T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK EĞİTİMİNDE DOĞA İLE İLİŞKİ BAĞLAMINDA BİYOMİMİKRİ

İREM İLERİTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR ORTAMINDA MİMARLIK PROGRAMI

DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. TOGAN TONG

İSTANBUL, 2016

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK EĞİTİMİNDE DOĞA İLE İLİŞKİ BAĞLAMINDA BİYOMİMİKRİ

İrem İLERİTÜRK tarafından hazırlanan tez çalışması .08.2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Togan TONG

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Yrd. Doç. Dr. Togan TONG

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof.Dr. Meral ERDOĞAN

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Yrd. Doç. Dr. Tuğrul Yazar

İstanbul Bilgi Üniversitesi _____

ÖNSÖZ

Tezimin her aşamasında bütün sabır ve özverisiyle bana yol gösteren, pozitif yaklaşımları ile tezimin gelişimine katkıda bulunan değerli danışmanım Yrd. Doç. Dr. Togan TONG' a çok teşekkür ederim.

Aynı zamanda yalnız tez çalışmamda değil, bütün eğitim yaşantım boyunca sabır ve destekle hep yanımda olan anneme, babama, kardeşime ve dostlarıma teşekkürü borç bilirim.

Ağustos, 2016

İrem İLERİTÜRK

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ vi

KISALTMA LİSTESİ vii

ŞEKİL LİSTESİ viii

ÇİZELGE LİSTESİ viii

ÖZET xii

ABSTRACT xiii

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1 Tezin Amacı, Kapsamı 1
1.2 Tezin Yöntemi 2
1.3 Hipotez 2

BÖLÜM 2

BİYOMİMİKRİ ve MİMARLIK 3

2.1 Biyomimikri Nedir? 3
2.1.1 Biyomimikrinin Tarihçesi 9
2.1.2 Biyomimikrinin Kullanım Alanları 12
2.2 Biyomimikri Mimarlık İlişkisi 14
2.2.1 Biyomimikrinin Mimari Açıdan Tarihçesi 15
2.2.2 Biyomimikri Mimariye Yardımcı Eleman İlişkisi 18
2.2.3 Biyomimikri Üzerine Çalışan Mimarlar ve Projeleri 21
2.3 Biyomimikrinin Farklı Disiplinlerle İlişkisi 35
2.3.1 Biyomimikrinin Sayısal Ortamla İlişkisi 35
2.3.2 Biyomimikrinin Diğer Disiplinlerle İlişkisi 36
2.3.2.1 Sürdürülebilirlik 37
2.3.2.2 Enerji 38
2.3.2.3 Robotik 40
2.3.2.4 Tıp 41

BÖLÜM 3

MİMARLIK EĞİTİMİNDE BİYOMİMİKRİ 42
3.1 Mimari Tasarım/ Mimarlık Eğitiminde Biyomimikrinin Yeri ve Önemi 42
3.1.1 Türkiye' de Mimarlık Eğitiminde Biyomimikrinin Yeri 43
3.1.2 Dünya' da Mimarlık Eğitiminde Biyomimikrinin Yeri 43
3.2 Biyomimikrinin Pozitif ve Negatif Yönleri 54
3.3 Mimarlık Eğitiminde Biyomimikriye Nasıl Yer Verebiliriz? 55
3.3.1 Eğitimde Biyomimikriyi Anlatmaya Yardımcı Uygulama 57

BÖLÜM 4

SONUÇ VE ÖNERİLER 64
KAYNAKLAR 65
EK-A 69
EK-B 74
ÖZGEÇMİŞ 78

SİMGE LİSTESİ

 Görsellik

 İşlevsellik

 Kinetik

KISALTMA LİSTESİ

BIM	Building Information Modeling
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
ICD	Instıtute for Computational Design (University of Stuttgart)
ITKE	Institute for Building Structures & Structural Design (University of Stuttgart)
MIT	Massachusetts Institute of Technology

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1 Biyomimikri Döngüsü[2]. 4
Şekil 2. 2 Biyomimikrinin Seviyeleri[3]. 6
Şekil 2. 3 Biyolojiden Tasarıma, Tasarım Spirali[8]. 8
Şekil 2. 4 Biyomimikri Tasarım Spirali[9]. 8
Şekil 2. 5 Leonardo Da Vinci'nin Uçan Makinesinin Eskizi[10]. 10
Şekil 2. 6 Geçmişten Günümüze Biyomimetik Çalışmalar[11]. 11
Şekil 2. 7 Antoni Gaudi'nin Eseri Sagra da Familia Kilisesinden Bir Kesit[13]. 16
Şekil 2. 8 Biyomimikrinin Mimari Alanlarda Geçmişten Günümüze Kullanımı 17
Şekil 2. 9 Doğadan İlham Alan Mimari Strüktürler[11]. 18
Şekil 2. 10 Victoria Zambak Yaprağı - Crystal Palace[14]. 21
Şekil 2. 11 Su Zambağı - Chatsworth Serası[15] 21
Şekil 2. 12 Uyluk Kemiği - Eyfel Kulesi[16]. 21
Şekil 2. 13 Ağaç Çiçek Tohumları - The Puridential (Guaranty) Building 22
Şekil 2. 14 Deniz Yılanı - Park Güell 22
Şekil 2. 15 Su Zambağı - Johnson Wax Binası[12][19]. 23
Şekil 2. 16 Örümcek Ağı - Münih Olimpiyat Stadyumu[20]. 23
Şekil 2. 17 Termit Yusufçuk Kanadı - Eden Projesi[21]. 24
Şekil 2. 18 Sahara Forest Project[22]. 24
Şekil 2. 19 Las Palmas Water Theatre[23]. 24
Şekil 2. 20 Dives in Misericordia Church[24]. 25
Şekil 2. 21 Durian Meyvesi - Esplanade Theater[25]. 25
Şekil 2. 22 Altın Oran Gösterimi - Philips Pavillion[27]. 26
Şekil 2. 23 Yusufçuk - Dragonfly[28]. 26
Şekil 2. 24 Yusufçuk - The Mobius Project[29]. 27
Şekil 2. 25 Biyomimetik Ofis Binası Tasarımı 27
Şekil 2. 26 Norman Foster+Partners' ınThe Gherkin Tower Eskizleri[31]. 28
Şekil 2. 27 Venüs Bitkisi Süngeri[31]. 28
Şekil 2. 28 The Gherkin Tower' ın Sayısal Ortamda Güneş Işığı Parametrelerinin Oluşumu[31]. 28
Şekil 2. 29 The Gherkin Tower'ın Sayısal Ortamda Havalandırma Sistemi Parametrelerinin Oluşumu[31] 29
Şekil 2. 30 The Gherkin Tower Uygulama Hazırlıkları[31]. 29
Şekil 2. 31 The Gherkin Tower[31] 29

Şekil 2. 32 The Gherkin Tower' ın Biyomimikri ile Mimari Alanda Kullanım İlişkisi 30
Şekil 2. 33 Beijing Ulusal Stadyumu (Kuş yuvası) [32] 30
Şekil 2. 34 Kuş Yuvası[33]. 31
Şekil 2. 35 Stadyumun Kabuğunun ve Kabuk Taşıyıcısının Sayısal Ortamda Çalışmaları[34]. 31
Şekil 2. 36 Beijing Ulusal Stadyumunun Biyomimikri ile Mimari Alanda Kullanım İlişkisi 31
Şekil 2. 37 Termit Karıncaları Yuvası[35]. 32
Şekil 2. 38 Termit Karıncaları Yuvasının Havalandırma Sistemi[35]. 32
Şekil 2. 39 Eastgate Alışveriş ve Ofis Kompleksi[35]. 32
Şekil 2. 40 Beijing Ulusal Stadyumunun Biyomimikri ile Mimari Alanda Kullanım İlişkisi 33
Şekil 2. 41 Nilüfer Yaprağı[36] 33
Şekil 2. 42 Palazetto Dello Sport Yapım Aşaması[37]. 34
Şekil 2. 43 Palazetto Dello Sport Grasshopper Çalışması[38]. 34
Şekil 2. 44 Palazetto Dello Sport[37] [13]. 34
Şekil 2. 45 Palazetto Dello Sport'un Biyomimikri ile Mimari Alanda Kullanım İlişkisi 35
Şekil 2. 46 Nilüfer Çiçeği[42] [43] 35
Şekil 2. 47 Balıkçıl Kuşu - Shinkansen Bullet Train[45] 37
Şekil 2. 48 Örümcek Ağı[47]. 38
Şekil 2. 49 Morpho Kelebeği[48]. 38
Şekil 2. 50 Yarasa[49]. 39
Şekil 2. 51 Ayçiçeği - Solar Paneller[51]. 40
Şekil 2. 52 Midye[53]. 41
Şekil 3. 1 ICD - ITKE Research Pavilion 2012 [55]. 45
Şekil 3. 2 Eklembacaklı Dış İskelet Araştırmaları[55]. 46
Şekil 3. 3 Sayısal Ortama Aktarım[55]. 46
Şekil 3. 4 Robotik Üretim[55]. 47
Şekil 3. 5 Research Pavilion' un (2012) Biyomimikri ile Mimari Alanda Kullanım İlişkisi 47
Şekil 3. 6 ICD - ITKE Research Pavilion 2013- 2014[56]. 48
Şekil 3. 7 Böcek Araştırmaları[56]. 48
Şekil 3. 8 Sayısal Ortama Aktarım[56]. 49
Şekil 3. 9 Robot Üretim [56] 49
Şekil 3. 10 Research Pavilion' un Biyomimikri ile Mimari Alanda Kullanım İlişkisi 50
Şekil 3. 11 Chaac Ha Biomimetic Water Collector[57]. 50
Şekil 3. 12 Bromeliad Bromeliad Yaprağı - Chaac Ha Biomimetic Water Collector[57]. 51
Şekil 3. 13 Örümcek Ağı Chaac Ha Biomimetic Water Collector İlişkisi[57]. 51
Şekil 3. 14 Chaac Ha Biomimetic Water Collector Çalışma Şekli[57]. 52
Şekil 3. 15 Chaac Ha Biomimetic Water Collector Sayısal Ortam Çalışması[57]. 52
Şekil 3. 16 Chaac Ha Biomimetic Water Collector' un Biyomimikri ile Mimari Alanda Kullanım İlişkisi 52
Şekil 3. 17 Cactus Canopies[58]. 53
Şekil 3. 18 Agave[58]. 53
Şekil 3. 19 Cactu Canopies Tasarımı[58]. 54

Şekil 3. 20 Cactus Canopies' in Biyomimikri ile Mimari Alanda Kullanım İlişkisi 54
Şekil 3. 21 Biyomimikrinin Mimariye Yardımcı Kollarda Kullanım Algoritması..... 57
Şekil 3. 22 Biyomimikri Mimarlık Kütüphamesi Tablosu 58
Şekil 3. 23 Biyomimikri Cephe - Kabuk İlişkisi 59
Şekil 3. 24 Biyomimikri Strüktür İlişkisi 60
Şekil 3. 25 Biyomimikri Tesisat İlişkisi 61
Şekil 3. 26 Biyomimikri Enerji İlişkisi 62

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2. 1	Tasarımda Biyomimetik Yöntem[3]	6
Çizelge 2. 2	Biyomimikri ile Aktarım Örnekleri	12
Çizelge 2. 3	Biyomimikriye Yardımcı Malzemelerin Kullanım Alanları, Nitelikleri.	13
Çizelge 2. 4	Biyomimikriden Esinlenilerek Yapılan Çalışmaların Mimari ve Diğer Alanlara Göre Dağılımı	15
Çizelge 2. 5	Mimariye Yardımcı Eleman Olarak Cephenin Biyomimikri ile Aktarımı, Tasarım İlişkisi	19
Çizelge 2. 6	Mimariye Yardımcı Eleman Olarak Strüktürün Biyomimikri ile Aktarımı, Tasarım İlişkisi	20
Çizelge 2. 7	Mimariye Yardımcı Eleman Olarak Tesisatın Biyomimikri ile Aktarımı, Tasarım İlişkisi	20
Çizelge EK-A. 1	İskelet Sistemi ve Kabukların Biyomimikri ile Aktarımı	69
Çizelge EK-A. 2	Derinin Biyomimikri ile Aktarımı	70
Çizelge EK-A. 3	Hayvan Türlerinin Biyomimikri ile Aktarımı	71
Çizelge EK-A. 4	Hayvan Türlerinin Biyomimikri ile Aktarımı Devamı	72
Çizelge EK-A. 5	Bitkilerin Biyomimikri ile Aktarımı	73
Çizelge EK-B. 1	Biyomimikri ile Aktarım Yapılırken Kullanılan Malzemeler, Kullanım Alanları, Nitelikleri	74
Çizelge EK-B. 2	Biyomimikri ile Aktarım Yapılırken Kullanılan Malzemeler, Kullanım Alanları, Nitelikleri Devamı	75
Çizelge EK-B. 3	Biyomimikri ile Aktarım Yapılırken Kullanılan Malzemeler, Kullanım Alanları, Nitelikleri Devamı	76
Çizelge EK-B. 4	Biyomimikri ile Aktarım Yapılırken Kullanılan Malzemeler, Kullanım Alanları, Nitelikleri Devamı	77

ÖZET

MİMARLIK EĞİTİMİNDE DOĞA İLE İLİŞKİ BAĞLAMINDA BİYOMİMİKRİ

İrem İLERİTÜRK

Bilgisayar Ortamında Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Togan TONG

Biyomimikri kelimesi iki terimden oluşur; Biyo (yaşam) Mimikri (benzetim). Biyomimikri doğadan ilham alarak, doğayı taklit ederek ya da doğanın geliştirdiği stratejileri anlayarak, insan problemleri ve ihtiyaçları için çözüm üreten bir disiplindir. Biyomimikri doğadan öğrenir. İnsanlar da doğanın bir parçasıdır ve var olduğundan beri her alanda doğayı kullanmışlardır. Doğanın örnek alındığı birçok örnek bulunmaktadır.

Günümüz koşullarında hızla gelişen mimari doğayı tahrip etmektedir. Mühendisler, tasarımcılar ve mimarlar sürdürülebilir yaşam için doğa ile ilgilenirler. Yıllardan beri insanlar doğadaki yaptıkları araştırmalarla mimariyi geliştirmeyi hedeflemişlerdir.

Bu tezde mimarların henüz eğitim aşamasındayken biyomimikri ile tanışmaları amaçlanmıştır. Eğitimde biyomimikrinin nasıl öğretileceği tartışılırken, örneklerle oluşturulan, eğitime yardımcı olacak bir kütüphane,uygulama oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Biyomimikri, Eğitim, Sürdürülebilirlik

ABSTRACT

BIOMIMICRY, WHICH IN THE CONTEXT OF THE RELATIONSHIP WITH NATURE, AT ARCHITECTURAL EDUCATION

İrem İLERİTÜRK

Programme in Computer Aided Architectural Design

MSc. Thesis

Adviser: Yrd. Doç. Dr. Togan TONG

Word of biomimicry occur two terms; Bio (life) Mimicry (simulation). Biomimicry takes inspiration from nature, imitates nature and use nature's strategy. It uses all this disciplines for solves humans problem and necessities. Biomimicry learn from nature. Humans are a part of nature and they use nature since there is. We can see a lot of example which biomimicry uses.

Nowadays architecture improve ver fast but it destroy nature. Engineers, architects and designers are interested in nature because of sustainable. Humans study nature for years, they intend develop architecture.

At this thesis, aim is learn biomimicry at education stage and work with nature. There is created a mini library that help education stage for learning biomimicry.

Keywords: Biomimicry, Education, Sustainability

YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Tezin Amacı, Kapsamı

Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte hergün hayatımıza yenilikler girmektedir. İnsanoğlu varoluşundan bugünedek hep araştırarak yeni ürünler icat etmiştir. Teknolojinin getirdiği bu yeniliklerle her geçen gün yeni araçlar, malzemeler keşfedilmektedir. İnsanoğlu bu şekilde dünyayı geliştirme çabasındadır.

Fakat unutulmamalıdır ki dünyada yaşayan tek canlı insanoğlu değildir. Gelişen teknoloji her ne kadar iyi olsa da bu dünyanın geleceği için çevresel etmenleri de göz önünde bulundurmak gerekir. Bu yenilikleri çevreye zararlı bir şekilde yaparsak diğer canlılara zarar verir, ekolojiyi bozarız. Ekolojiyi bozarsak hem yenilikleri üretmek zorlaşır hem de rahatlık içinde yaşayamayız. Asıl evimiz olan doğayı kaybederiz. Bu nedenle yeni ürünler oluştururken her zaman çevreyi göz önünde bulundurmalıyız.

Doğa ile iç içe yaşamayı öğrenmek bize doğayı araştırma zorunluluğu getirmiştir.Uzun yıllardır mimarlar, biyologlar, mühendisler ortak araştırmalar yapmışlardır.Doğadaki canlıların, bitkilerin davranış ve özellikleri araştırılmıştır. Görülmüştür ki insanoğlunda olan rekabet doğada yoktur. Doğadaki türlerin rekabetten kaçındığı, işbirliği içinde yaşadıkları görülmüştür. İnsanoğlunun da doğa ile işbirliği içinde bulunursa çevreye verilecek zararın çok aza ineceği kanısına varılmıştır. Laboratuar araştırmaları sonucunda aslında insanoğlunun yeni ürettiği ürünlerin, keşiflerinin birçoğunun çok önceden beri doğada varolduğu görülmüştür. Bu tespitle günümüzde üretilen ve üretilmek istenen mekanizmalara, doğadan aktarım yapmanın mümkün olduğu

sonucuna varılmıştır. Bu aktarımın ise bilgisayar sistemleri desteği ile en doğru sonuca varacağı düşünülmektedir..

Bu tez kapsamında mimarların, tasarımcıların doğadan aktarımı nasıl, hangi yöntemlerle yapabilecekleri araştırılmış, günümüze kadar uygulanan örneklerle desteklenmiştir. Aslolan doğanın değerinin farkedilmesine olanak sağlamaktır. Doğadan aktarım olan biyomimikri anlatılarak, bu kavramın henüz eğitim aşamasında iken öğrenilmesi gerektiği vurgulanmış ve eğitimde biyomimikriyi öğretmek amaçlanmıştır. Tez sonunda eğitime, öğretim görevlilerine, öğrencilere yardımcı, biyomimikrinin örneklerle toplandığı küçük bir kütüphane oluşturulacaktır.

1.2 Tezin Yöntemi

Oluşturulacak olan kütüphane, uygulama için öncelikle biyomimikri tüm detaylarıyla araştırılmıştır. Araştırmalar sonucunda çıkan örnekler incelenerek hangi branşları ilgilendirdiği, hangi yöntemlerin kullanıldığı öğrenilmiştir. Mimari alanda özelleşerek, sonuç ürünlerin fikir, proje ve uygulama aşamalarının; sayısal ortam yardımı veya geleneksel uygulama yöntemlerinden hangisi ile yapıldığı incelenmiştir. Sonuçta tüm bu bilgileri toplayarak eğitimde kullanabilecek ürün-sonuç odaklı bir uygulama üretilmesi amaçlanmıştır.

1.3 Hipotez

Bu tezde biyomimikri anlatılarak günümüzdeki gerekliliği vurgulanmıştır. Mimarların tasarımlarında ağırlıkla biyomimikriyi kullanması gerekliliği düşünülmüştür. Bu nedenle mimarların biyomimikriyi eğitim aşamasında öğrenmeleri, üzerinde çalışmaya başlamaları gerektiği öngörülmüştür.

BÖLÜM 2

BİYOMİMİKRİ ve MİMARLIK

2.1 Biyomimikri Nedir?

Biyomimikri kelimesi Yunan kökenlidir ve iki terimden oluşur; Biyo (yaşam) Mimikri (benzetim). Biyomimikri doğadan ilham alarak, doğayı taklit ederek ya da doğanın geliştirdiği stratejileri anlayarak, insan problemleri ve ihtiyaçları için çözüm üreten bir disiplindir. Biyomimikri aynı zamanda doğadan aktarım yapılarak üretilen insan yapımı ürünlerin, mekanizma ve sistemlerin hepsini ifade eden terimdir. Biyomimikri doğadan öğrenir, aktarır. Biyomimikri doğa ile yeni bir ilişkidir.

Janine M. Benyus[1]'a göre;

- Model olarak doğa; Biyomimikri, doğadaki modellerin araştırılması, tasarımların doğadan ilham alması, üretim aşamasında oluşan problemlerde insanoğluna yardımcı bir bilimdir.
- Ölçü olarak doğa; Biyomimikri, üretilen yeniliklerin doğruluğunu ekolojik standartları kullanarak yargılar. Biyomimikri, doğanın 3,8 milyar yıldır geliştirdiği stratejileri anlayarak, çevreci çözümler tasarlamayı amaçlayan bir disiplindir.

[1]Janine M. Benyus: Doğa bilimcisi, yenilikçi danışman, yazar ve biyomimikri kavramını öğrenmemize yardımcı olan öncü kişilik.

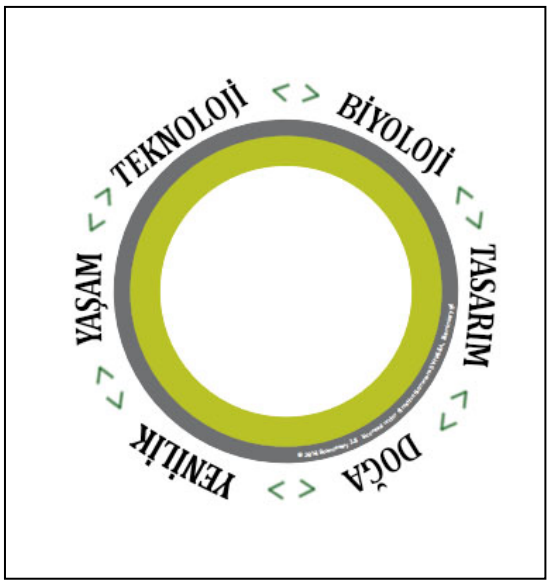
- Kılavuz olarak doğa; Biyomimikri doğayı görmenin, tanımanın, değerini anlamanın yeni yoludur. Doğadan neyin aktarılacağını değil doğanın bize neyi öğreteceğini anlatan kavramdır[1].

