSTEM
DETAYLARININ İRDELENMESİ", ASIA MINORSTUDIES, vol.6, no.1,
pp.60-74, 2018

Pinar E., "Auxiliary Spaces to Housing in Trabzon, Rize and Artvin Provinces: Paska
Example", 12th AGP Humanities and Social Sciences Conference, Prag, CEK
CUM., 4-6 Mayıs 2018, pp.46-46

Pinar E., "Researches of Vernacular Architecture in the Rural Area of Rize: Kalif
Example", 12th AGP Humanities and Social Sciences Conference, Prag, CEK
CUM., 4-6 Mayıs 2018, pp.47-47

Pinar E., "The Examination of Structural Details of Eastern Black Sea Region's
Vernacular Architecture", 12th AGP Humanities and Social Sciences
Conference, Prag, CEK CUM., 4-6 Mayıs 2018, pp.45-45

Kiliç O., **Pinar E.**, Altıparmakoglu G., Sakarya K., "Mimari Tasarım Eğitiminde Oyun
Motorları Kullanımının İrdelenmesi", 2. Uluslararası Mühendislik, Mimarlık ve
Tasarım Kongresi, KOCAELİ, TÜRKİYE, 12-13 Mayıs 2017, vol.1, no.1,
pp.159-160

Pinar E., Altıparmakoglu G., Sakarya K., "Yok Olmaya Yüz Tutmuş Bir Kırsal Mimari
Örneği; Doğu Karadeniz Su Değirmenleri", 1. Uluslararası Sanat, Tasarım ve
Moda Kongresi, GAZİANTEP, TÜRKİYE, 20-23 Mayıs 2017, vol.1, no.1,
pp.532-542

Sakarya K., **Pinar E.**, Altıparmakoglu G., "İç Mekan Duvarlarında Bitkisel Ögelerle
Desen Tasarımı", 1. Uluslararası Sanat, Tasarım ve Moda Kongresi,
GAZİANTEP, TÜRKİYE, 20-23 Mayıs 2017, pp.589-600

Pinar E., "İç Mimarlık Eğitiminde Yapay Zeka", II. ULUSLARARASI FELSEFE,
EĞİTİM, SANAT VE BİLİM TARİHİ SEMPOZYUMU, MUĞLA, TÜRKİYE,
3-7 Mayıs 2017, vol.1, no.1, pp.372-373

Altıparmakoglu G., Sakarya K., **Pinar E.**, Kiliç O., "Çukurova Üniversitesi Balcalı Kampüsünde Yer Alan Kent Mobilyalarının Ergonomi Bağlamında Değerlendirilmesi", 2. Uluslararası Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Kongresi, KOCAELİ, TÜRKİYE, 12-13 Mayıs 2017, vol.1, no.1, pp.161-162

Sakarya K., Altıparmakoglu G., Kiliç O., **Pinar E.**, "Çizgi Romandan Beyaz Perdeye: Marvel Süper Kahramanlarının Süper Mekanları", 2. Uluslararası Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Kongresi, KOCAELİ, TÜRKİYE, 13-13 Mayıs 2017, vol.1, no.1, pp.157-158

Altıparmakoglu G., Sakarya K., **Pinar E.**, "Tasarım İlkeleri'nin Mimarideki Yansımaları: Carlo Scarpa Örneği", 1.Uluslararası Sanat, Tasarım ve Moda Kongresi, GAZİANTEP, TÜRKİYE, 20-23 Mayıs 2017, vol.1, no.1, pp.555-563

Pinar E., Gürani F.Y., "Biyomimetik Tasarım Anlayışında Luigi Colani Yaklaşımı", IMSEC 2016 1st International Mediterranean Science and Engineering Congress, ADANA, TÜRKİYE, 26-28 Ekim 2016, vol.1, no.1, pp.4439-4439

Ödül:

Pinar E., BİLİM TEŞVİK ÖDÜLÜ, İKSAD, Mayıs 2017

Sanatsal Faliyetler:

Pinar E., "2. Uluslararası Multidisipliner Çalışmaları Kongresi Sergisi / Eser Adı: Adana Eskiizleri Serisi - Ulu Camii, Karma Sergi, İştirakçi, Mayıs-2018.

Pinar E., "2. Uluslararası Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Kongresi Sergisi / Eser Adı: DIMHANG, Karma Sergi, İştirakçi, Mayıs-2017.

Pinar E., "KIRMIZIYLA YAZILANLAR / Eser Adı: Günümüz, Karma Sergi, İştirakçi, Mayıs-2017.