Janine M. Benyus'a göre Biyomimikrinin İlkeleri;

- Doğa, gün ışığını kullanır.
- Doğa, yalnızca ihtiyacı olan enerjiyi kullanır.
- Doğa, formları fonksiyona dönüştürür.
- Doğa, her şeyi geri dönüştürür.
- Doğa, işbirliğini ödüllendirir.
- Doğa, içerisindeki çeşitliliğe bağlıdır.
- Doğa, yerel uzmanlık gerektirmektedir.
- Doğa, aşırılıkları kendi içerisinde engeller.
- Doğa, gücünün sınırlarını zorlar[1].

'' Biyomimikri ne gerçek teknolojidir ne de biyolojidir, biyolojinin teknolojisidir [1].''

'' Biyomimikri cevap değil, cevabı bulmanın yoludur [1].''



Şekil 2. 1 Biyomimikri Döngüsü[2].

Benyus'un da söylediği gibi biyomimikri yalnızca biyoloji ya da teknoloji değildir. Byiomimikri; biyoloji, teknoloji, tasarımın doğayla işbirliği içerisinde oluşturduğu yenilikleri yaşamımıza aktarmaktır.

Janine M. Benyus'a göre Biyomimikrinin Aşamaları:

- Organizma Aşaması (Doğal Form): Doğadan aktarım yapılacak canlının çok basit özellikleri, dış görünümü vs. araştırılıp, aktarılır. (Örneğin: Bir kuşun tüy şekillerinin görsel olarak aktarımı.)
- Davranış Aşaması (Doğal üretim): Doğadan aktarım yapılacak olan canlının davranış ve spesifik özellikleri araştırılıp, aktarılır. (Örneğin: Bir kuşun tüylerinin vücut ısısını sabit tutmasının aktarımı)
- Ekosistem Aşaması: Doğadan aktarım yapılacak olan canlının ekosistem içerisindeki yeri, duruşu, pozitif ve negatif yönleri araştırılıp, aktarılır[2].

Dr. Maibritt Pedersen Zari[1], Benyus'tan farklı olarak biyomimesise iki kategoride yaklaşılabileceğini belirtmiştir: İlki insan ihtiyaçlarını ve tasarım problemlerini doğaya bakarak çözmek ki bunu ''tasarımın biyolojiye bakması'' olarak adlandırırken bir diğer yaklaşımda bir organizmanın veya ekosistemin belirgin davranışlarını ve fonksiyonlarını tasarıma uyarlamak ki bunu da ''biyolojinin tasarımı etkilemesi'' olarak açıklar. Bir başka deyişle bir tasarım probleminin çözümü ya doğada aranır ya da tasarım başlangıçtan itibaren doğadan alınır. Tasarımın biyolojiye baktığı yaklaşımda tasarımcılar tasarım sürecinde karşılaştıkları problemleri biyosistem içerisinde bulup tasarıma uygularlar[3].

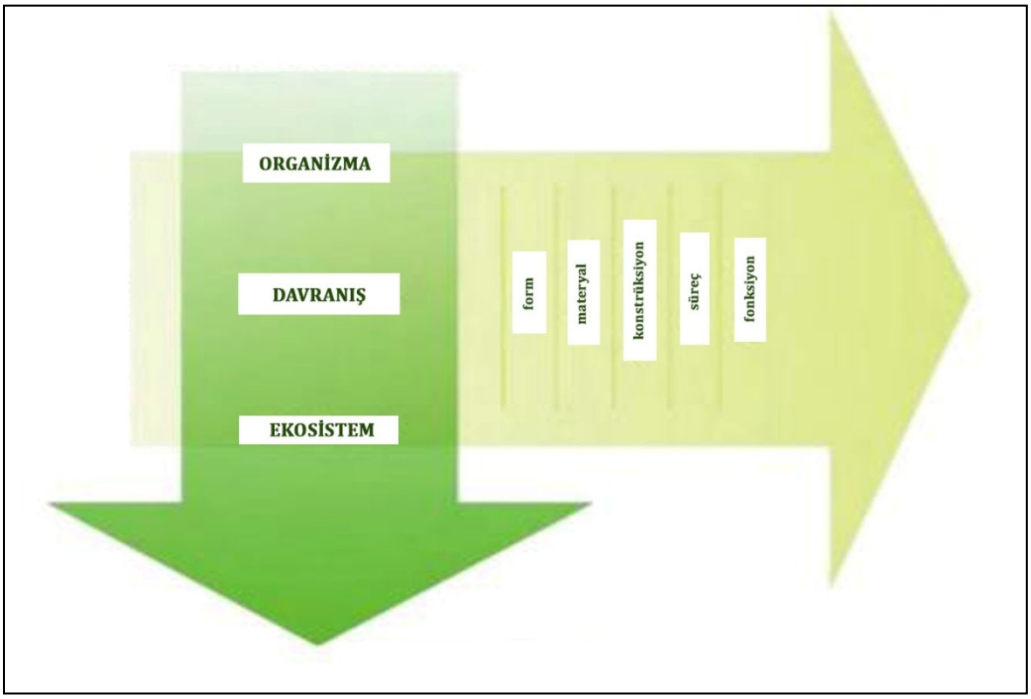
Biyolojinin tasarımı yönlendirdiği ya da tasarımın biyolojiden ilham aldığı durumlarda biyomimesisin uygulanması Pedersen Zari'ye göre organizma, davranış ve ekosistem düzeyleri olmak üzere üç seviyede gerçekleşebilir. Organizma düzeyi, belirli bir bitki veya hayvan organizmasının bütününün veya belirli bir parçasının taklit edildiği durumlarda kullanılır. Davranış düzeyi ise bir organizmanın nasıl davrandığına dair bakış açısının tasarıma uyarlanması olarak tanımlanabilir. Son olarak ekosistem

[1] Dr. Maibritt Pedersen Zari: Sürdürülebilir mimarlık ve iç mimarlık eğitmeni.

düzeyinde bir ekosistemin genel prensiplerinin tasarıma uygulanması şeklinde bir yöntem izlenir. Her bir seviyede beş ayrı boyutta doğa taklit edilir: biçim, malzeme, yapı, süreç ve işlev. Biçim boyutunda tasarımın neye benzediği, malzeme boyutunda tasarımın neden yapıldığı, yapı boyutunda tasarımın nasıl yapıldığı, süreç boyutunda tasarımın nasıl çalıştığı ve işlev boyutunda tasarımın ne yapabileceği soruları sorulur[3].

Çizelge 2. 1 Tasarımda Biyomimetik Yöntem[3].

BİYOMİMETİK DÜZEY	ÖRNEK- Bir Binanın Termitleri Taklit Etmesi	
ORGANİZMA DÜZEYİ	biçim	Bina termite benzer
	malzeme	Bina termitle aynı malzemeden yapılır, malzeme termitin kabuğunu taklit eder.
	yapı	Bina termitin oluşum şekliyle aynı yoldan yapılır.
	süreç	Bina bir termitin organizmasıyla aynı şekilde çalışır.
	işlev	Bina daha geniş kapsamda bir termite benzer şekilde işler. Ör: Selüloz atıklarını geri dönüştürmesi.
DAVRANIŞ DÜZEYİ	biçim	Bina bir termit tarafından yapılmış gibi görünür. Ör: termit tepesinin kopyası.
	malzeme	Bina termitin kullandığı malzemeden yapılır. Ör: Parçalanmış ince toprak.
	yapı	Bina termitlerin uyguladığı yapım tekniğiyle yapılır.
	süreç	Bina bir termit yuvasının çalıştığı şekilde çalışır veya termitlerin nasıl beraber çalıştığını taklit eder.
	işlev	Bina termitler tarafından yapılmış gibi işler.
EKOSİSTEM DÜZEYİ	biçim	Bina içerisinde termitlerin yaşadığı bir ekosisteme benzer.
	malzeme	Bina, bir termit ekosisteminin meydana geldiği aynı tür malzemeden yapılır. Ör: Su, ortamdaki birincil kimyasal malzemedir.
	yapı	Bina, bir termit ekosisteminin kurulduğu aynı yolla yapılır.
	süreç	Bina, bir termit ekosisteminin çalıştığı mantıkla çalışır. Ör: Güneşten enerji alır ve su depolar.
	işlev	Bina, bir termit ekosistemi gibi işler. Farklı süreçler arasındaki ilişkileri içeren kompleks sistemi faydalı hale getirir.



Şekil 2. 2 Biyomimikrinin Seviyeleri[3].

Tasarımda biyomimetik yaklaşım bu üç seviyede birbirinden bağımsız uygulanabileceği gibi farklı seviyelerdeki yaklaşımlar aynı anda da kullanılabilir. Organizma düzeyinde biçimlendirme, doğadan etkilenirken bir organizmanın bütününden veya bir parçasından ilham alabilir. Organizmalar doğal şartları kendi lehlerine kullanabilecek şekilde biçim kazanmışlardır[4].

Michael Pawlyn[1]'e göre biyomimikri; Yeni tasarım çözümleri üretmek için biyolojik organizmalarda bulunan sıra dışı uyarmaları örnek almaktır. Yalnızca organizmaların şekillerini değil, nasıl çalıştıklarını anlamaya dayanır. Bu şekilde kaynakların en verimli sekilde nasıl kullanılacağına ışık tutar[5].

Dr. Alan Marshall[2]'a göre biyomimikri; Biyolojinin teknoloji, strüktür, materyal ve formda kullanımıdır. Fikir, konsept, stratejilerin ilham alınarak dünyaya transferidir. İnsanların uygulamaları için sürdürülebilir bir gelişimdir. Doğadan modele aktarımdır[6].

Biyomimikri konusunda çalışanlar, bir mekanizmanın olduğu gibi doğadan alınmasındansa; o mekanizmanın temellerinin araştırılıp ilgili probleme göre yorumlanarak uygulanmasını tavsiye etmektedir[7].

Franco Lodato[3] bu uygulamayı 4 aşamada tanımlamaktadır:

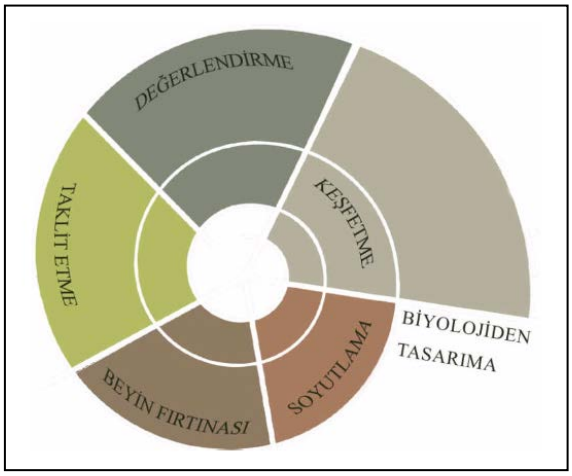
1. Canlı bir organizmanın mevcut teknoloji olanaklarının ötesine geçebilecek özelliklerini seçmek,
2. Üstünlüğü sağlayan prensip ve süreçleri ortaya çıkarmak,
3. Model ve yöntemler geliştirerek tasarımcılara faydalı olabilecek açıdan biyolojik sistemleri tanımlamak,
4. Bu bilgi birikiminin güvenilir ve verimli bir donanıma aktarım olanağı kanıtlamak[7].

[1] Michael Pawlyn: Mimar, 'Biomimicry in Architecture' kitabının yazarı.

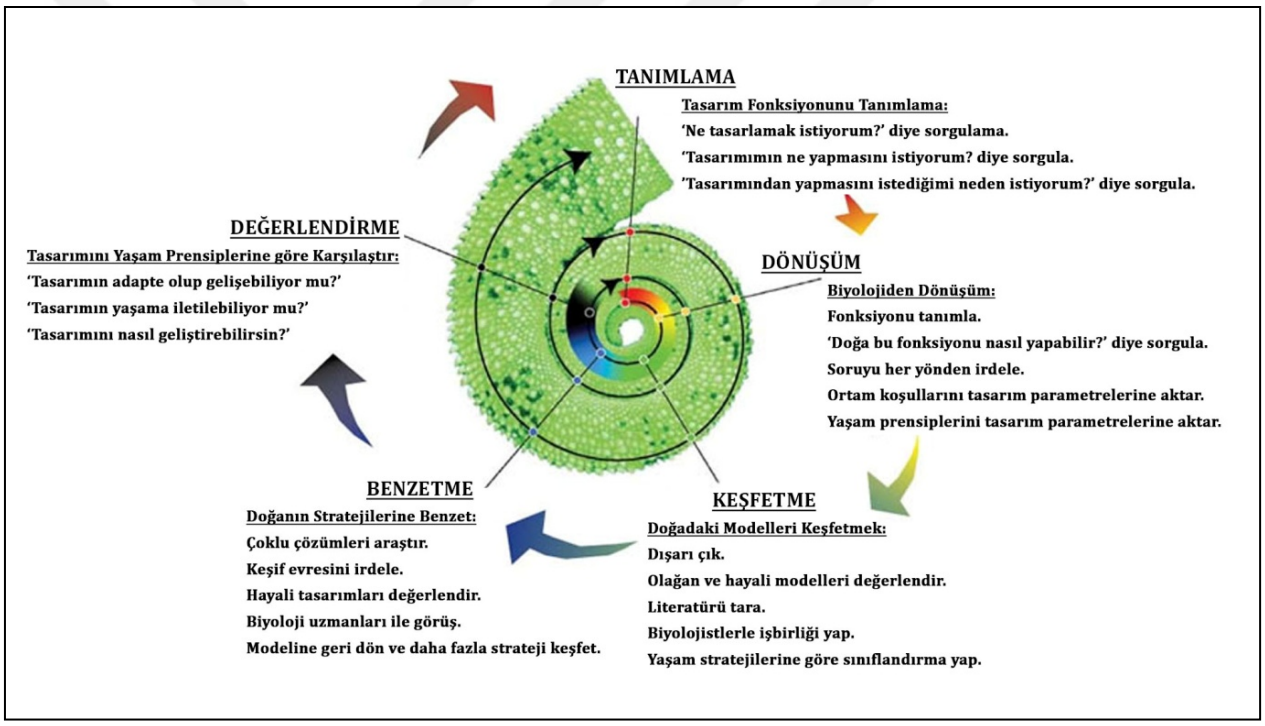
[2] Dr. Alan Marshall: Yeni Zelandalı yazar ve çevresel çalışmalar yapan bilim adamı.

[3] Franco Lodato: Amerikalı endüstriyel tasarımcı, biyomimikri ile ilgilenen öğretim görevlisi

Biyomimikri ile Tasarım Oluşumu:



Şekil 2. 3 Biyolojiden Tasarıma, Tasarım Spirali[8].



Şekil 2. 4 Biyomimikri Tasarım Spirali[9].

Biyomimikri Enstitüsü[1] insanların biyomimikriyi öğrenmeleri ve üzerinde çalışabilmeleri için tasarım spirali oluşturmuştur. Bu tasarım çalışmasında uygulayıcı istediği ürünü tanımlama, dönüştürme, keşfetme, benzetme ve değerlendirme

[1]Biyomimikri Enstitüsü: 2006 yılında Janine M. Benyus ve Bryony Schwan tarafından doğadaki tasarımları paylaşmak ve araştırmak amacıyla kurulmuş bir kuruluştur.

aşamalarından geçirmektedir. Sonuçta çözümleme olup olmadığına bakılmaktadır. Eğer çözüme ulaşılamadıysa döngüye yeniden başlanmaktadır.

Biyolojiden Tasarıma;

1. Doğadaki modelleri tanıma: Doğadaki canlıları inceleme, araştırma aşamasıdır.

2. Biyolojik prensipleri soyut hale getirme: Doğadan seçilen modele karar verilir ve tasarımcı için soyutlaştırılır.

3. Olası uygulamaları düşünme: Tanımlanan çözümün pozitif etkileri ve probleme çözümü gözlemlenir.

4. Doğanın stratejisini taklit etme: Belirlenen çözümler detaylandırılır. Sürdürülebilirlik çerçevesinde ilkeler tasarıma dahil edilir.

5. Yaşamın ilkelerini değerlendirme: Çözüm belirli ilkeler kapsamında değerlendirilir, gözden geçirilir. Çözümün sonraki aşamaları geliştirilmek üzere tanımlanır ve yeni sorular belirlenir.Çözümün çevreye uyumluluğu, malzeme, enerji tasarrufu gibi sürdürülebilirlik ile ilgli konular göz önünde bulundurularak süreç tamamlanır.

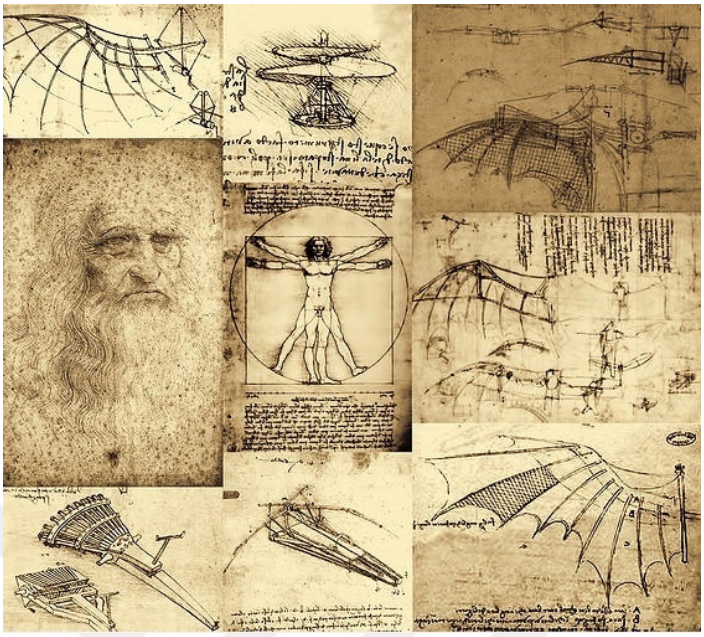
2.1.1 Biyomimikrinin Tarihçesi

Biyomimikrinin tasarım alanında kullanılmasıyla oluşan tasarıma biyomimetik tasarım diyebiliriz. Biyomimetik kelimesi 1950 yılında Otto Schmitt[1] tarafından bulunmuştur. Bu alanı bilim dalı haline getiren de 1990 yılının başlarında biyomimikri kavramını kitaplarıyla dünyaya tanıtan ve Amerika Montana'da Biyomimikri Enstitüsü'nü kuran Janine M. Benyus'tur. Doğadaki esinlenmenin tarihçesi son araştırmalara göre çok daha gerilere gider. Tarihteki ilk doğadan esinlenme mısırlıların mısır melezlemesidir. Canlıları, özellikle kuşları inceleyerek uçan araçların tasarımları üzerine çizimler yapan ilk bilinen sanatçı ve bilim insanı ise, 1500'lerde Leonardo Da Vinci[2]'dir. Kendi çağında uygulanmamış olmakla birlikte Vinci'nin uçan makinesi kuşların izlenmesi sonucu

[1]Otto Schmitt: Amerikalı mucit, mühendis, biyofizikçi, biyomedikal mühendisliğin kurulmasına katkı sağlayan bilim adamı.

[2] Leonardo Da Vinci: Rönesans döneminde yaşamış İtalyan hezarfen, dönemin önemli bir düşünürü, mimarı, mühendisi, mucidi, matematikçisi, anatomisti, müzisyeni, heykeltraşı, botanisti, jeoloğu, kartografı, yazarı ve ressamıdır.

tasarlanan ilk hava aracıdır. Vinci: ''Doğa yerine doğadan başka bir modelden ilham alanlar boşa çabalarlar'' demiştir[10].



Şekil 2. 5 Leonardo Da Vinci'nin Uçan Makinesinin Eskizi[10].



Şekil 2. 6 Geçmişten Günümüze Biyomimetik Çalışmalar[11].

2.1.2 Biyomimikrinin Kullanım Alanları

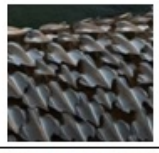
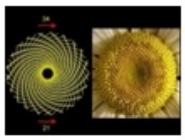
Günümüz şartlarında doğayı korumak için doğayla iç içe yaşamamız gerekmektedir. Doğanın bugüne kadar kendi kendine zarar verdiği görülmemiştir. Fakat görülmektedir ki insanoğlu var olduğundan bu yana ürettikleriyle doğaya, dolayısı ile kendisine zarar vermektedir. Bu bize doğadan öğrenmemiz gereken çok şey olduğunu göstermektedir. Doğanın içinde bulunanı hayatımıza aktarmamız hem bizim için hem doğa için faydalı olacaktır. Doğadan aktarım biyomimikridir. Aslında biyomimikri yeni bir kavram olarak algılansa da uzun yıllardır hayatımızda var olan bir kavramdır. Geçmişten günümüze birçok alanda kullanılmıştır.

Biyomimikri ile aktarım daha iyi anlaşılabilmesi için sınıflandırılarak çizelgelerle anlatılmıştır. Çizelgelerde biyomimikrinin hangi alanlarda kullanıldığı, doğadaki hangi canlılar üzerinde çalışıldığı ve nasıl aktarım yapıldığı, sınıflandırmalar görülmektedir.

Çizelge 2. 2 Biyomimikri ile Aktarım Örnekleri

BİYOMİMİKRİ İLE AKTARIMLAR					
CİNSİ	FOTOĞRAF	MALZEME ÖZELLİKLERİ	AŞAMALAR/ARAŞTIRMALAR	AMAÇ/ ETKİ	SONUÇ ELEMAN
İNSAN DERİSİ		*En esnek ve büyük organ *Hissiyatı yüksek (acı,ısı,basınç dayanımı) *Koruyucu *Vücuda zararlı, gereksiz mikrop vs. ter yolu ile atar. *Vücut ısısı bellidir.	*Mikroskobik araştımalar *Fiziksel incelemeler *Vücuttaki görevini araştırmak	*Isıyı absorbe eder. Isıyı sabit tutar. (Damar yerine ısı kanalları ile.) *Temiz hava sağlar.	*CEPHE SİSTEMLERİ *YALITIM
MÜREKKEP BALIĞI		* Kamufle olabilir. * Renk değişimi ile iletişim sağlar.		* Renk değişimi özelliği ile cephelerde kullanılabilir. Oluşturulan parametrelerle merkezi bir yerdeki binanın cephesinde, kalabalık,trafik, hava durumu vs. göre cephe renk değiştirebilir. Önemli binaları belirtmek için kullanılabilir.(müze,parlamento vs.)	*CEPHE KAPLAMASI
MORPHO KELEBEĞİ		* Parlak * Infrared ışığı yansıtıyor, temel enerjiye çeviriyor.	* Kelebeğin kanadı nano ölçekte incelendiğinde parlak, enerjik, yanar döner olduğu, kanatlarında kitin olduğu keşfedilmiş.	* Led ekranlar morpho kelebeği kanadından esinlenerek üretilmiş.	*TEMEL SENSÖRLER *LED CEPHELER
İÇ İSKELET (insan iskeleti)		*Vücudun, gövdenin dik durmasın sağlar. *Vücudun taşıyıcısıdır.			*TAŞIYICI STRÜKTÜR
LOTUS YAPRAĞI		* Kendini temizler. (Tümsekli yüzeyi sayesinde suyu içine almayıp yüzeyde kaydırarak temizlik yapyor.) *Suya dirençli.		* Kendi kendini temizleyen cepheler oluşturulabilir.	*CEPHE SİSTEMLERİ
NİLÜFER ÇİÇEĞİ		*Kendini temizler.		* Kendi kendini temizleyen cepheler oluşturulabilir. * Kendini temizleyen akıllı halı üretilmiştir.	*CEPHE SİSTEMLERİ *DİĞER

Çizelge 2. 3 Biyomimikriye Yardımcı Malzemelerin Kullanım Alanları, Nitelikleri

BİOMİMİKRİYE YARDIMCI MALZEMELERİN KULLANIM ALANLARI NİTELİKLERİ				
ADI	FOTOĞRAF	GÖRSELLİK	İŞLEVSELLİK/FONKSİYON	KİNETİK
KÖPEK BALIĞI DERİSİ			*CEPHE SİSTEMLERİ *Suyu, karı, pisliği, yağı yüzeyde tutmaz. *YALITIM *YÜZME KIYAFETLERİ	*CEPHE SİSTEMLERİ *Rüzgar dengeleyici olabilir.
NAMİB ÇÖLÜ BÖCEĞİ			* CEPHE SİSTEMLERİ * Cephede su biriktirir. * Pencerelerde buğu oluşturmaz. * Pencerelerde damla tutmaz.	
AĞAÇ GÖVDESİ			* TAŞIYICI SİSTEM (STRÜKTÜR) * Ağaç gövdesi ve dallarından esinlenerek yapı strüktürü oluşturulabilir.	
KAKTÜS			* SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK * Kaktüsler içlerinde su biriktirirler. Bu durum incelenip yağmur suyu toplama, atık suyu kullanmada kullanılabilir.	
AYÇİÇEĞİ	 	*SPİRAL OLUŞTURMA FORMÜLÜ *Ayçiçeğindeki spiralleri sayınca fibonacci sayısı çıkıyormuş. Sağdan sola ve soldan sağa sayılınca eşittir. *Fibonacci dizisi ile spiraller oluşturulur.		*SOLAR PANELLER *Ayçiçeğinin güneşe yönelmesi ile daha çok enerji kazanımı sağlamak isteyen bilim adamları solar panellere güneş algılayıcı yerleştirmişler. Böylece panellerle güneşin olduğu her zaman enerji kazanımı sağlanılmış.
BAYKUŞ				*Shinkansen hızlı treninde de sessiz uçmalarından dolayı incelenen baykuşları rüzgargülü mühendisleri de incelemiştir. Tüylerin sesi kestiğini bulmuşlar, rüzgargüllerinde biyomimikrik etkisi kullanılmıştır.

Çizelgeler EK-A ve EK-B de detaylandırılmıştır.

Çizelgelerde görüldüğü gibi biyomimikri çok geniş kullanım aralığı olan bir kavramdır;

- Mimarlık

Cephe sistemleri, enerji korunumu, bina kabukları, çatı sistemleri, yalıtım, tesisat, sürdürülebilirlik.

- Mühendislik

Çatı sistemleri, strüktür sistemleri.

- Tasarım

- Enerji
- Ulaşım Araçları

Tren, Uçak, Otomobil.

- Tıp

İlaçlar, Protez.

- Tekstil
- Boya
- İletişim
- Diğer

Bu kullanım alanlarında aktarımı yapılan canlıların görevleri aynı değildir. Biyomimikri aşamalarında da belirtildiği üzere niteliklerine göre ayrılırlar;

- Görsellik
- İşlevsellik/Fonksiyon
- Kinetik

2.2 Biyomimikri Mimarlık İlişkisi

Mimarlık çoğu zaman doğayı taklit etme eğiliminde olmuştur. Doğadaki ile benzeşim kurma anlamında, mimarlıkta analojik çalışma, şekil ve biyolojik işleve ilişkin referanslarla doludur. İnsanoğlu doğayı kendine rehber olarak almış ve tasarımlarında doğanın strüktür ve formlarından yararlanmıştır[12]. Biyomimikri sürdürülebilir gelişim etiğidir. Sürdürülebilir bir yaşam için doğayı taklit etmek, doğadan aktarım yapmak gerekmektedir. Biyomimikri çok disiplinli bir tasarım yaklaşımdır. Mimari tasarımda uzun yıllardır kullanılmaktadır.

Çizelge 2. 4 Biyomimikriden Esinlenilerek Yapılan Çalışmaların Mimari ve Diğer Alanlara Göre Dağılımı

BİOMİMİKRİDEN ESİNLENİLEREK YAPILAN ÇALIŞMALARIN MİMARİ ve DİĞER ALANLARA GÖRE DAĞILIMI							
		STRÜKTÜR/ TAŞIYICI	CEPHE SİSTEMLERİ	TESİSAT	ENERJİ	GÖRSELLİK	DİĞER
DERİ	İNSAN DERİSİ		*				
	KÖPEK BALIĞI DERİSİ		*				*
	KUTUP AYISI DERİSİ		*		*		
	TİMSAH DERİSİ		*		*		
	FİL DERİSİ			*			
	SU AYGIRI DERİSİ		*		*		
	SU AYISI DERİSİ		*				
HAYVANLAR	MÜREKKEP BALIĞI		*			*	
	YALIÇAPKINI KUŞU				*		*
	MORPHO KELEBEĞİ		*				*
	BUKALEMUN		*				*
	MOLOK		*				
	NAMİB ÇÖLÜ BÖCEĞİ		*				
	GECKO KERTENKELESİ						*
	BÖCEK GÖZLERİ		*				
	KURBAĞA,KUTUP BALIKLARI		*				*
	MİDYE						*
	YARASA						*
	BAYKUŞ					*	
	BEYAZ KELEBEKLER		*		*		
	ÖRÜMCEK AĞI		*			*	
İSLETET-KABUKLAR	DNA, GENETİK KODLAMA	*					
	İÇ İSKELET	*					
	DIŞ İSKELET	*					
	MİDYE, DENİZ KABUKLARI	*					
	BOYNUZ	*					
	KUŞ YUVALARI		*				*
BİTKİLER	LOTUS YAPRAĞI		*				
	ÇINAR TOHUMLARI						*
	AĞAÇ GÖVDESİ	*					
	KAKTÜS				*		
	AYÇİÇEĞİ				*		
	KOZALAK,ANANAS,KARNABAHAR						*
	MERCANLAR	*					
	NİLÜFER ÇİÇEĞİ		*				*
	VENÜS SİNEK KAPAN BİTKİSİ				*		*

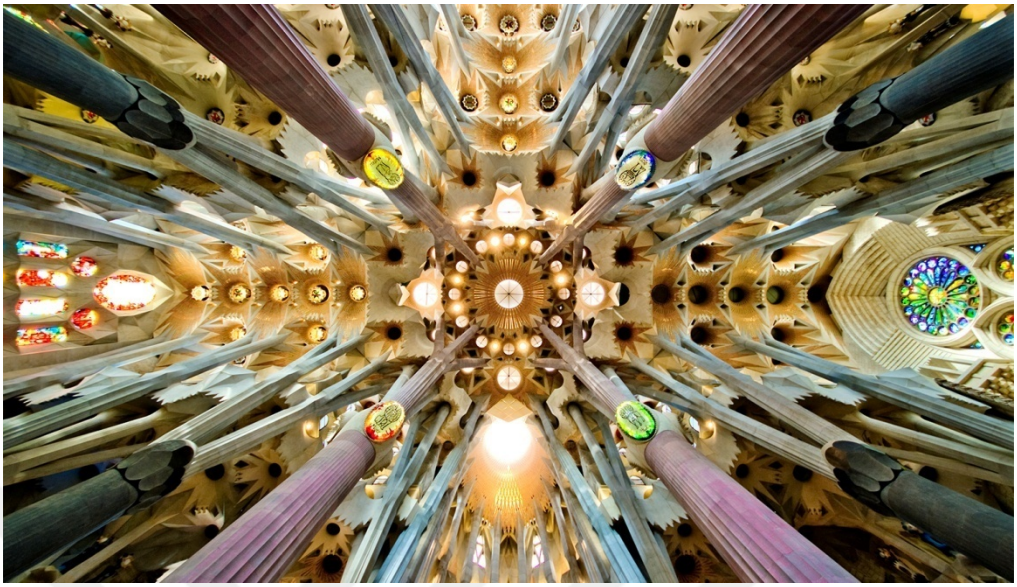
Çizelgede de görüldüğü gibi biyomimikri çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Araştırılan bu canlılar içerisinde en çok mimari elemanlara katkısının olduğu görülmektedir.

2.2.1 Biyomimikrinin Mimari Açıdan Tarihçesi

19.yy da, İspanyol mimar Antoni Gaudi[1], biyomimikriyi mimari alanda kullanmıştır. ''Atölyemin hemen dışındaki ağaç benim akıl hocamdır!'' diyen Gaudi, mimarisinin ilham kaynağını şöyle açıklar: Eğer doğa Tanrı'nın yapıtıysa ve eğer mimari formlar

[1]AntoniGaudi: İspanya'da Art Nouveau akımının öncüsü olan Katalan mimardır.

doğadan ilham alıyorsa bu durumda Tanrı'yı onurlandırmanın en güzel yolu mimariyi onun yapıtlarına benzetmek olacaktır[10].



Şekil 2. 7 Antoni Gaudi'nin Eseri Sagra da Familia Kilisesinden Bir Kesit[13].

19.yy' da biyomimikrinin, mimarlığa Gaudi ile giriş yapmasından sonra birçok mimar farklı alanlarda doğadan ilham almıştır. Şekil 2.8 ve şekil 2.9' unda da görüldüğü gibi doğa, ilk başlarda çok basit şekilsel olarak taklit edilmiştir. Fakat her geçen gün keşfedilen yenilikçi yöntemler ile şekil aktarımından, işlev aktarımına doğru geçilmiştir. Biyomimikride asıl olan şekil aktarımı değil işlev aktarımıdır. Mimari alanda çoğunlukla strüktür, cephe, kabuk, tesisat sistemlerine aktarım yapıldığı gözlemlenmiştir.

Biyomimikrinin Mimari Alanlarda Geçmişten Günümüze Kullanımı:



Şekil 2. 8 Biyomimikrinin Mimari Alanlarda Geçmişten Günümüze Kullanımı

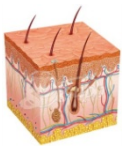
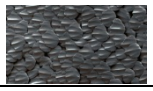
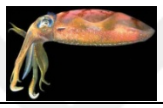
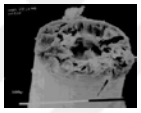
	DOĞADAN İLHAM ALAN MİMARİ STRÜKTÜRLER					
	CANSIZ ÇOKYÜZLÜLER	CANLI AĞACA BENZER STRÜKTÜRLER	ŞİŞİRİLMİŞ STRÜKTÜRLER	AĞA BENZER STRÜKTÜRLER	İSKELETE BENZER STRÜKTÜRLER	KABUĞA BENZER STRÜKTÜRLER
birinci periyot	mısır ve maya piramitleri neolitik devir	strüktür olarak ağaç gövdesi klasik kolon 1567 eddystone feneri 1759	sıcak hava balonları 1709	çadırlar		roman kubbeleri bizans kubbeleri islamik kubbeler rönesans-barok kubbeler
1800'ler	oyulmuş kayalar 200bc bronz oniki yüzlü 200bc san marco bazilikası 1425 on the divine proportion da vinci 1452	sagra da familia kolonları 1883	hava destekli çadırlar 1917	nizhny novgorod fuarı 1896	eiffel kulesi 1887	yığmadan betona ince kabuklar 1913centennial hall 1957sidney opera binası 1916orly'deki hava gemisi hangarı
1900'ler	jüpiter gezegeni dürer1471 evrenin gizleri kepler1571 yıldızlar escher1898 corpus hypercubus dali1904 geodezik kubbe fuller1920 saint marie manastırı le corbusier1920 the one-family house botta1950	dallanma teorisi 1970 bce place 1987 bauschanzli restoranı 1988 john divine katedrali 1991 oriente istasyonu 1993 stuttgart havaalanı 1996 ciutat de les arts les ciencies 1996 yeni milano fuar kolonları 2002	acil durum sığınakları 1945 fuji-amerikan pavilyonu 1970 yüzen tiyatro 1971 pontiac silverdome stadı 1975 minneapolis metrodome 1982 vancouver amfitiyatrosu 1983 big egg kubbesi 1996 airtecture 1996 cocoon 1998	sidney myer music bowl 1958 hamburg bahçe sergisi 1963 alman pavilyonu montreal 1967 münih yaz olimpiyatları 1972 hajj terminali 1978 münih hellabrunn hayvanat bahçesi 1980 sandiego konferans salonu 1983 denver uluslar arası havaalanı 1995	casa battlo kolonları 1906 hayvan evleri 1989 waterloo istasyonu 1993 milwaukee müzesi 1994 lyon havaalanı 1994 tokyo uluslararası forumu 1996	1934 hayden planeteryumu 1939 isveç sergisi 1951 cosmic ray kütüphanesi 1955 kresge oditoryumu 1956 waikiki kabuğu 1957 küçük spor alanı 1958 xochimilco restoranı 1959 cnit 1962 twa terminali 1966 santa monica kilisesi 1970 focus sinema 1975 yakima sundome 1976 kingdome stadı 1976 biodome 1980 thompson arena 1996 valencia opera evi 1996 oceanographique 1998 sanat bilimi şehri
2000'ler	prizmalar antiprizmalar katlanmış plaka strüktür basınç-gerilimli strüktür çerçeveler hiperküp	mission valley branch library 2003	airquarium 2000 pneumatrix 2001	sainsbury ticaret merkezi 2000 weihai stadı çin 2002	peabody essex müzesi 2003 torso 2005	2000 sondika havaalanı 2000 wales botanik bahçeleri 2000 illinois toplantı alanı 2003 santa cruz de tenerife 2003 messehalle freistadt 2007 admirant

Şekil 2. 9 Doğadan İlham Alan Mimari Strüktürler[11].

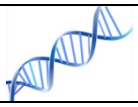
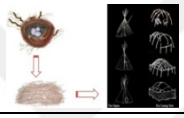
2.2.2 Biyomimikri Mimariye Yardımcı Eleman İlişkisi

Mimarlar, doğada hep bir arayış içerisinde olmuşlar, doğanın farklı yönlerini incelemişlerdir. Bu araştırmalar form, strüktür, görsellik yönünde olmuştur[11]. Biyomimikri ile yapılan mimari tasarımlar doğanın yapısı, fonksiyonları, şekilleri, işbirliğinden esinlenilerek tasarlanmıştır. Yapılan araştırmalar sonucu örnekler toplanmıştır. Bu örnekler mimari olarak incelenmiş; cephe sistemleri, strüktür, tesisat üzerine yoğunlaşıldığı görülmüştür. Bu bölüm mimariye yardımcı elemanlar açısından irdelenmiş olup diğer bölümde mimari yapılar irdelenecektir.

Çizelge 2. 5 Mimariye Yardımcı Eleman Olarak Cephenin Biyomimikri ile Aktarımı, Tasarım İlişkisi

MİMARİYE YARDIMCI ELEMAN OLARAK CEPHENİN BİYOMİMİKRİ ile TASARIM İLİŞKİSİ			
DOĞADAN AKTARILAN	FOTOĞRAF	ÖZELLİKLERİ	TASARIMA ETKİSİ
İNSAN DERİSİ		*En esnek ve büyük organ *Hissiyatı yüksek (acı,ısı,basınç dayanımı) *Koruyucu *Vücuda zararlı, gereksiz mikrop vs. ter yolu ile atar. *Vücut ısısı bellidir.	* Isı abrobesi (Damar yerine ısı kanalları ile) * Temiz hava sağlar.
KÖPEK BALIĞI DERİSİ		*Aerodinamik (derisindeki girinti çıkıntı ile) *Bakterileri tutuyor. *Ortama göre cevap veriyor. (Korumacı)	*Rüzgar dengeleyici olabilir. *Suyu, karı, pisliği, yağı yüzeyde tutmaz.
LOTUS YAPRAĞI		* Kendini temizler.(tümsekli yüzeyi sayesinde suyu içine almayarak yüzeyinde kaydırarak temizliyor.) *Suya dirençli	*Kendini temizleyen cepheler.
MÜREKKEP BALIĞI		*Kamufle olabilir. *Renk değişimi ile iletişim sağlar.	*Cephelere led yapılabilir. Oluşturulan parametrelerle kalabalık, trafik, hava durumu vs. göre cephede renk değişebilir.Önemli binalarda (müze gibi) kulanılabilir.
KUTUP AYISI DERİSİ		*Deri 3 katlıdır. (En dışta beyaz tüyler, siyah deri, deri altı tüy tabakası) En alt katman ısıyı depo eder. *Çevresel etmenlerden koruyucu *Postu mor ve ötesi ışığı emer. Işığı ve ısıyı yansıtır.	*Enerji korunumu sağlar. *Işık yayınımı (gölge oluşturur.)
BUKALEMUN		*Kamufle olabilir. *Renk değişimi ile iletişim sağlar. *Isıyı düzenler.	*Cephelere led yapılabilir. Oluşturulan parametrelerle kalabalık, trafik, hava durumu vs. göre cephede renk değişebilir.Önemli binalarda (müze gibi) kulanılabilir.
TİMSAH DERİSİ		*Su kaybını engeller. *Hareketlidir. *Isıyı düzenler. *Flextir.	*Güneşten korur. *Derinin mozaik gibi farklı ölçekte pulları gölge sağlar. *Isıyı doğal hava alışverişi ile düzenler.
MOLOK		*Vücudunda su depo eder. Derisi ıslaktır. (İhtiyacı olan suyu yağmur ve duran sulardan sağlar ve depo eder.) *Çevresel etmenlere karşı koruyucu derisi vardır.	*Su biriktirerek yangına bariyer oluşturur. *Isıyı düzenler.
NAMİB ÇÖLÜ BÖCEĞİ		*Çok nadir yağan yağmur suyunu biriktirir.	*Su biriktirir. *Pencerelerde buğu oluşturtmaz. *Pencerelerde damla tutmaz.
NİLÜFER ÇİÇEĞİ		*Kendini temizler. *Kirlenmez	*Kendini temizleyen cepheler
SU AYGIRI DERİSİ		* Zamanının çoğunu su altında geçirdiği için su üzerine çıktığında derisinde bulunan 2 pigment sayesinde UV ışığı absorbe eder.	*Enerji korunumu sağlar. *Gün ışığından faydalanarak enerji depolar.
SU AYISI DERİSİ		*Kendini temizleyebiliyor.	*Kendini temizleyen cepheler oluşturulabilir.
BEYAZ KELEBEKLER		*Kanatları direk gelen günışığını reflekte ediyor. *Kanatları arasındaki açı sayesinde solar enerjiyi vücutlarında depo edebiliyor.	*Enerji korunumu/deposu *Gün ışığından faydalanma
KURBAĞA, KUTUP BALIKLARI		*Soğuk nedeniyle donup tekrar hayata dönüyorlar ve organları hiç zarar görmüyor.	*Çok soğuk iklime sahip yerlerde don olaylarına karşı kullanılır.

Çizelge 2. 6 Mimariye Yardımcı Eleman Olarak Strüktürün Biyomimikri ile Aktarımı, Tasarım İlişkisi

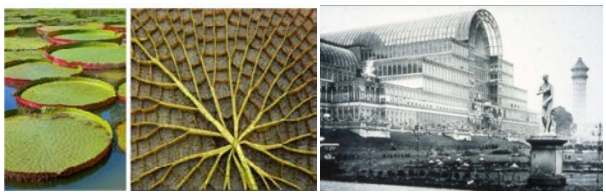
MİMARİYE YARDIMCI ELEMAN OLARAK STRÜKTÜRÜN BİYOMİMİKRİ ile TASARIM İLİŞKİSİ			
DOĞADAN AKTARILAN	FOTOĞRAF	ÖZELLİKLERİ	TASARIMA ETKİSİ
DNA		*Bilgi depolar.	*Depoladığı bilgi ile yapıyı ayakta tutar. Taşıyıcı görevi görür.
İÇ İSKELET		*Vücudun, gövdenin dik durmasın sağlar. *Vücudun taşıyıcısıdır.	*Taşıyıcı
DIŞ İSKELET		*Vücudun, gövdenin dik durmasın sağlar. *Vücudun taşıyıcısıdır.	*Taşıyıcı
KABUKLAR		*Kıvrımlar, oluklar sayesinde mukavemetlidirler.	*Taşıyıcı
KUŞ YUVALARI		*Kuşlar yuvalarını dal toplayarak oluştururlar. Bu şekilden strüktürden esinlenilerek çadırlar, bina kabukları oluşturulmuştur	* Çadırlar ve bina kabuklarının oluşumunda örnek alınır.
AĞAÇ GÖVDESİ		*Ağaç gövdesi ağacı ayakta tutar.	*Gövde ve dallardan esinlenilerek yapı strüktürü oluşturulabilir.
MERCANLAR		*Karbon ve farklı elementlerden oluşan mercanlar çok sert ve mukavemetlidir.	*çimentoya uygulandığında bugüne kadar yapılan çimentolardan daha iyi çimento elde dileceği düşünülmektedir.

Çizelge 2. 7 Mimariye Yardımcı Eleman Olarak Tesisatın Biyomimikri ile Aktarımı, Tasarım İlişkisi

MİMARİYE YARDIMCI ELEMAN OLARAK TESİSATIN BİYOMİMİKRİ ile TASARIM İLİŞKİSİ			
DOĞADAN AKTARILAN	FOTOĞRAF	ÖZELLİKLERİ	TASARIMA ETKİSİ
TERMİT KARINCALARI YUVALARI		*Termit tepeciklerinin kendi kendini ısıtma ve soğutma özelliği vardır.	*Havalandırma Tesisatı (Eastgate Alışveriş ve Ofis Kompleksi, Termitlerin yuvalarından esinlenilerek tasarlandı. Zimbabve de hava kanalları ile klima kullanılmadan yapının kendi kendini ısıtıp soğutması sağlanıldı.)
FİL DERİSİ		*Kan akışını kontrol ederek soğuk kalmalarını sağlıyor.	*Isıtma-Soğutma (Kalorifer) Tesisatı

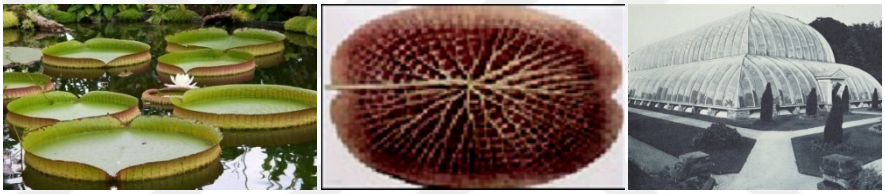
2.2.3 Biyomimikri Üzerine Çalışan Mimarlar ve Projeleri

- Joseph Paxton[1] - Crystal Palace - Chatsworth Serası



Şekil 2. 10 Victoria Zambak Yaprağı - Crystal Palace[14].

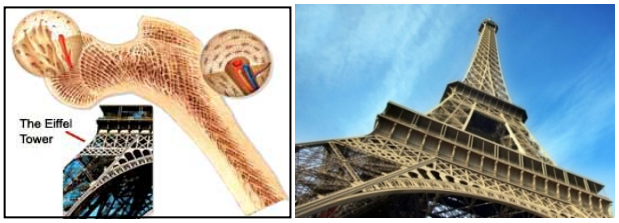
Paxton, victoria zambak yaprağını araştırmış, çapraz kaburgalar tarafından sağlamlaştırılmış radyal bir kaburga tarafından taşındığını keşfetmiştir. Bu tasarım yaprağın tabak gibi olmasına ve bütünlüğünü korumaya yardımcı olmaktadır. 1851 yılında Crystal Palace' ın çatı strüktürünü bu yapraktan esinlenerek yapmıştır. Bu yapıda biyomimikri ile strüktüre aktarım yapılmıştır.



Şekil 2. 11 Su Zambağı - Chatsworth Serası[15].

Paxton, İngiltere'de endüstriyel devrimle uğraşırken su zambağını görmüş yaprağın strüktürünü incelemiştir. 1920 yılında gözlemlerine dayanarak su zambağının strüktürünü, mimari sisteminin karmaşıklığını ve yükseltilerini Chatsworth'ün serasında kullanarak sonuca ulaşmıştır. Bu yapıda biyomimikri ile strüktüre aktarım yapılmıştır.

- Stephen Sauvestre[2] - Eyfel Kulesi



Şekil 2. 12 Uyluk Kemiği - Eyfel Kulesi[16].

[1] Joseph Paxton: Bahçıvan, mimar.

[2]Stephen Sauvestre: Fransız mimar.

Sauvestre, uyluk kemiğini incelediğinde vücudun bütün basıncını, kuvvetini dengelediği, taşıdığını görmüştür. Kemiğin mikroskobik yapısının girintili çıkıntılı olmasından etkilenmiştir. 1887-1889 yılları arasında uyluk kemiğinin taşıcılığından esinlenerek eyfel kulesini uygulamıştır. Eyfel kulesinde biyomimikri ile strüktüre ve görselliğe aktarım yapılmıştır[16].

- Louis Sullivan[1] - Dankmer Adler[2] - The Puridential (Guaranty) Building



Şekil 2. 13 Ağaç Çiçek Tohumları - The Puridential (Guaranty) Building

Sulivan, Adler ile birlikte, çiçek tohumlarının, ağaçların görselliği üzerinde çalışmıştır. 1896 yılında, yapının cephesindeki süslemelerde çiçeklerde tohumlardan, çatı ile cephe bağlantı kısmında ise ağaçların yayılan dallarından esinlenilmiştir. Bu yapıda biyomimikri ile görselliğe aktarım yapılmıştır[17].

- Antoni Gaudi[3] - Park Güell



Şekil 2. 14 Deniz Yılanı - Park Güell

Gaudi, doğaya olan ilgisiyle bilinmektedir. Deniz yılanın araştırmış ve 1900-1914 yıllarında Park Güell' i tasarlamıştır. Bu projede deniz yılanının uzun kolları formundan tasarlanmış ana teras parkın odak noktasıdır. Deniz yılanının kıvrımlı kolları bir dizi

[1]Louis Sullivan: Amerikalı mimar.

[2]Dankmer Adler: Amerikalı mimar.

[3]Antoni Gaudi: İspanya'da Art Nouveau akımının öncüsü olan Katalan mimar.

anklav oluşturarak, daha sosyal bir atmosfer sağlamıştır. Bu yapıda biyomimikri ile görselliğe aktarım yapılmıştır[18].

- Frank Lloyd Wright[1] - Johnson Wax Binası



Şekil 2. 15 Su Zambağı - Johnson Wax Binası[12][19].

Frank Lloyd Wright, su zambağını incelemiştir. Bu yapının kolonlarını su zambağının yapraklarına benzetmiştir. Fonksiyonel olarak su zambağı ile ilgisi yoktur. Bu yapıda biyomimikri ile görselliğe aktarım yapılmıştır[12][19].

Wright ''Form foksiyonu takip eder. Bu yanlış anlaşılmıştır. Form ve Fonksiyon ruhani bir bağ ile bağlanmış bir bütün olmalıdır.'' demiştir.

- Gunther Behnisch[2]- Frei Otto[3] - Münih Olimpiyat Stadyumu



Şekil 2. 16 Örümcek Ağı - Münih Olimpiyat Stadyumu[20].

Stadın örtüsü örümcek ağlarından esinlenerek yapılmıştır. Bu yapıda biyomimikri ile görselliğe aktarım yapılmıştır.

[1]Frank Lloyd Wright: Amerikalı mimar, yazar, eğitimci.

[2]Gunther Behnisch: Alman mimar.

[3]FreiOtto: Alman mimar.

- Michael Pawlyn[1] - Eden Projesi - Sahara Forest Project -

  Las Palmas Water Theatre



Şekil 2. 17 Termit Yusufçuk Kanadı - Eden Projesi[21].

Pawlyn, yusufçuğun kanadından esinlenerek birbirine sıkıca kenetlenmiş birimlerden yapılan serayı oluşturulmuştur.Serayı oluştururken havadan daha hafif malzemeler kullanılmıştır.



Şekil 2. 18 Sahara Forest Project[22].

Pawlyn, canlıların göz yapılarını, protein şekillerini, deniz suyunu, Namibian Çölü böceğini araştırmıştır. Bu araştırmalar sonucu bulunan özellikler solar panellere aktarılmıştır. Böylelikle sürdürülebilir enerji sağlanmış, geri dönüşümler yapılmış, tüm sistem optimize edilmiş, çölde bitki, yiyecek yetiştirilmiştir. Bu yapıda biyomimikri ile işlevsellik ve enerjiye aktarım yapılmıştır.



Şekil 2. 19 Las Palmas Water Theatre[23].

[1] Michael Pawlyn: Mimar, 'Biomimicry in Architecture' kitabının yazarı.

Tiyatro, Namibya Çölü böceğinin suyu biriktirmesinden ilham alınarak tasarlanmıştır. Aynı zamanda heykel görevi gören açık hava tiyatrosunun cephesi; denizden gelen, topladığı suyu, tuzundan ayırarak, tatlı su elde etmektedir. Karmaşık yöntemlerle tatlı su elde ediminden çok daha az enerji sarfeder. Bu yapıda biyomimikri ile enerjiye aktarım yapılmıştır[17].

- Richard Meier[1] and Partners - Dives in Misericordia Church



Şekil 2. 20 Dives in Misericordia Church[24].

Meier, kendini temizleyebilen bitkileri (lotus çiçeği, nilüfer çiçeği vs.) araştırmıştır. Kendini temizleyen bitkilerden esinlenilerek kendini temizleyen beton üretilmiş, kilisenin cephesinde kullanılmıştır. Bu yapıda biyomimikri ile işlevsellik ve malzemeye aktarım yapılmıştır.

- DP Architects, Russell Johnson[2] - Esplanade Theater



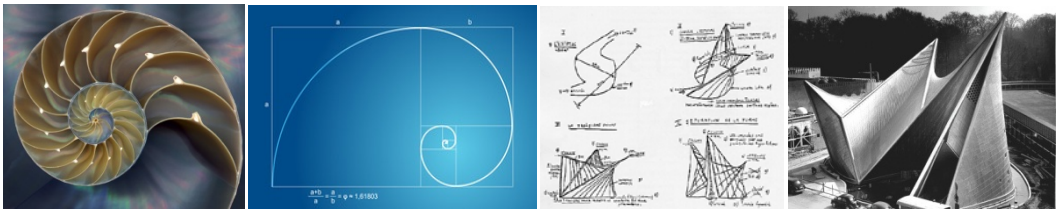
Şekil 2. 21 Durian Meyvesi - Esplanade Theater[25].

Durian meyvesi yarı sert/rijid kabuğu sayesinde içindeki meyveyi güneş ışığı ve çevresel etmenlerden korumaktadır. Seçicidir. Johnson, bu özellikleri cepheye aktararak gerekli kadar gün ışığı almasını, enerji korunumu sağlamıştır. Bu yapıda biyomimikri ile işlevselliğe aktarım yapılmıştır[26].

[1]Richard Meier: Amerikalı mimar

[2]Russell Johnson: Mimar

- Le Corbusier[1] - Philips Pavillion



Şekil 2. 22 Altın Oran Gösterimi - Philips Pavillion[27].

Doğada egemen olan oran ve ölçüler tasarımcıların her çağda ilgisini çekmiştir.Bunların en bilineni altın orandır. Le Corbusier altın oranı mimari tasarımlarında uygulama çalışmaları yapmıştır. Philips Pavillion da bu oranın kullanıldığı bir tasarımdır.

Tasarım Olarak Kalan Projeler:

- Vincent Callebout[2] - Dragonfly



Şekil 2. 23 Yusufçuk - Dragonfly[28].

Dragonfly, yusufçuğun kanatlarından esinlenerek tasarlanmıştır. New York'un Roosevelt Adası için tasarlanan bu inanılmaz çiftlik kentteki gıda problemini çözüp, sıkıntıları ortadan kaldıracaktır. Kentsel tarım bugün anlayışlı kent sakinleri arasında büyüyen bir eğilimdir fakat Manhattan gibi yoğun bir ilçede, büyüme dikey olmalıdır. 132 katlı ve 600 metre yükseklikteki Dragonfly, meyve, sebze, tahıl, et ve süt üretimi için 28 farklı tarım alanlarını barındırabilmektedir. Güneş ve rüzgar enerjisini bir arada kullanan Belçikalı mimar Vincent Callebaut'nun Dragonfly kavramı ile % 100 kendine yeterli halde bir yapı sunmaktadır[28].

[1]Le Corbusier: Gerçek adı Charles-EdouardJeanneret olan Fransız mimar.

[2]Vincent Callebout: Belçikalı mimar.

- Michael Pawlyn - TheMobius Project



Şekil 2. 24 Yusufçuk - The Mobius Project[29].

Pawlyn, bu projeyi tasarlarken yeşil ev, yiyecek üretimi, enerji üretimi, su tasfiyesini amaçlamıştır. Kamu alanlarının verimli ve belirli bir takım amaçlar için kullanılması önerilmiştir. Sürdürülebilirlik ilk amaçtır[29].

- Biyomimetik Ofis Binası Tasarımı



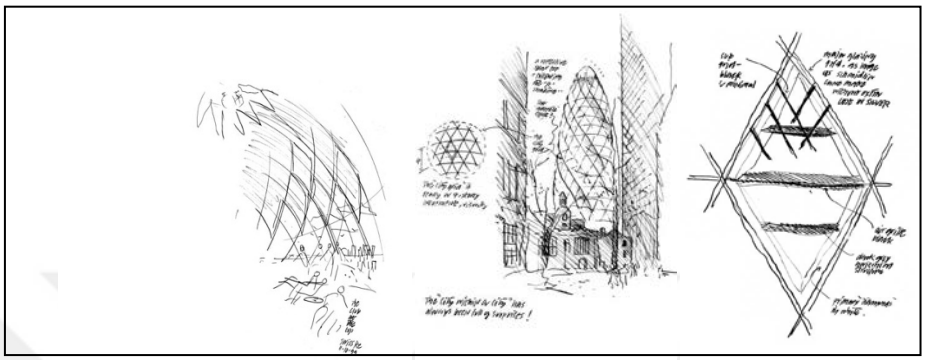
Şekil 2. 25 Biyomimetik Ofis Binası Tasarımı

Bu projenin tasarım aşamasında; hayalet balığı, taş üzerinde yetişen bitkiler, yılan yıldızı, kuşların kafatasları, mürekkep balığı kemiği, deniz kestanesi, amazon su zambakları, kutup ayısı kürkü, penguen tüyleri, mimoza çiçeği yaprağı, böcek kanadı ve gürgen yaprağı araştırılmıştır. Bütün araştırmalar sonucu günışığı çözümlerine, strüktüre, çevresel etmenlere, solar problemlere aktarımlar yapılmıştır. Yapı yapıldığında dünyadaki en az enerji harcayan ofis binası olacağı iddia edilmektedir[30].

Sayısal Ortam Yardımıyla Oluşturulan Projeler:

- The Gherkin Tower - Norman Foster+Partners -

Londra' nın ilk ekolojik gökdelenidir.



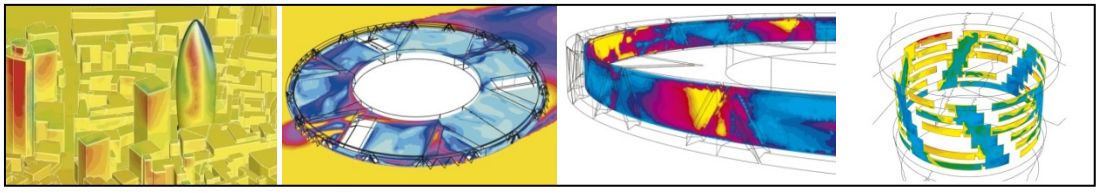
Şekil 2. 26 27 Norman Foster+Partners' ınThe Gherkin Tower Eskizleri[31].

GherkinTower' ın fikir aşamasında eskizlerde de anlatıldığı gibi; içeriye yeteri kadar ışık alınması, gerektiğinde gölge oluşturulması, güneşin kullanıcıyı rahatsız etmemesi, doğal havalandırma, enerji tasarrufu hedeflenmiştir.



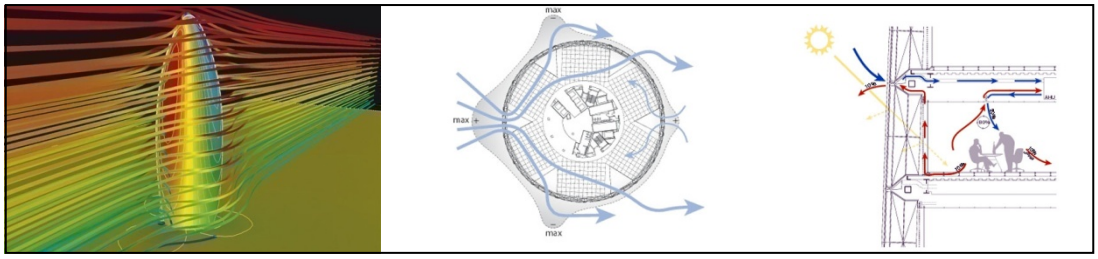
Şekil 2. 27 28 Venüs Bitkisi Süngeri[31].

Venüs bitkisi süngeri hexagonal bir kabuğa sahiptir. Bu özel süngerin,marul gibi katmanlı dış iskeleti olup, su altı ortamlarda camsı ve parlak görünmektedir.



Şekil 2. 28 29 The Gherkin Tower' ın Sayısal Ortamda Güneş Işığı Parametrelerinin Oluşumu[31].

Gökdelende güneş ışığından olabildiğince yararlanmak istenmektedir. Aynı zamanda gerektiğinde cephedeki panellerin gölge oluşturabilmesi hedeflenmektedir. Bunları yapabilmek için çevredeki diğer yapılar, güneş ışığının gelme yönü, saatleri gibi parametreler toplanarak sayısal ortama aktarılmıştır.



Şekil 2. 29 30 The Gherkin Tower'ın Sayısal Ortamda Havalandırma Sistemi Parametrelerinin Oluşumu[31].

Diğer gökdelenlerdeki yapay havalandırmadan farklı olarak burada doğal havalandırma üzerinde durulmuştur. Doğal havalandırma için çevredeki şartlara bakılarak hava akımı yönü tespit edilmiştir. Sayısal ortamda çalışılarak yapı bu akıma göre tasarlanmış, cephedeki panelleri hareket ettirerek doğal havayı içeri alması sağlanmıştır.



Şekil 2. 30 31 The Gherkin Tower Uygulama Hazırlıkları[31].

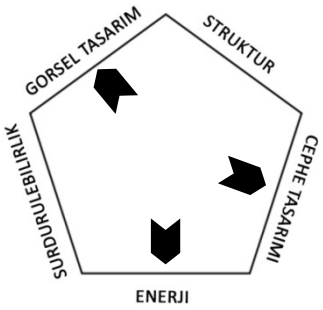
Gökdelen uygulanmadan önce geleneksel yöntemlerle, sistemin çalışmasını görebilmek için gerçeğine uygun maketler yapılmıştır.



Şekil 2. 31 32 The Gherkin Tower[31].

Gherkin Tower, yeni nesil bir gökdelendir.Foster, 2003 yılında Gherkin Tower' ın hexagonal kabuğunu (dış cephesini), venüs bitkisi süngerinden etkilenerek oluşturmuştur. Bu oluşturulan cephe sadece görsel değil, aynı zamanda da işlevseldir. Güneşin geliş açısına göre belirlenen parametrelerle akıllı cephe oluşturulmuştur. Kabuktaki camlar Londra' nın havasına, güneşin yönüne göre hareket etmektedir. Güneş geldiğinde gölge oluşturmaktadır. Gerekli kadar ışığı içeriye almaktadır. Aynı zamanda dairesel plana sahip olan yapıya girintiler yapılmış, her katta belirli bir açıda döndürülmüştür. Bunun sebebi ise hava akımı ve içeriye doğal, temiz havayı alabilme çabasıdır. Temiz hava gerekliliği için paneller gerektiğinde açılabilmekte, doğal havalandırma yapılabilmektedir. Bu durumda enerjiden de tasarruf edilmiştir.





	BİYOMİMİKRİ	SAYISALORTAMA GİRİŞ
FİKİR	X	
TASARIM		X
PROJE		
UYGULAMA		

Şekil 2. 32 33 The Gherkin Tower' ın Biyomimikri ile Mimari Alanda Kullanım İlişkisi

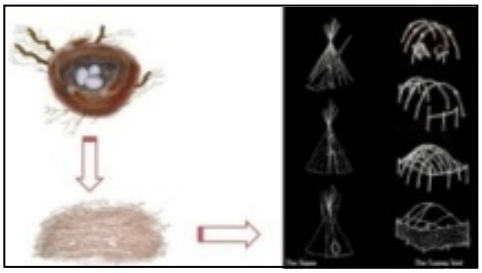
The Gherkin Tower' da biyomimikri, mimari tasarıma fikir aşamasında giriş yapmış, tasarım aşamasında sayısal ortama geçilmiştir. Projede sayısal ortama aktarılan parametrelerle biyomimikri; işlevsel, kinetik ve görsel alanlarda kullanılmıştır[31].

- Beijing Ulusal Stadyumu - Herzog& De MeuronArchitekten AG -



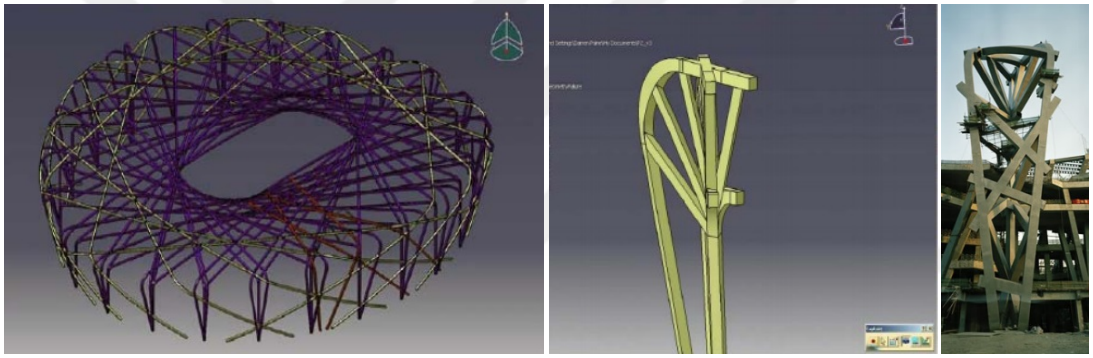
Şekil 2. 33 34 Beijing Ulusal Stadyumu (Kuş yuvası) [32].

Kuş yuvası olarak da adlandırılan Beijing Ulusal Stadyumu'nun kabuğu kuş yuvalarından esinlenilerek, 2008 yılında, Pekin' de yapılmıştır.



Şekil 2. 34 35 Kuş Yuvası[33].

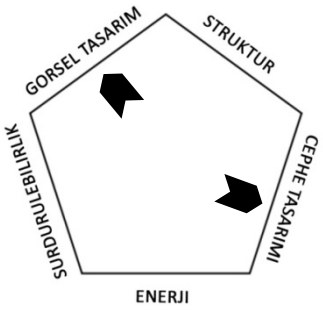
Kuşlar etraftan topladıkları çalı çırpıyı üst üste koyarak yuvalarını oluştururlar. Bu yuvalardan esinlenilerek en başta ilkel yaşamda yapılan çadırlar olmak üzere birçok yapı tasarlanmıştır.



Şekil 2. 35 36 Stadyumun Kabuğunun ve Kabuk Taşıyıcısının Sayısal Ortamda Çalışmaları[34].

Kabuk strüktürü çelik olarak, ARUP tarafından sayısal ortamda oluşturulmuştur[33].





	BİYOMİMİKRİ	SAYISALORTAMA GİRİŞ
FİKİR		X
TASARIM		X
PROJE		
UYGULAMA		

Şekil 2. 36 37 Beijing Ulusal Stadyumunun Biyomimikri ile Mimari Alanda Kullanım İlişkisi

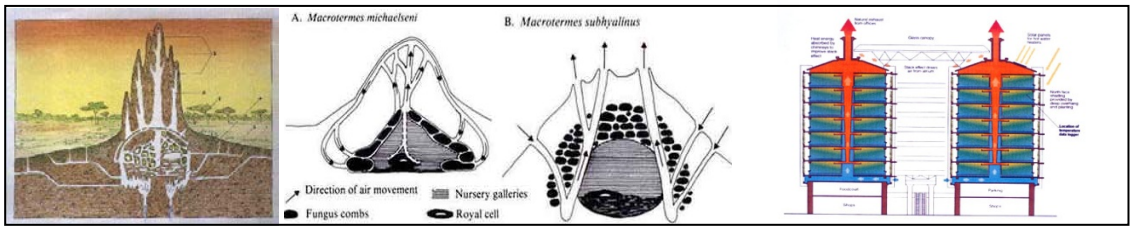
Beijing Ulusal Stadyumu' nda biyomimikri, mimari tasarıma sayısal ortam çalışmalarıyla giriş yapmıştır. Projede sayısal ortama aktarılan parametrelerle biyomimikri görsel alanlarda kullanılmıştır.

- Eastgate Alışveriş ve Ofis Kompleksi - Mick Pearce -



Şekil 2. 37 38 Termit Karıncaları Yuvası[35].

Termit karıncaları yuvalarını kendileri yapmaktadır. Karıncaların hayatta kalmaları için vücut ısılarının sabit kalması gerekmektedir. Karıncalar, vücut ısılarının sabit tutabilmek için yuvalarını yaparken doğal soğutma sistemi ile yapmaktadırlar. Sürekli olarak acılıp kapanan bacalar sayesinde iç ısıyı sabit olarak tutacak muhteşem bir tasarım yapmıslardır.

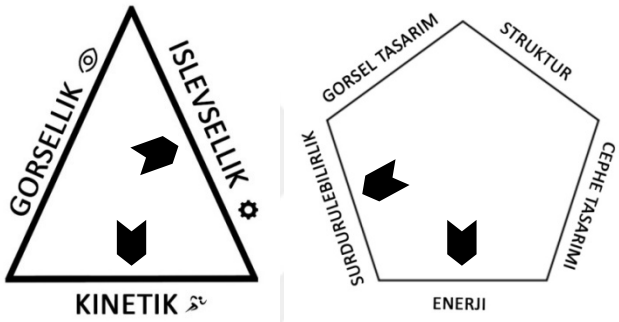


Şekil 2. 38 39 Termit Karıncaları Yuvasının Havalandırma Sistemi[35].



Şekil 2. 39 40 Eastgate Alışveriş ve Ofis Kompleksi[35].

1996 yılında bu özelliğin komplekse uyarlanmasıyla binada en çok enerji tüketimine neden olan soğutma ve ısıtma işlemi için sürdürülebilir bir çözüm bulunmuştur. Eastgate binası coğunlukla betondan yapılmış ve karınca yuvalarındaki havalandırma sistemi prensibiyle çalışmaktadır. İçerideki havanın ılık yada soğuk olması binanın büyük kütlesinin vermiş olduğu ısı miktarına göre ayarlanmaktadır. Hava sürekli olarak birinci kattaki açıklıklardan içeriye alınarak , iki bina arasındaki dikey kesitlerden yukarı katlara aktarılmaktadır.Temiz hava içerideki durağan havayı yukarıya doğru bastırarak tavandaki bacalardan dışarıya atmaktadır.Eastgatecenter aynı boyutlarda ki bir binanın %10 u kadar elektrik hacamaktadır. Bu yapıda biyomimikri ile işlevsellik ve enerjiye aktarım yapılmıştır[35].



	BİYOMİMİKRİ	SAYISALORTAMA GİRİŞ
FİKİR	X	
TASARIM		X
PROJE		
UYGULAMA		

Şekil 2. 40 41 Beijing Ulusal Stadyumunun Biyomimikri ile Mimari Alanda Kullanım İlişkisi

Eastgate Alışveriş ve Ofis Kompleksini' nde biyomimikri, mimari tasarıma fikir aşamasında giriş yapmış, tasarım aşamasında sayısal ortama geçilmiştir. Projede sayısal ortama aktarılan parametrelerle biyomimikri işlevsel ve kinetik alanlarda kullanılmıştır.

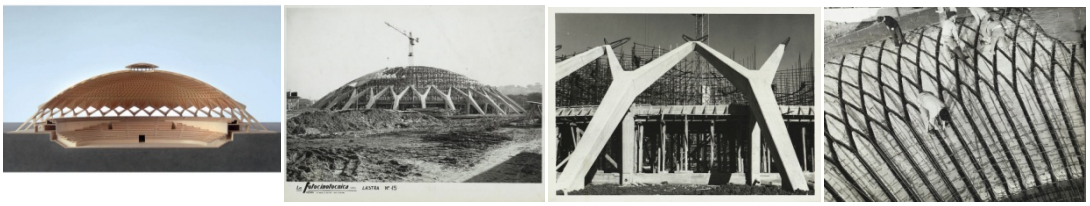
- Pier Luigi Nervi[1] - Palazetto Dello Sport



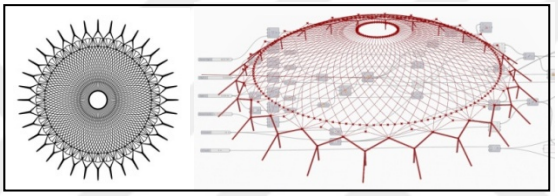
Şekil 2. 41 42 Nilüfer Yaprağı[36].

[1] Pier Luigi Nervi: İtalyan inşaat mühendisi, mimar.

Nilüfer yapraklarının ince ama sağlam, mukavemetli strüktürü vardır. Suya batmazlar, hava kesecikleri içerirler. Suyun üzerinde kalan yaprak kısmında, ana taşıyıcısı kalın, uzun kaburgası, diğer taşıyıcılar yaprağı kaplayan ince damarlarıdır. Suyun altında kalan bölümünde bükülebilen, dikenli dalı vardır. Bu şekilde damarlarla(taşıyıcılarla), yaprak eğilmemektedir. Mukavemetlidir. Yüzey gerilimi kuvvetlidir.



Şekil 2. 42 43 Palazetto Dello Sport Yapım Aşaması[37].



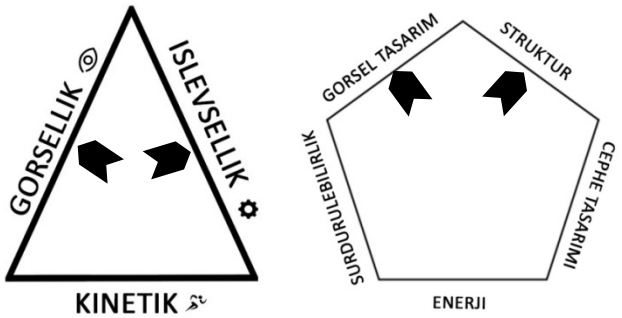
Şekil 2. 43 44 Palazetto Dello Sport Grasshopper Çalışması[38].

Palazetto Dello Sport zamanında geleneksel yöntemlerle yapılmıştır. Daha sonra grasshopperda kubbe çalışması yapılmıştır.



Şekil 2. 44 45 Palazetto Dello Sport[37] [13].

Pier, nilüfer yaprağından esinlenerek birçok tasarım yapmıştır. Bu spor salonunu da 1957 yılında Roma' da bu şekilde yapmıştır. Spor salonunun çatısı kubbe şeklinde tasarlanmıştır. Kubbenin nervürleri nilüfer yaprağının taşıyıcı sisteminden (damarlarından) esinlenilerek yapılmıştır. Kubbe yapım teknikleri çok eskiye dayansa da Pierin yapmış olduğu doğadan aktarım ile ilk defa yapılmıştır. Asgari malzemeyle yapılan kubbede beton ve hasır çelik kullanılmıştır[36].



	BİYOMİMİKRİ	SAYISALORTAMA GİRİŞ
FİKİR	X	
TASARIM		
PROJE		
UYGULAMA		

Şekil 2. 45 46 Palazetto Dello Sport'un Biyomimikri ile Mimari Alanda Kullanım İlişkisi

Palazetto Dello Sport' da biyomimikri, mimari tasarıma fikir aşamasında giriş yapmıştır. Projede biyomimikri, geleneksel yöntemlerle uygulanarak işlevsel ve görsel alanlarda kullanılmıştır.

2.3 Biyomimikrinin Farklı Disiplinlerle İlişkisi

2.3.1 Biyomimikrinin Sayısal Ortamla İlişkisi

Bilgisayar tabanlı teknolojiler, alışıla gelmiş tasarım pratiğimizin dijitale aktarılmasını sağlamanın yanı sıra, kendi işleyişinin tasarım aşamasında bir girdi olarak kullanılabileceğini de göstermiştir[39]. Güncel çalışmalarda, biyoloji ve mimarlığın etkin değerlendirilmesine imkân tanıyan en önemli faktörlerden biri de şüphesiz, dijital ortamın kullanılmasıdır. Dijital tasarım yöntemleri ve araçları sayesinde, biyolojik süreçlerin yer aldığı, sonuçtan (biçim) ziyade süreç odaklı (biçimin oluşması) karmaşık sistemleri model almak mümkündür. Bu tür çalışmalar, mimarlıkta kentsel tasarımdan mekân organizasyonuna kadar yeni tasarım söylemleri ve farklı yaşam alternatiflerinin ortaya çıkmasında etkili olmaktadır[40].

Günümüz mimarlığında; sayısal teknolojilerle birlikte, salt son ürünün değil, tasarım sürecinin de tasarlanması gerekliliği beraberinde pek çok yeni tartışmayı da başlatmıştır. Mimari tasarım 'sürec'inin kurgulanması, mimari tasarıma etki eden etkileşimli ve çok yönlü bilgi ilişkilerinin tanımlanmasını konu alır. Hesaplamalı düşünce ve gelişen bilişim teknolojileri, mimari tasarımda bilgi akışının ve 'süreç'in sistematikleştirilmesi/berraklaştırılması doğrultusunda önemli bir arayüz oluşturmaktadır. Dolayısıyla günümüzde birçok disiplinde gerçekleştiği gibi mimari bilginin kurgusunun yeniden incelenmesi ve yeniden modellenmesi arayışında, hesaplamalı düşünce tasarımcı ve incelenen obje arasında iletişime ve bilgi aktarımına olanak sağlayan arayüz olarak davranır. Aynı zamanda hesaplamalı düşünce, farklı karakterde ve gerçeklikteki organizasyonların arasındaki ilişkilerin, benzerliklerin, etkileşimlerin anlaşılması ve tanımlanmasında da arayüz olarak davranarak disiplinler arası bilgi alışverişini olanaklı kılar. Öte yandan hesaplamalı düşünce, sunduğu düşünme ve öğrenme biçimleri ile çevremizdeki gerçeklikten bilgi edinme yöntemlerine de yön vermektedir. Bu doğrultuda, doğadaki biçimlerin ve oluşum süreçlerinin bilgisayar temelli kurgular çerçevesinde yeniden değerlendirilmesi, dinamik/hareketli/devinimsel sistemlerin anlaşılmasında ve yapılandırılmasında mimarlığa önemli bir araştırma alanı sunmaktadır. Böylece, doğal ile insan yapımı varlıkların arasında etkileşimli öğrenme ve anlamlandırma söz konusu olmaktadır[41].

2.3.2 Biyomimikrinin Diğer Disiplinlerle İlişkisi

Biyomimikri yalnızca mimarlık alanında değil, sürdürülebilirlik, enerji, robotik, tıp ve diğer (malzeme, tekstil, ulaşım gibi) alanlarda da oldukça yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Hayatımızın her yerinde bir şekilde vardır.

- Nilüfer Çiçeği- Kir Tutmama Özelliği

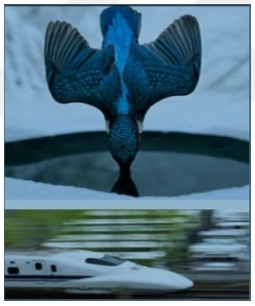


Şekil 2. 46 Nilüfer Çiçeği[42] [43].

Nilüfer yaprağı ile ilgili yapılan araştırmada yaprağın küçük kabarcıkları olan ve suyu iten yapışkan kristallere sahip olduğu keşfedilmiştir. Nilüfer yaprağının yüzeyindeki kirli moleküller yaprağın üzerinde bulunan tümsekler sayesinde yükselmekte ve su damlacıklarıyla kolayca toplanabilmektedir. Yaprağın üzerinde 0,005-0,01 mm yükseklikteki küçük sayısız tümsek ve balmumu gibi bir tabaka vardır. Su damlaları bu sayede yaprağın üst noktalarında kalabilmektedir. Bu kısıtlı tutunabilme yüzünden damlacıklar yaprak üzerinden hızlıca yuvarlanmakta, yuvarlanırken de toprak parçalarını yaprağın üzerinden almaktadırlar[44].

Bu özellik dış cephe boyalarına, tekstil, ahşap, cam malzemelere aktarılmıştır. Gökdelenlerin cephe kaplaması, cam temizliğinde, otomobil yüzeylerinin temizliğinde, duvar boyalarında ve birçok alanda hijyen ve kolaylık bakımından önemli bir keşiftir. Türkiye' de Vitra marka lavabolarda bu özellik kullanılmaktadır.

- Balıkçıl Kuşu - Shinkansen Bullet Train



Şekil 2. 47 Balıkçıl Kuşu - Shinkansen Bullet Train[45].

Tren saatte 300 km hızla gitmektedir. Tünellere girip çıkarken çok ses çıkarmaktadır. Bu nedenle mühendisler araştırmaya girmiştir. Balıkçıl kuşunun avını kaçırmadan yakalamak için kurşun gibi sessiz ve hiç su sıçratmadan suya girmesi dikkat çekmiştir. Kuş araştırmacıları ile birlikte araştırma yaptıktan sonra, hızlı trenin burun kısmı balıkçıl kuşundan esinlenilerek tasarlanmıştır.

2.3.2.1 Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik, tasarımdaki en önemli unsur olduğuna göre doğanın önemini ve tasarımdaki etkisini tartışmak gerekir, çünkü doğa nasıl sürdüreceğini bilir. Doğa her şeyi bir düzen içinde dönüştürür. Böyle bir döngüyü başarmak, insanlığın varlığının

başlangıcından beri insanoğlu için hiç kolay olmamıştır. Bu noktada biyomimikri tasarım ve doğa arasında bir bağlayıcı görevi görerek tasarımcıların her çeşit deneyin bir evrim sonucu oluştuğu bu devasa laboratuarın kullanılmasına yardımcı olur[46].

- Örümcek Ağı



Şekil 2. 48 Örümcek Ağı[47].

Su damlacıklarını etkili bir şekilde tutma özelliğine sahip örümcek ağının özelliği taklit edilerek atmosferdeki suyu tutmakta kullanılabilecek sentetik iplik geliştirilmiştir.

2.3.2.2 Enerji

Doğada her şeyin olduğu gibi enerjinin de kaynağı vardır. Biyomimikri ile doğadan enerji sistemlerine de aktarım yapılmaktadır.

- Morpho Kelebeği - Temel Sensörler



Şekil 2. 49 Morpho Kelebeği[48].

Morpho kelebeğinin kanadı nano ölçekte incelendiğinde parlak,enerjik, yanar döner olduğu görülmüştür. Kanatlarında kitin vardır. Infrared ışığı yansıtmakta, termal enerjiye çevirmektedir. Termal sensörlerde kullanılabilirler. Led ekranlar morpho kelebeğinden esinlenilerek üretilmiştir[48].

- Yarasa - Radar



Şekil 2. 50 Yarasa[49].

Yarasalar saniyede 2 milyon üstüste binmiş ses yankılanmasını işleme sokma yeteneğine sahiptir. Hem de bu yankıları sadece 0.3 milimetrelik bir hassasiyet farkıyla algılayabilirler. Bu rakamlar ise, yarasa sonarının insan yapımı sonarlardan yaklaşık üç kat daha hassas olduğunu göstermektedir. Yarasaların sonar sistemli uçuş yetenekleri, bize karanlıkta uçuş hakkında çok şey öğretmektedir. Kızılötesi termal görüntüleme sistemli kameralar ve ses-üstü dalgaları algılayan dedektörlerle yapılan araştırmalar, yarasaların gece av uçuşları hakkında çok daha kapsamlı bilgi edinme fırsatı vermiştir. Yarasalar yerden havalanan bir böceği havada uçarken kapabilirler. Bazı yarasalar avlarını yakalamak için onları çalılıkların içinde bile takip ederler. Yansıyan ses dalgalarını kullanarak gece gökyüzünde vızıldayan bir sineğin üzerine atılmak oldukça zordur. Bir de böceğin çalılıkların arasında uçtuğunu, etraftaki bütün yapraklardan ses dalgalarının yansıdığını düşünürseniz, yarasanın ne kadar büyük bir iş başardığını daha iyi anlayabilirsiniz. Böyle bir durumda yarasalar sonar seslerini azaltırlar. Bunun sebebi, muhtemelen, çevredeki bitkilerden gelen ses yansımalarının kafa karıştırmasını önlemektir. Fakat yarasaların, cisimleri ayrı ayrı algılayabilmesi için bu yöntem tek başına yeterli değildir. Üst üste gelen ekoların geliş zamanları ve yönleri de ayırt edilmelidir. Yarasalar su üstünde uçarken su içmek için veya avlarını yerden yakalamak için de sonar sistemini kullanırlar. En usta manevraları ise bir yarasanın diğerini kovaladığı durumlarda gösterirler. Yarasaların bu başarıyı nasıl elde ettiklerinin anlaşılması sonar, uçuşlar ve tespit cihazları başta olmak üzere pek çok teknolojik ürünün üretiminde kolaylık sağlayabilir. Ayrıca yarasaların çok yüksek frekanslı sonar sistemleri, bugün mayın arama teknolojisinde de taklit edilmektedir[50].

- Ayçiçeği - Solar Paneller



Şekil 2. 51 Ayçiçeği - Solar Paneller[51].

Yapılan son araştırmaların birinde MIT'den üç öğrenci (Forrest Liau, VyomSharma ve George Whitfield) güneş enerjisinden faydalanmak için kurulan güneş panelleriyle ilgili bir araştırma yapmışlardır. Amaç bu panellerle daha çok enerji elde edebilmektir. Bunun için doğadan seçilebilecek en güzel materyal olan ayçiçeğini seçmişlerdir. Bu çiçekler çoğumuzun bildiği üzere güneş ışığına yönelim yapmaktadırlar (heliotropizm). Bütün gün güneşi en iyi alabileceği açıyla duran bu bitki gibi güneş enerjisi panellerinde de benzer bir yapı oluşturmak amacıyla incelemelerini sürdürmüşlerdir. Bunu bir çiçek yaparken yönlendirilebilen bir güneş paneli neden yapamasın fikriyle bu panellere güneşi algılayabilecek parçacıklar yerleştirilmiştir. Bu mekanizmanın yaptığı tek şey güneşli ve gölgeli kısımlar arasındaki sıcaklık farkını anlayarak yön belirlemesidir. Bu parçalar hiçbir elektriksel güce veya kaynağa ihtiyaç duymamaktadırlar. Tamamen pasif olan bu sistem sayesinde elde edilen enerji miktarı artmıştır[51].

2.3.2.3 Robotik

Biyomimikrinin robotla ilgilenen bölümüne biyomimetik robotik denmektedir. Canlılar ve uzuv işlevleri araştırılarak robotlar oluşturulmaktadır. Bu şekilde oluşturulan robotlar özellikle protez sektöründe kullanılmaktadır.Biyomimetik robotlar hızlı, daha ucuz ve gerçek dünya koşulları ile baş edebildikleri için geleneksel robotlardan farklı bir yere sahiptir. Doğadaki canlıların yaşamsal becerileri mesela arı ve karıncaların örgütlenme ve iletişim sistemleri de, robot teknolojisine ilham kaynağı oldu. Pil ile çalışan CD büyüklüğündeki robotlar, etraflarını ve birbirlerini algılayabilip kablosuz ağ ile birbirleriyle haberleşebiliyor. 'Sürü robotlar' da denilen robotların 'çekirge sürüleri' gibi uçarak, insansız hava araçlarının koordinasyonlarında ve mayınlı bir alanda güvenli bir koridor açmak ya da savaş alanında iletişim ağı oluşturmak gibi görevlerde

kullanılması öngörülüyor. Afganistan ve Irak gibi riskli bölgelerde insansız uçaklar, tehlikeli keşif görevlerinde kullanılmaktadır. Benzer şekilde robotlardan afet bölgelerinde insan hayatını kurtarabilmek için yararlanılmaya yönelik araştırmalar yapılmaktadır[52].

2.3.2.4 Tıp

Biyomimikriye tıp dalında biyonik tasarım denmektedir. Tıpta da oldukça hızlı bir şekilde ilerlemektedir. İlaç, protez sektörü, organ nakillerinde kullanılmaktadır.

- Midye - Organ Nakli



Şekil 2. 52 Midye[53].

Midyelerin yapışması gözönünde bulundurularak, midyelerde bulunan proteinlerin DNA' sı kopyalanarak yapıştırıcı bakteriler üretildi. Bu yapıştırıcıların organ nakillerinde önemli rol oynayacağı planlanmaktadır.

BÖLÜM 3

MİMARLIK EĞİTİMİNDE BİYOMİMİKRİ

3.1 Mimari Tasarım/ Mimarlık Eğitiminde Biyomimikrinin Yeri ve Önemi

Mimarlık eğitimi, mimarideki gelişmelere göre kendisini güncelleyebilme yetisine sahiptir. Genetik mimarlık, genetik, biyoloji ve doğadan aktarım (biyomimikri) gibi günümüz mimarlık eğitiminde hiç yer almayan alanların da mimarlık eğitimine katılmasını gerekli kılar. Biyomimikri ile mimari tasarım eğitimi, bu yeni mimarlık hakkında teorik bilgi ile beraber, biyoloji, ekoloji bilgisi ve tasarım için becerilerin kazandırılmasını kapsamalıdır. Mimarlık eğitiminde sürdürülebilirliğin üzerinde durulmasına rağmen biyomimikri çok önemsenmemektedir. Mimarlık öğrencilerine biyomimikrinin ne olduğu sorulduğunda net bir cevap alınamamaktadır. Oysa ki, çağımızda, proje yapımında, doğayı tahrip etmemek, doğa ile işbirliği içerisinde bulunmak için biyomimikriyi bilmemiz, öğrenmemiz gereklidir. Mimarların, bu yaklaşım potansiyelinden haberdar olmaları, geliştirebilmeleri için eğitim müfredatında mutlaka bulunması gerekmektedir. Eğitimde altyapıyı oluşturmak önemlidir.

Bilgisayar ortamında simülasyon ve dijital kodlarla biyoloji - mimarlık arasındaki ilişkiyi sağlayabilecek çeşitli yazılımlar önemli mimari ifade araçları olarak eğitimde yer almalıdır. Mimari uygulama eğitimi ise, çeşitli disiplinlerle kurulacak zorunlu ortaklık, bu ortaklığın iş bölümü ve mimarın rolü ve alanı ile ilgili bilgiler içermelidir[54].

Bu bölümde eğitime yardımcı, biyomimikri ile ilgili yapılan projelerin sunulduğu, çeşitli kaynakların yer aldığı küçük bir kütüphane üzerinde çalışılacaktır.

3.1.1 Türkiye' de Mimarlık Eğitiminde Biyomimikrinin Yeri

Türkiye' deki mimarlık eğitiminde eskiden beri süregelen geleneksel yöntemler ağırlıklıdır. Okullara göre farklılık gösteren eğitim şekli son yıllarda geliştirilerek dijital yöntemlerle, sayısal ortamda öğretilmeye başlanmıştır. Her geçen gün yenilikler gelen eğitim sisteminde biyomimikri gibi yenilikçi kavramlara çok fazla yer verilmemektedir. Şu anki mimarlık eğitimi müfredatında biyomimikri anlatımı yetersiz olup, bina bilgisi, tasarım gibi derslerde de değinilmemektedir.

Ancak öğrenciler, özellikle yüksek lisans ve doktora eğitiminde kendileri konuyu araştırarak çeşitli makaleler, tezler oluşturmaktadır. Sonuç ürün çıkarılan tezler çok nadir görülmekte, tez konuları genellikle mimarlıkla ilişki, malzeme, araştırma,tartışma, literatür üzerine olmaktadır.

Günümüzde biyomimikri çalışmalarının yapıldığı kurumlar ve çalışmalar;

- İstanbul Bilgi Üniversitesi' nde biyomimikri ile ilgili seminerler, çalışmalar
- İstanbul Teknik Üniversitesi' nde biyomimikri ile ilgili tezler, makaleler
- Orta Doğu Teknik Üniversitesi' nde biyomimikri ile ilgili tezler, makaleler
- Yıldız Teknik Üniversitesi' nde biyomimikri ile ilgili tezler, makaleler
- TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi' nde biyomimikri ile ilgili seminerler

3.1.2 Dünya' da Mimarlık Eğitiminde Biyomimikrinin Yeri

Dünya' da, çeşitli üniversitelerde mimarlık eğitimi birbirinden farklılık göstermektedir. Çoğu üniversite, mimarlık eğitimini; sayısal ortam desteği ve yenilikçi sistemleri anlatarak vermektedir. Bazı üniversitelerde laboratuar ve uygulama imkanları bulunmaktadır. Bu imkanlar ile daha çok araştırma, yeni fikirler keşfetme, bilimi daha elverişli kullanma olanakları vardır.

Günümüzde yeni bir kavram olan biyomimikri bazı üniversitelerde eğitim programına dahil edilmiş bazılarında ise konu ile ilgili merkezler oluşturulmuştur;

- Aalto University School of Science' de biyomimikri araştırma çalışmaları
- Arizona State University' de biyotasarım enstitüsü

- Doshisha University' de biyomimetik araştırma merkezi
- Duke University' de biyolojiden ilham alan malzemeler ve malzeme sistemleri merkezi
- Durham University' de biyomimikri araştırma çalışmaları, tezler, projeler
- Georgia Tech.2' de biyolojiden ilham alan tasarım merkezi
- Harvad University' de biyo - ilham mühendislik merkezi
- Minneapolis College of Art and Design' da biyomimikri dersleri ve kursları
- MIT' de biyomimikri ile ilgili laboratuar çalışmaları, dersler, çeşitli seminerler, tezler
- Ontario College of Art & Design University' de biyomimikri kursları
- Royal Institute of Technology' de biyomimetik fiber mühendisliği
- Tallinn University of Technology' de biyorobotik merkezi
- The Cleveland Institute of Art' da biyomimikri araştırma ve inovasyon merkezi
- The University of Akron' da biyomimikri araştırma ve inovasyon merkezi
- University of Applied Arts in Vienna' da Zaha Hadid' in vermiş olduğu biyomimikri seminerleri
- University of California - Berkeley Center for Green Chemistry
- Universidad Iberoamericana' da biyomimikri dersleri ve kursları
- University of Stuttgart's Instıtute of Building Structure and Structural Design' da biyomimikri ile ilgili projeler, araştırmalar.

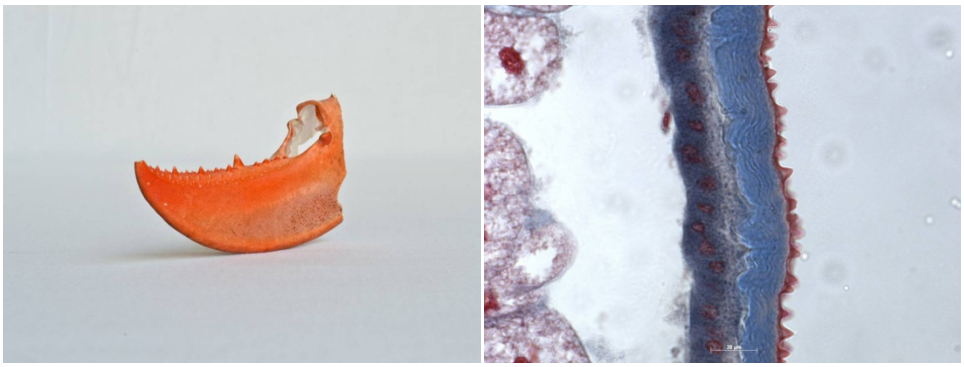
Üniversitelerde biyomimikri ile oluşturulan proje örnekleri:

- ICD - ITKE Research Pavilion, 2012, University of Stuttgart



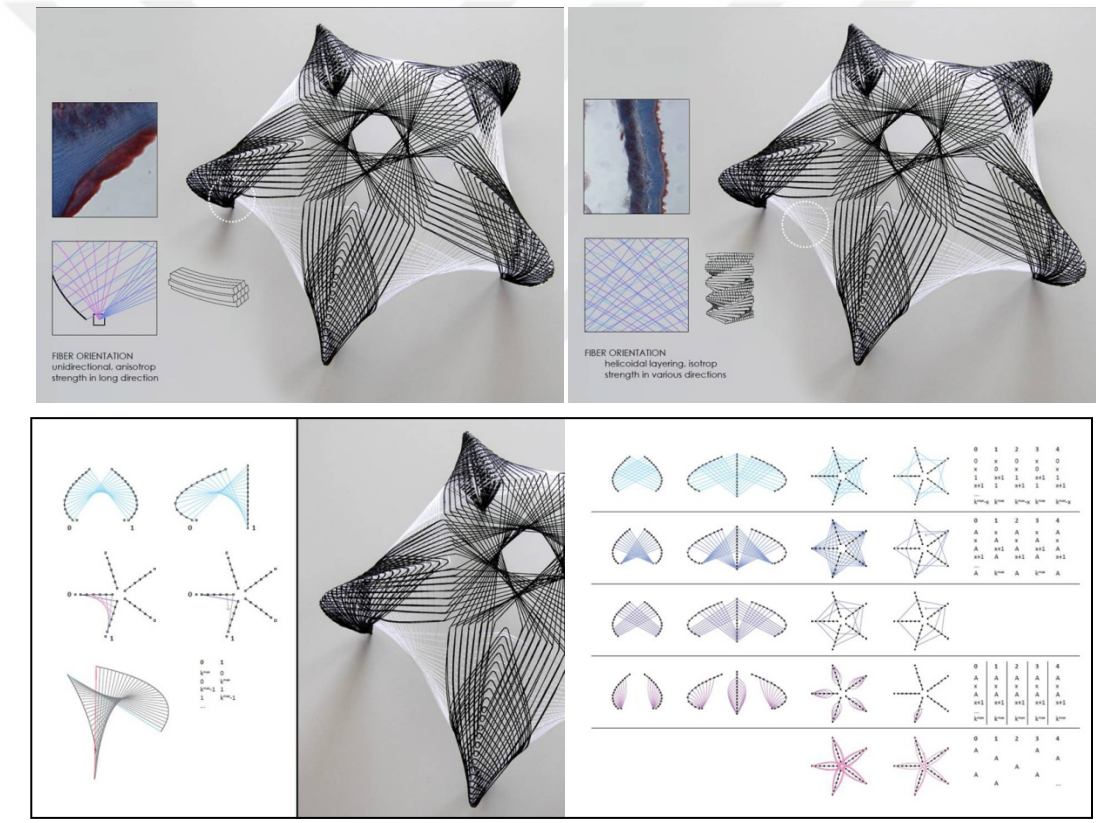
Şekil 3. 153 ICD - ITKE Research Pavilion 2012 [55].

ICD - ITKE Research Pavilion 2012 eğitim öğretim yılında, Stuttgart Üniversitesi, Mimarlık ve Kentsel Planlama Bölümü, hesaplamalı tasarım enstitüsünde; mimarların ve mühendislerin, Tübingen Üniversitesi'nden biyologlarla ortak çalışması sonucunda oluşturulmuştur. Projede amaçlanan eklem bacaklıların dış iskeletini araştırıp strüktürü sayısal ortamdan aktararak, robotlarla, karbon ve cam elyaf malzemelerini kullanarak üretime aktarmaktır [55].



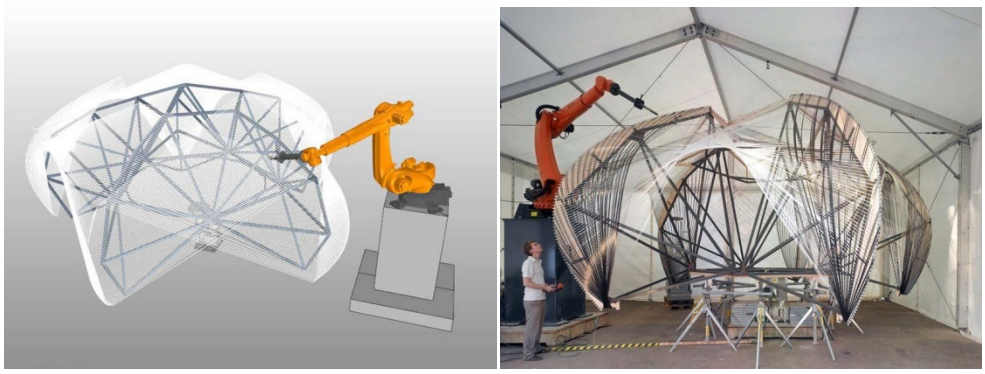
Şekil 3. 254 Eklembacaklı Dış İskelet Araştırmaları[55].

Proje için eklembacaklıların dış iskeleti araştırılmıştır. Böceklerin özellikle dış kabukları, mikroskobik ortamda analiz edilerek, malzeme özellikleri araştırılmıştır[55].



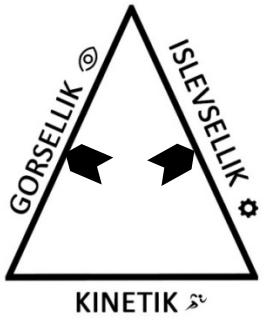
Şekil 3. 355 Sayısal Ortama Aktarım[55].

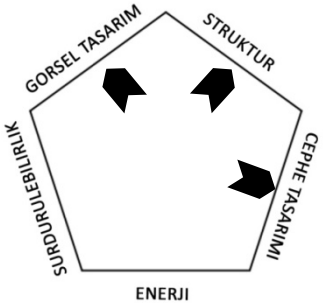
Hesaplamalı tasarım ile malzeme, biçim, yapı, imalat, strüktür ile ilişkilendirilmiştir. Cam elyaf oluşturulan strüktüre sardırılarak yarı saydam bir yapı oluşturulmuştur[55].



Şekil 3. 456 Robotik Üretim[55].

Proje sayısal ortamda oluşturulduktan sonra robotlar tarafından üretime geçirilmiştir[56x].





	BİYOMİMİKRİ	SAYISALORTAMA GİRİŞ
FİKİR	X	
TASARIM		X
PROJE		X
UYGULAMA		X

Şekil 3. 557 Research Pavilion' un (2012) Biyomimikri ile Mimari Alanda Kullanım İlişkisi

Bu projede sayısal ortama aktarılan parametrelerle biyomimikri işlevsel ve görsel alanlarda kullanılmıştır.

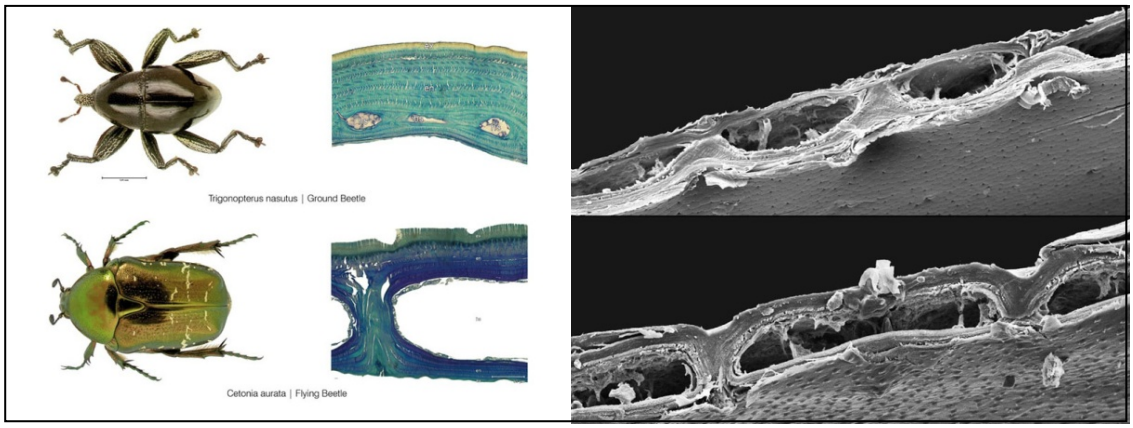
,

- ICD - ITKE Research Pavilion, 2013- 2014, University of Stuttgart



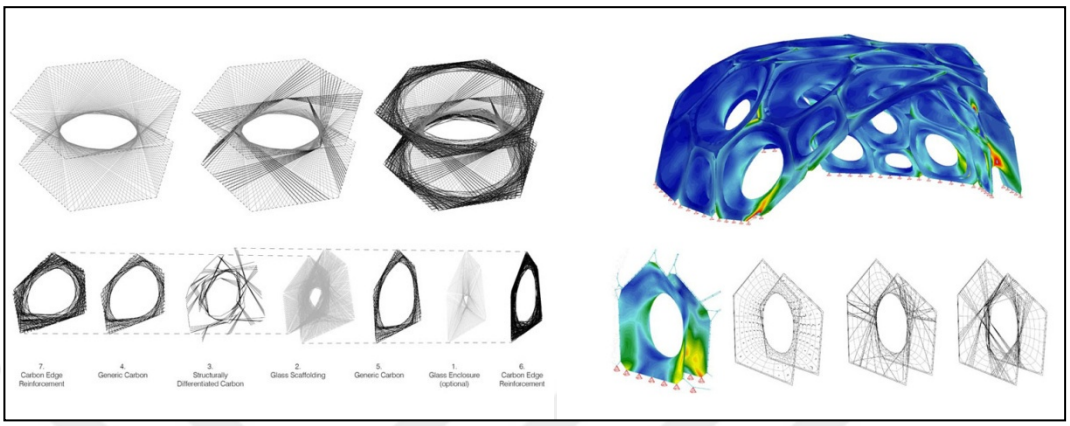
Şekil 3. 658 ICD - ITKE Research Pavilion 2013- 2014[56].

ICD - ITKE Research Pavilion 2013 - 2014 eğitim öğretim yılının yarısı süresince, Stuttgart Üniversitesi' nde; mimarların, mühendislerin, biyologların, paleontologların ortak çalışması sonucunda oluşturulmuştur. Projede asıl amaçlanan böcek liflerini inceleyerek, bunlara benzer, sağlam polimerler oluşturup, sayısal ortamdan aktarılarak, robotlarla, cam ve elyaf kullanarak üretime aktarmaktır [56].



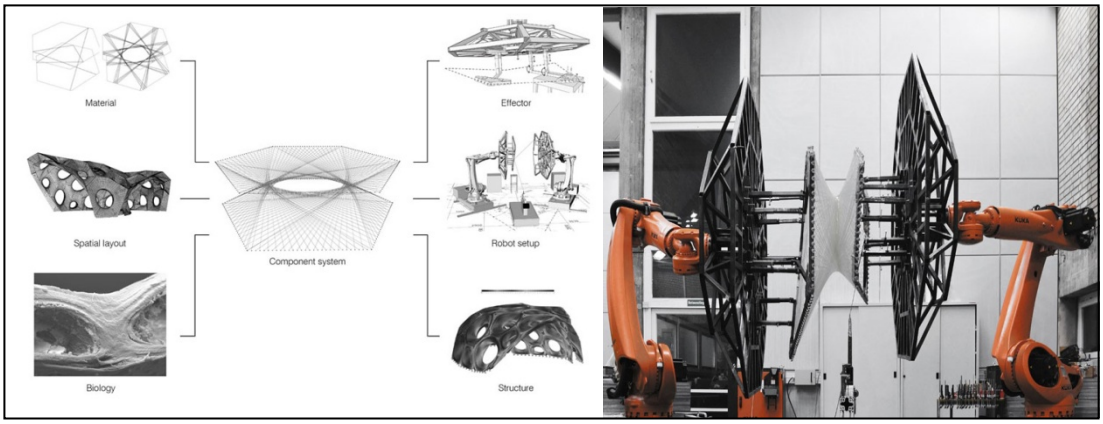
Şekil 3. 759 Böcek Araştırmaları[56].

Proje için kanatlı ve kanatsız olmak üzere Tübingen Üniversitesi' nden biyologlarla beraber birçok böcek araştırılmıştır. Böceklerin özellikle karın ve kanat kısımlarındaki kitin ve liflere odaklanılmış, sayısal ortama aktarılarak, mikroskobik ortamda karmaşık iç yapıları analiz edilmiştir[56].



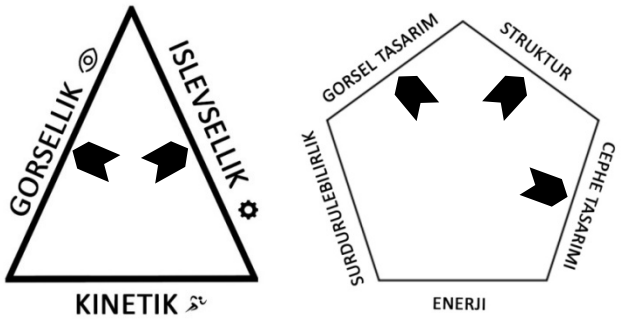
Şekil 3. 860 Sayısal Ortama Aktarım[56].

Hesaplamalı tasarım ile malzeme, biçim, yapı, imalat ilişkilendirilmiştir.Önce cam sonra karbon liflerinin sardırılarak oluşturulan geometrinin, çift katlı sağlam olmasına karar verilmiştir[56].



Şekil 3. 961 Robot Üretim [56].

Üretimde robotlar kullanılmışıtr. Öncelikle lifleri sarabilmek için karşılıklı iki adet çelik strüktür oluşturulmuştur. Hesaplamalı tasarım ile oluşturulan kod, robotlara aktarılmış, robotlar projenin parçalarını üretmiştir. Daha sonra üretilen parçalar birleştirilerek sonuç ürüne varılmıştır[56].

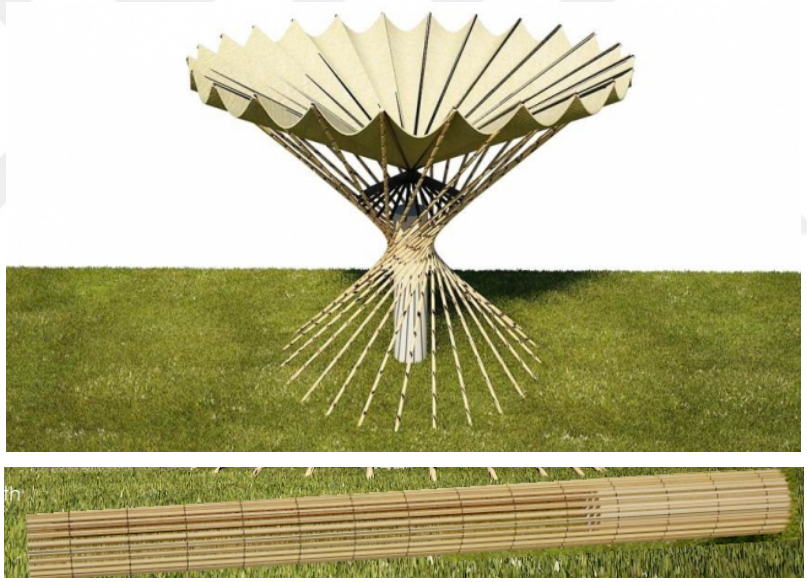


	BİYOMİMİKRİ	SAYISALORTAMA GİRİŞ
FİKİR	X	
TASARIM		X
PROJE		X
UYGULAMA		X

Şekil 3. 1062 Research Pavilion' un Biyomimikri ile Mimari Alanda Kullanım İlişkisi

Bu projede sayısal ortama aktarılan parametrelerle biyomimikri işlevsel ve görsel alanlarda kullanılmıştır.

- Autodesk, Sustainability Workshop, Chaac Ha Biomimetic Water Collector, 2013



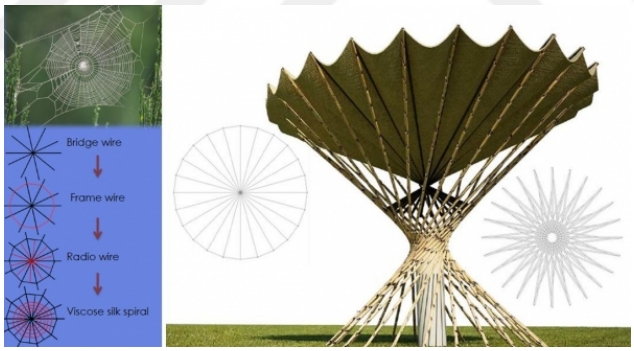
Şekil 3. 1163 Chaac Ha Biomimetic Water Collector[57].

Chaac Ha Water Collector, Autodesk' in yapmış olduğu sürdürülebilirlik workshopunda, yağmur toplayıcı olarak oluşturulmuştur. Proje, 2012 - 2013 yılı sürdürülebilirlik ödülü almıştır[57].



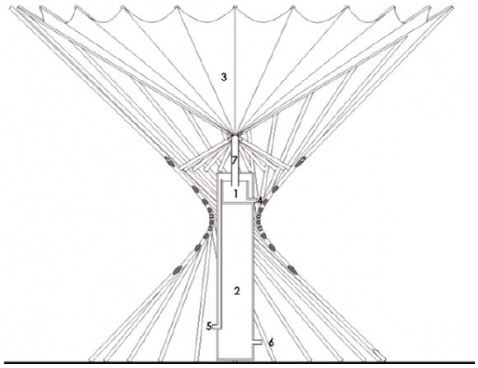
Şekil 3. 12 Bromeliad Bromeliad Yaprağı - 64Chaac Ha Biomimetic Water Collector[57].

Projenin yüzeyinde ve formunda, bromeliad yaprağının huni gibi aşağıya suyu yönlendirmesinden ve suyu en dibinde toplayıp, depo etmesinden ilham alınmıştır. Yüzeyde malzeme olarak temizlenmesi kolay ve ısıya dayanıklı olan teflon kullanılmıştır.

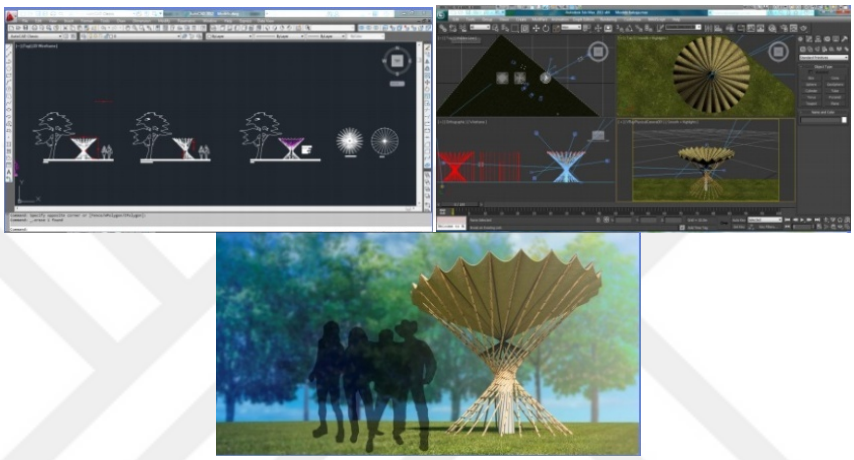


Şekil 3. 13 Örümcek Ağı 65Chaac Ha Biomimetic Water Collector İlişkisi[57].

Projenin radyal yapısı kullanılan teflonu desteklemektedir. Suyun depo edilme alanı ve aynı zamanda projenin strüktürü için, örümcek ağı araştırılmıştır. Örümcek ağının taşıyıcı sistemi projeye aktarılmıştır. Malzeme olarak bambu kullanılmıştır. Projenin açılıp kapanabilen bir yapısı vardır yani portatif olarak tasarlanmıştır. İstenilen her alanda kullanılabilir. Projeyi tasarlayanlar herhangi bir hesaplama yapmamışlar, fakat bir gecede minimum 2.5 litre su biriktirebileceğini düşünmüşlerdir.

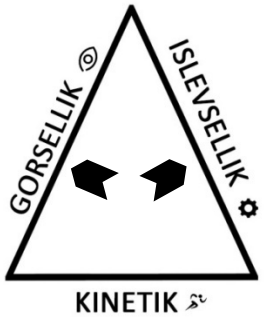


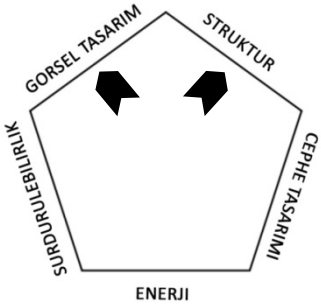
Şekil 3. 14 66Chaac Ha Biomimetic Water Collector Çalışma Şekli[57].



Şekil 3. 15 67Chaac Ha Biomimetic Water Collector Sayısal Ortam Çalışması[57].

Projenin sayısal ortam çalışmasında 2 boyut için Autocad, 3 boyut için 3ds Max programları kullanılmıştır.





	BİYOMİMİKRİ	SAYISALORTAMA GİRİŞ
FİKİR	X	
TASARIM		X
PROJE		X
UYGULAMA		X

Şekil 3. 16 68 Chaac Ha Biomimetic Water Collector' un Biyomimikri ile Mimari Alanda Kullanım İlişkisi

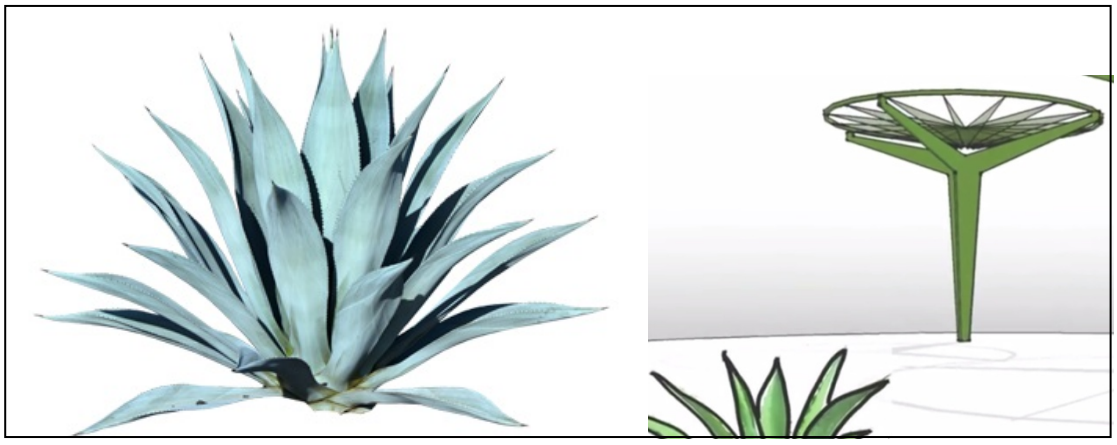
Bu projede sayısal ortama aktarılan parametrelerle biyomimikri işlevsel ve görsel alanlarda kullanılmıştır.

- Autodesk, Sustainability Workshop, Cactus Canopies, 2013



Şekil 3. 1769 Cactus Canopies[58].

Cactus Canopies, Autodesk' in yapmış olduğu yağmur suyu biriktirme, sürdürülebilirlik workshopunda oluşturulmuştur. Arizona State Üniversitesi' nden öğrenciler tarafından oluşturulmuştur[58].



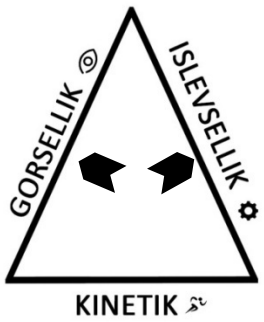
Şekil 3. 1870 Agave[58].

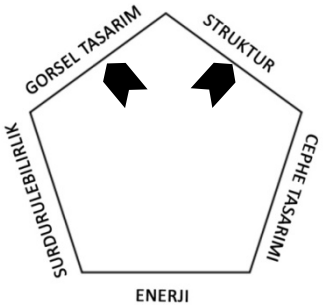
Projede kaktüs türevi olan agave bitkisinin su biriktirmesinden, yapraklarının açısı ile suyu yönlendirmesinden ilham alınmıştır[58].



Şekil 3. 1971 Cactu Canopies Tasarımı[58].

Projenin tasarım aşamasında yağış miktarı, sayısal yöntemlerle makro ve mikro olarak ölçülmüş, ürün bu parametrelerle oluşturulmuştur. Kanopi yağmurlu ve sıcak yaz günlerinde su biriktirmenin yanı sıra küçük gölgeler de yapmaktadır. Çevre ile uyumlu bir tasarımdır. Yağmur olmayan günlerde istediği zaman kapatılabilme özelliğine sahiptir[58].





	BİYOMİMİKRİ	SAYISALORTAMA GİRİŞ
FİKİR	X	
TASARIM		X
PROJE		
UYGULAMA		

Şekil 3. 20 72 Cactus Canopies' in Biyomimikri ile Mimari Alanda Kullanım İlişkisi

Bu projede sayısal ortama aktarılan parametrelerle biyomimikri işlevsel ve görsel alanlarda kullanılmıştır.

3.2 Biyomimikrinin Pozitif ve Negatif Yönleri

Canlılar doğada yaşarlar. Doğayı tahrip etmek dünyanın yavaş yavaş sonuna gelmek demektir. Doğayı korumak için sürdürülebilirlik şarttır.

Sürdürülebilir Olan Biyomimikrinin Pozitif Yönleri:

- Sürdürülebilirliğin yapı taşıdır.

- Doğayı korumaya yardımcıdır.
- Çevreyle dosttur.
- Ekosistemi öğretir.
- Doğanın nimetlerinden faydalanmamıza yardımcı olur.
- Doğada var olan özellikleri, mekanizmaları, stratejileri yoktan var etmemize gerek olmadığını, onların zaten var olduğunu gösterir.
- Bizi araştırmaya sürükler.
- Her zaman yenilikçidir.
- İşbirliği içerisinde olmayı öğretir.
- Çözüm odaklıdır.
- Teknolojiyi sonuna kadar kullandırır.

Biyomimikrinin Negatif Yönleri:

- Yapısı gereği; bilginin, biyolojiden, mimarlık ve mühendislik disiplinlerine aktarılması doğrusal olmayan bir süreç olması sebebiyle çeşitli sorunlar doğurur.
- Birçok bilimi ilgilendirdiği için fikir ayrılıklarına neden olur.
- Biyomimikri ile ilgili üretim yapmak alışılmadık olduğu için problemlidir.
- Yeni bir tanım olduğu için bir kısım bilim adamı tarafından kabul görmemektedir.

3.3 Mimarlık Eğitiminde Biyomimikriye Nasıl Yer Verebiliriz?

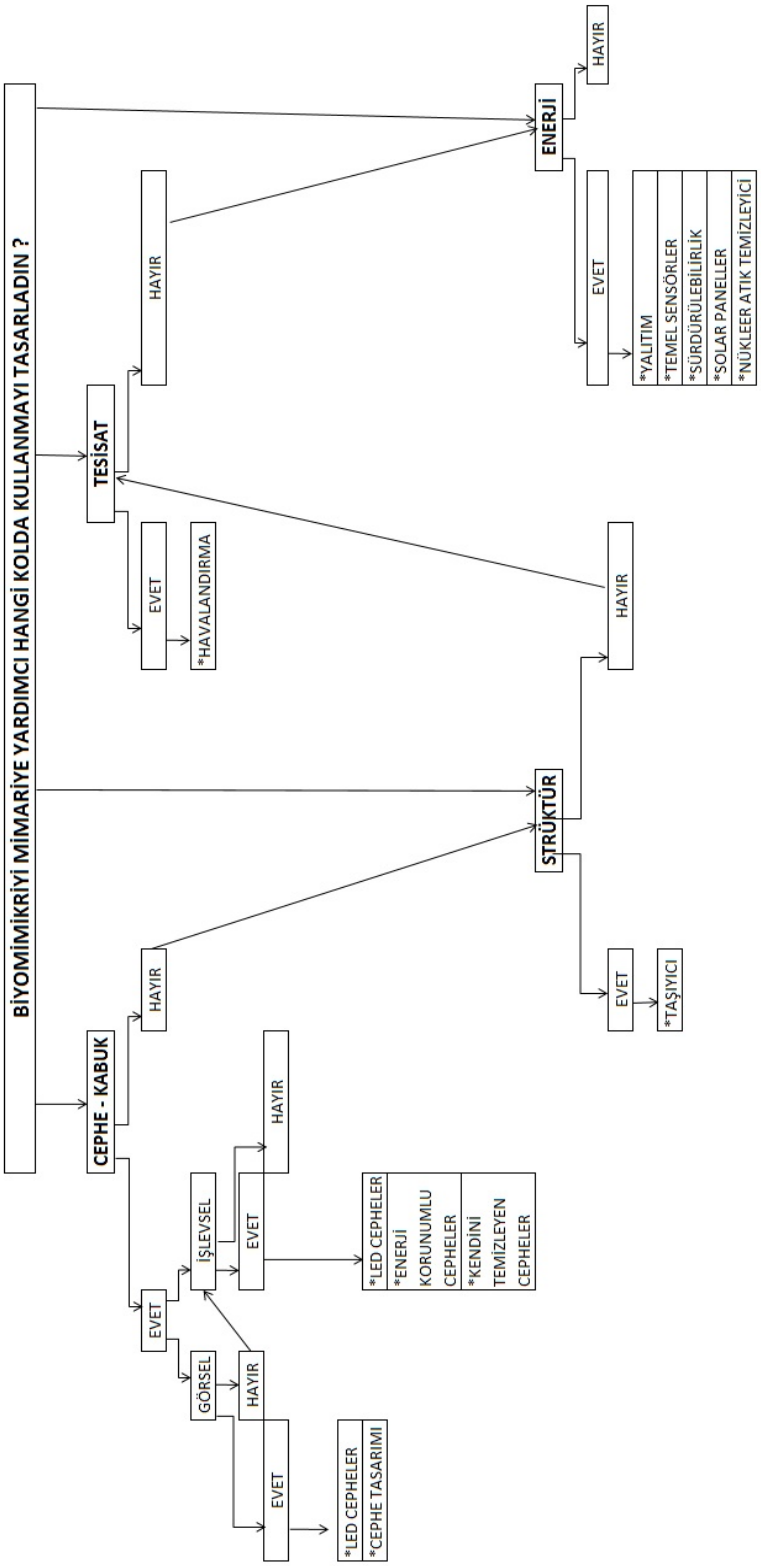
Mimarlık eğitimi gün geçtikçe kendini yenileyerek gelişmektedir. Geleneksel yöntemlerle başlanan mimarlık eğitimine, sayısal ortam çalışmaları ile devam edilmektedir. Sayısal ortamda yapılan projeler, mimariyi kendi içerisinde ve çevresel etmenler dahil her yönüyle irdelememize yardımcı olmaktadır. Mimarlık yalnızca tasarlamak, proje çizmek değil bunlarla beraber, üretmek, uygulamak, inşaa etmek ve tüm bunları çevreye zarar vermeden yapabilmektir. Biyomimikriyi kullanarak doğaya zarar vermeyi en aza indirgeyebiliriz.

Mimarlık fakültelerinde biyomimikri anlatımı yetersizdir. Bazı yüksek lisans, doktora öğrencileri kendi çabalarıyla araştırmaktadır. Fakat böyle olmamalı, geleceğimiz için fazlasıyla kullanımına ihtiyacımız olan biyomimikri henüz eğitim aşamasında öğretilmelidir.

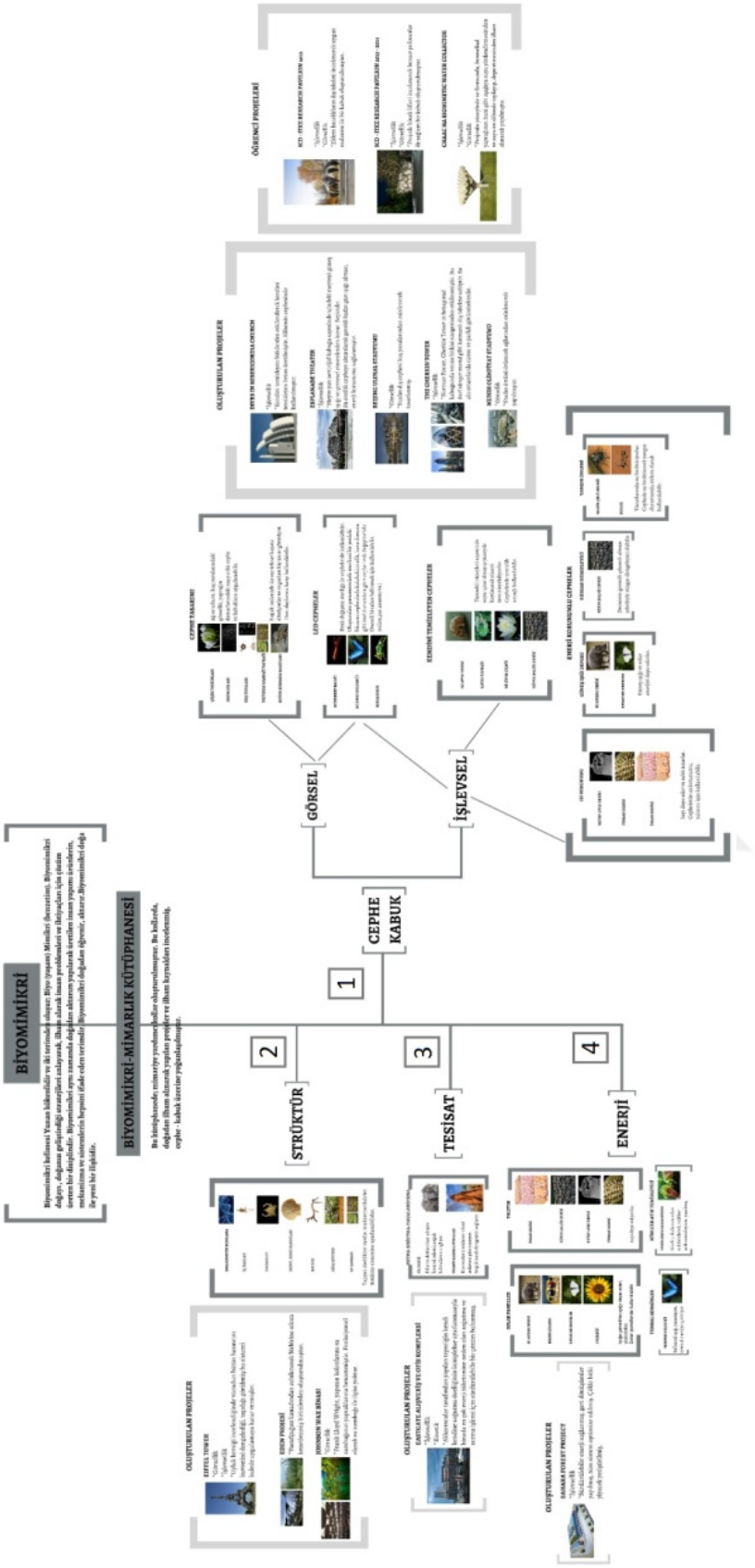
Eğitimde Biyomimikriye Nasıl Yer Verebiliriz;

- Lisans eğitiminde başlangıç bilgi verilmeli, yüksek lisans eğitiminde detaya girilmeli.
- Doğanın değeri anlatılmalı.
- Biyoloji ve doğa bilimleri kürsülerinden dersler alınmalı, müfredata eklenmeli.
- Biyologlarla ortak çalışılmalı, projeler yapılmalı.
- Öğretim görevlileri eğitilmeli, öğrencileri biyomimikri ile çalışmaya yönlendirmeli.
- Literatür araştırması yapılmalı.
- Müfredata sürdürülebilirlik dersleri eklenmeli.
- Biyomimikri ile ilgilenen bilim adamları, mimarlar vs. seminerler vermeli.
- Dünya' da biyomimikri ile ilgilenen okullarla öğrenci değişimi yapılmalı.
- Çeşitli workshoplar yapılmalı.
- Proje derslerinde sürdürülebilirliğe önem verilmeli, biyomimikri kullanılmalı.
- Biyomimikri ile ilgili laboratuarlar kurulmalı.
- Biyomimikri merkezleri kurulmalı.
- Uygulamalı eğitime geçilmelidir.

3.3.1 Eğitimde Biyomimikriyi Anlatmaya Yardımcı Uygulama



Şekil 3. 21 73 Biyomimikrinin Mimariye Yardımcı Kollarda Kullanım Algoritması



Şekil 3. 22 74 Biyomimikri Mimarlık Kütüphamesi Tablosu

Şekil 3. 23 75 Biyomimikri Cephe - Kabuk İlişkisi

Şekil 3. 24 76 Biyomimikri Strüktür İlişkisi

Şekil 3. 25 77 Biyomimikri Tesisat İlişkisi

Şekil 3. 26 78 Biyomimikri Enerji İlişkisi

Oluşturulan biyomimikri-mimarlık kütüphanesinde; mimarinin yardımcı kollarına doğadan aktarım yapılan canlılar ce özellikleri üzerinde durulmuştur. Aynı zamanda ilham alınarak yapılmış proje örnekleri vardır. Cephe kabuk bölümünde ise biyomimikri öğrencilerine örnek olabilmesi için, yapılmış öğrenci projeleri bulunmaktadır. Tezdeki bilgileri toparlama niteliğinde oluşturulmuştur. Öğrenciler buradan hangi mimari eleman üzerinde çalışmak istiyorsa ona bakabilecek, canlıların çeşitli özelliklerinden ilham alınmış projeleri inceleyebilecektir. Aynı zamanda mimarlık derslerinde biyomimikriyi anlatmaya yardımcı olacaktır.

Bu kütüphanede öğrencilerin literatür araştırmasına yardımcı olması, biyomimikri ile neler yapılmış öğrenmeleri, yapacakları projelere ilham kaynağı olarak, yeni canlıları araştırmaları amaçlanmıştır.

Uygulama prezide oluşturulmuştur. (prezi/ irem ileritürk/ biyomimikri - mimarlık kütüphanesi)

BÖLÜM 4

SONUÇ VE ÖNERİLER

Biyomimikri doğadan öğrenmektedir. Doğadaki canlılar, dışarıdan hiç bir yardım olmadan yaşamlarını sürdürebilmektedir. Doğadaki canlıların problem çözümleri insanları doğayı araştırıp taklit etmeye itmiştir. Doğayı taklit etmek yalnızca görseli kopyalamak değil, işlevi de aktararak probleme çözüm olmaktır. Biyomimikri ağırlıkla; mimarlık, mühendislik, tasarım, tıp, enerji alanlarında tercih edilmektedir. Mimarlıkta; mimari tasarım, strüktür, malzeme, tesisat, cephe, enerji sistemlerinde kullanılmaktadır. Doğanın düzenini bozmadan, zarar vermeden proje yapabilmek için mimaride biyomimikriyi uygulamak gerekir. Mimari açıdan biyomimikriyi ilerletmek için eğitimde biyomimikriye yer verilmelidir. Dünyadaki mimarlık okullarının çoğunda biyomimikri ile ilgili dersler, seminerler verilmekte, laboraruar çalışmaları yapılmaktadır. Bu tezde, biyomimikri ile ilgilenen okullar ve neler yaptıkları araştırılmış, ülkemizde biyomimikriye eğitimde nasıl yer verebileceğimiz tartışılmıştır.

Sonuç olarak prezi programı kullanılarak eğitime ve öğrencilere yardımcı biyomimikri mimarlık kütüphanesi oluşturulmuştur. Bu uygulamanın amacı; bugüne kadar biyomimikri mimarinin hangi alanarında kullanılmış, hangi canlıların hangi özelliklerinden ilham alınmış, sonuçta hangi projeler üretilmiş, tüm bu soruların cevabını öğrencilere göstermektir. Bu uygulama henüz başlangıç aşamasıdır. Öğrencilerin fikir edinebilmesi için oluşturulmuş olup daha fazla örnek katkısı ile geliştirilebilir. İleride parametrelerle desteklenip, uygulama sürecine yardımcı program oluşturulabilir.

KAYNAKLAR

[1] Benyus ,J. M.,(1997). Innovation Inspired by Nature, Harpern Collins Publishers, New York.

[2] A Biomimicry Primer, http://biomimicry.net/b38files/A_Biomimicry_Primer_Janine_Benyus.pdf, 10 Şubat 2015.

[3] Pedersen Zari. M T G. Biomimetic Approaches to Architectural Design for Increased Sustainability :The SB07 NZ Sustainable Building Conference Auckland, The Conference. (2007).

[4] Beyaztaş, H.S., (2012). Mimari Tasarımda Ekolojik Bağlamda Biçim ve Doğa İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[5] Pawlyn, M., (2011). Biomimicry in Architecture, RIBA Publishing, UK. http://www.arkitera.com/haber/19038/mimaride-biyomimikri, 10 Mart 2015.

[6] Gamage,A. ve Hyde,R., (2006) "Can Biomimicry, as an approach, enhance Ecologically Sustainable Design (ESD)", Faculty of Architecture, Design and Planning University of Sydney, NSW 2006, Australia

[7] Boğa, M., (2013). Tasarımda Doğal Analoji: Endüstri Ürünleri Tasarımı Öğrencilerinin Yaklaşımı Üzerine Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Lodato, F. (2005)." The Nature of Design", Design Management Review, 16(1):56-61

[8] http://valhallamovement.com/biomimicry /, 18 Haziran 2015.

[9] Biomimicry Institute, 2007. "Biomimicry: A tool for innovation (The Design Spiral)". Missoula, MT. Retrieved from http://www.biomimicryinstitute.org/about-us/biomimicry-a-tool-for-innovation.html. 13 Mayıs 2014.

[10] Doğadan İlham Almanın Tarihi, http://www.altugeti.com/dogadan-ornek-almanin-tarihi/, 10 Nisan 2015

[11] Selçuk, S., A., (2009). Proposal for a Non- Dimensional Parametric Interface Design in Architecture: A Biomimatic Approach, The Degree of Doctor of Philosophy, The Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical UNiversity, Ankara

[12] Yeşilyurt, E., (2008). Biyoloji Temelli Bilimsel Kuramlar ile Mimari Tasarım İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

[13] https://en.wikipedia.org/wiki/Sagrada_Fam%C3%ADlia, 12 Nisan 2015

[14] http://www.archdaily.com/397949/ad-classic-the-crystal-palace-joseph-paxton, 22 Eylül 2015

[15] https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Paxton, 25 Eylül 2015

[16] Krishnakumar, V., (2011-2012), "Biomimetic Architecture", University of Kansas http://www.empiricalzeal.com/2015/03/09/eiffel-tower/#more-3579, 18 Ağustos 2015.

[17] Rankouhi, A, R, (2012), Naturally Inspired Design Investigation into the Application of Biomimicry in Architectural Design, The Degree of Master of Architecture, The Pennsylvania State University, Pennsylvania

[18] http://www.thenaturelabs.com/article.php?id=55, 05 Mayıs 2016

[19] http://www.archdaily.com/90519/ad-classics-s-c-johnson-and-son-administration-building-frank-lloyd-wright, 11 Mart 2016

[20] Williams, C., "Biomimicry in the Built Environment", Department of Architecture & Civil Engineering, University of Bath

[21] http://www.edenproject.com/eden-story/behind-the-scenes/architecture- at-eden, 28 Kasım 2015.

[22] http://saharaforestproject.com/, 28 Kasım 2015.

[23] Pawlyn, M., (2011). Biomimicry in Architecture, RIBA Publishing, UK.

[24] http://www.archdaily.com/20105/church-of-2000-richard-meier, 14 Haziran 2015.

[25] https://en.wikipedia.org/wiki/Esplanade_%E2%80%93_Theatres_ on_the_Bay, 16 Haziran 2015.

[26] http://www.biomimetic-architecture.com/2010/biomimetic-shading-techniques-of-the-esplanade-theatre/, 17 Mayıs 2015.

[27] http://www.archdaily.com/157658/ad-classics-expo-58-philips-pavilion-le-corbusier-and-iannis-xenakis, 19 Mayıs 2015.

[28] http://vincent.callebaut.org/page1-img-dragonfly.html, 15 Haziran 2015

[29] http://www.exploration-architecture.com/projects/the-mobius-project, 09 Ekim 2015.

[30] http://www.exploration-architecture.com/projects/biomimetic-office-building, 09 Ekim 2015.

[31] http://www.fosterandpartners.com/projects/30-st-mary-axe/, 02 Mart 2016.

[32] http://freshtraveldestinations.com/beijing-national-stadium-birds-nest-china/, 10 Eylül 2015.

[33] http://www.mcgill.ca/architecture/files/architecture/BiomimicrySSEFessay20. 27 Aralık2015.

[34] https://beijingbirdsnest.wordpress.com/structural-systems/structural-design/, 10 Eylül 2015.

[35] http://inhabitat.com/building-modelled-on-termites-eastgate-centre-in-zimbabwe/, 03 Kasım 2015

[36] https://biomimicron.wordpress.com/2012/11/23/the-5-great-biomimicry-applications-series-plants-4/, 25 Ekim 2015.

[37] http://www.archidiap.com/opera/palazzetto-dello-sport/, 18 Ocak 2016.

[38] https://www.youtube.com/watch?v=AygeMDqQgEM, 18 Ocak 2016.

[39] Mimarlıkta Morfogenetik Tasarım ve Öncü Örnekler, http://www.mimarlikdergisi.com/index.cfm?sayfa=mimarlik&DergiSayi=390&RecID=3354, 19 Mart 2016.

[40] Öksüz, E., B., (2013). Mimarlıkta Ağ Topolojileri ve Alometri Bağlamında Morfogenetik Tasarım, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[41] Erdoğan, E. ve Sorguç, G., A., (2011). "Hesaplamalı Modeller Aracılığıyla Mimari ve Doğal Biçim Türetim İlkelerini İlişkilendirmek", METU JFA, (28:2) 269-281.

[42] https://en.wikipedia.org/wiki/Lotus_effect, 02 Şubat 2016.

[43] http://www.fotografturk.com/nilufer-cicegi-p254376, 05 Şubat 2016.

[44] De Young, D. ve Hobbs, D., (2009). Discovery of Design, Master Books, USA.

[45] https://biomimicry.org/biomimicry-examples/, 10 Nisan 2015.

[46] Bar Cohen, Y., (2005). "Biomimetics: mimicking and inspired by biology". Proceedings of the SPIE Smart Structures Conference, San Dİego, termitlerCA. ABD. SPIE Vol. 5759-02.

[47] http://www.radikal.com.tr/cevre/orumcek-aginin-sifresi-cozuldu-1171117/, 02 Mayıs 2015.

[48] http://www.asknature.org/strategy/1d00d97a206855365c038d57832ebafa, 13 Şubat 2015.

[49] https://en.wikipedia.org/wiki/Bat, 03 Mayıs 2015.

[50] http://www.populerbilgi.com/genel/biyomimetik_ses_titresim.php, 03 Mayıs 2015.

[51] http://www.webmasto.com/dogadan-ilham-alan-inovasyon-biyomimikri, 14 Mart 2015

[52] http://www.dw.com/tr/robot-%C3%A7a%C4%9F%C4%B1/a-2702187-0, 17 Mayıs 2015.

[53] http://thedinnerconcierge.com/summer-dinner-menus/linguine-vongole-other-things, 02 Mart 2016.

[54] Erbaşkorur, Z., N. ve Yüksel, Y., D., (2013). "Genetik Biliminin Mimarlık Disiplini Üzerindeki Etkileri", İTÜ

[55] ICD / ITKE Research Pavillion, 2012, Faculty of Architecture and Urban Planning, University of Stuttgart, http://icd.uni-stuttgart.de/?p=8807, 18 Mayıs 2016.

[56] ICD / ITKE Research Pavillion, 2013 - 2014, Faculty of Architecture and Urban Planning, University of Stuttgart, http://icd.uni-stuttgart.de/?p=11187, 18 Mayıs 2016.

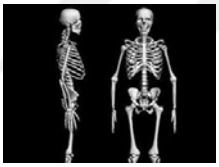
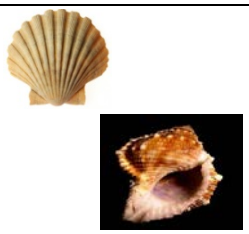
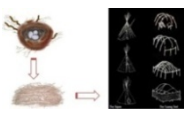
[57] Chaac Ha Water Collector http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/project-gallery/chaac-ha-biomimetic-water-collector, 12 Haziran 2016.

[58] Cactus Canopies http://2012.biomimicrydesignchallenge.com/gallery/entry/92 , 01 Ağustos 2016. https://vimeo.com/55739384, 01 Ağustos 2016.

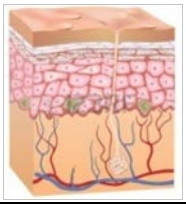
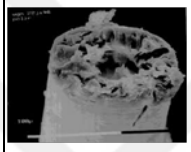
EK-A

BİYOMİMİKRİ İLE AKTARIM YAPILIRKEN KULLANILAN MALZEME ÖRNEKLERİ VE KULLANIM ALANLARI:

Çizelge EK-A. 8 İskelet Sistemi ve Kabukların Biyomimikri ile Aktarımı

İSKELET ve KABUKLAR			
CİNSİ	FOTOĞRAF	ÖZELLİKLERİ	KULLANIM ALANLARI
DNA, GENETİK KODLAMA		*Bilgi depolar.	TAŞIYICI STRÜKTÜR
İÇ İSKELET (insan iskeleti)		*Vücudun, gövdenin dik durmasın sağlar. *Vücudun taşıyıcısıdır.	
DIŞ İSKELET (yengeç iskeleti)			
MİDYE, DENİZ KABUKLARI		*Kıvrımlar, oluklar sayesinde mukavemetlidirler.	
BOYNUZ			
KUŞ YUVALARI		*Kuşlar yuvalarını dal toplayarak oluştururlar. Bu şekilden strüktürden esinlenilerek çadırlar, bina kabukları oluşturulmuştur.	*ÇADIRLAR *BİNA KABUKLARI

Çizelge EK-A. 9 Derinin Biyomimikri ile Aktarımı

DERİ					
CİNSİ	FOTOĞRAF	MALZEME ÖZELLİKLERİ	AŞAMALAR/ ARAŞTIRMALAR	AMAÇ/ ETKİ	KULLANIM ALANLARI
İNSAN DERİSİ		*En esnek ve büyük organ *Hissiyatı yüksek (acı,ısı,basınç dayanımı) *Koruyucu *Vücuda zararlı, gereksiz mikrop vs. ter yolu ile atar. *Vücut ısısı bellidir.	*Mikroskobik araştımalar *Fiziksel incelemeler *Vücuttaki görevini araştırmak	*Isıyı absorbe eder. Isıyı sabit tutar. (Damar yerine ısı kanalları ile.) *Temiz hava sağlar.	*CEPHE SİSTEMLERİ *YALITIM
KÖPEK BALIĞI DERİSİ		*Aerodinamik *Derisi girintili çıkıntılı *Bakterileri tutuyor. *Ortama göre cevap veriyor. *Korumacı		*Rüzgar dengeleyici olabilir. *Suyu, karı, pisliği, yağı yüzeyde tutmaz.	*CEPHE SİSTEMLERİ *YALITIM *YÜZME KIYAFETLERİ
KUTUP AYISI DERİSİ		*Deri 3 katlıdır. (En dışta beyaz tüyler, siyah deri, deri altı tüy tabakası) En alt katman ısıyı depo eder. *Çevresel etmenlerden koruyucu *Postu mor ve ötesi ışığı emer. Işığı ve ısıyı yansıtır.		*Enerji korunumu sağlar. *Işık yayınımı (gölge oluşturur.)	*CEPHE SİSTEMLERİ *YALITIM *ENERJİ KORUNUMU
TİMSAH DERİSİ		*Su kaybını engeller. *Hareketlidir. *Isıyı düzenler. *Flextir.		*Güneşten korur. *Derinin mozaik gibi farklı ölçekte pulları gölge sağlar. *Isıyı doğal hava alışverişi ile düzenler.	*CEPHE SİSTEMLERİ *YALITIM
FİL DERİSİ		*Fillerin derileri kan akışını kontrol ederek soğuk kalmalarını sağlıyor.		*Kalorifer tesisatlarında suyun ısınması-soğumasında kullanılabilir.	*ISITMA-SOĞUTMA (KALORİFER) TESİSATI
SU AYGIRI DERİSİ		* Zamanının çoğunu su altında geçirdiği için su üzerine çıktığında derisinde bulunan 2 pigment sayesinde UV ışığı absorbe eder.		*Enerji korunumu sağlar. *Gün ışığından faydalanarak enerji depolar.	*CEPHE SİSTEMLERİ *ENERJİ KORUNUMU
SU AYISI DERİSİ		*Kendini temizleyebiliyor.		*Kendini temizleyen cepheler oluşturulabilir.	*CEPHE SİSTEMLERİ

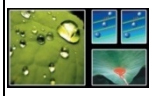
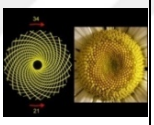
Çizelge EK-A. 10 Hayvan Türlerinin Biyomimikri ile Aktarımı

HAYVAN					
CİNSİ	FOTOĞRAF	ÖZELLİKLERİ	AŞAMALAR/ ARAŞTIRMALAR	AMAÇ/ETKİ/YAPILABİLECEKLER /SONUÇ	KULLANIM ALANLARI
MÜREKKEP BALIĞI		* Kamufle olabilir. * Renk değişimi ile iletişim sağlar.		* Renk değişimi özelliği ile cephelerde kullanılabilir. Oluşturulan parametrelerle merkezi bir yerdeki binanın cephesinde, kalabalık,trafik, hava durumu vs. göre cephe renk değiştirebilir. Önemli binaları belirtmek için kullanılabilir.(müze,parlamento vs.)	*CEPHE KAPLAMASI
YALIÇAPKINI KUŞU		* Hızlı * Sessiz	*Tren saatte 300km ile giderken çok ses çıkardığı tespit edilmiş. Yalıçapkını kuşu araştırılmış. *Kuş üzerinde yapılan araştırmalar sonucu yalıçapkını kuşunun avını kaçırmadan yakalamak için gagasının yapısıyla bağlantılı olarak kurşun gibi sessiz ve hiç su çıkarmadan suya girdiğini görmüşler.	* Araştırmalar sonucu hızlı trenin burun kısmı yalıçapkını kuşundan esinlenerek tasarlanmış.	TheShinkansenBullet Train
MORPHO KELEBEĞİ		* Parlak * Infrared ışığı yansıtıyor, temel enerjiye çeviriyor.	* Kelebeğin kanadı nano ölçekte incelendiğinde parlak, enerjik, yanar döner olduğu, kanatlarında kitin olduğu keşfedilmiş.	* Led ekranlar morpho kelebeği kanadından esinlenerek üretilmiş.	*TEMEL SENSÖRLER *LED CEPHELER
BUKALEMUN		* Kamufle olabilir. * Renk değişimi ile iletişim sağlar. * Isıyı düzenler.		* Renk değişimi özelliği ile cephelerde kullanılabilir. Oluşturulan parametrelerle merkezi bir yerdeki binanın cephesinde, kalabalık,trafik, hava durumu vs. göre cephe renk değiştirebilir. Önemli binaları belirtmek için kullanılabilir.(müze,parlamento vs.)	*CEPHE KAPLAMASI
MOLOK (dikenli sürüngen)		*Vücudunda su depo eder. Derisi ıslaktır. (İhtiyacı olan suyu yağmur ve duran sulardan sağlar ve depo eder.) * Derisi çevresel etmenlere koruyucudur.		* Cephede su biriktirerek yangına bariyer olur. * Isıyı düzenler.	* CEPHE SİSTEMLERİ

Çizelge EK-A. 11 Hayvan Türlerinin Biyomimikri ile Aktarımı Devamı

HAYVAN					
CİNSİ	FOTOĞRAF	ÖZELLİKLERİ	AŞAMALAR/ ARAŞTIRMALAR	AMAÇ/ETKİ/YAPILABİLECEKLER /SONUÇ	KULLANIM ALANLARI
NAMİB ÇÖLÜ BÖCEĞİ		* Çok nadir yağan yağmur suyunu biriktirir.		* Cephede su biriktirir. * Pencerelerde buğu oluşturmaz. * Pencerelerde damla tutmaz.	* CEPHE SİSTEMLERİ
GECKO KERTENKELESİ		* Ayaklarının altında milyonlarca tüycük sayesinde her yere tutunabildiği görülmüş.		* Ayaklarının altında bulunan milyonlarca tüycük taklit edilerek yapıştırıcı bant üretilmiş.	* GECKO TAPE
BÖCEK GÖZLERİ		* Yansıtıcıdır. * Gözleri gerekli ışığı alır. * Seçicidir.		* Solar panellerde kullanılabilir.	* CEPHE SİSTEMLERİ
KURBAĞA, KUTUP BALIKLARI		* Soğuk nedeniyle donup tekrar hayata dönüyorlar ve organları hiç zarar görmüyormuş.		* Çok soğuk iklime sahip yerlerde don olaylarına karşı çatı ve cephelerde kullanılabilir.	* CEPHE SİSTEMLERİ * ÇATI SİSTEMLERİ
MİDYE		*Kayalara yapışma özelliği		*Midyelerde bulunan proteinlerin DNA sı kopyalanarak yapıştırıcı bakteriler üretildi.Bu yapıştırıcıların organ nakillerinde önemli rol oynayacağı planlanmaktadır.	*TIP
YARASA		*Güçlü frekans *İletişim		*Yarasaların çok frekanslı iletişim ile güçlü radarlar yapılmaktadır.	*İLETİŞİM
BAYKUŞ		*Sessiz uçmaları		*Shinkansen hızlı treninde de sessiz uçmalarından dolayı incelenen baykuşları rüzgargülü mühendisleri de incelemiştir. Tüylerin sesi kestiğini bulmuşlar, rüzgargüllerinde biyomimikriketkisi kullanılmıştır.	*ENERJİ
BEYAZ KELEBEKLER		* Kanatları direk gelen günışığını reflekte ediyor. *Kanatları arasındaki açı sayesinde solar enerjiyi vücutlarında depo edebiliyor.		*Enerji korunumu sağlar. *Gün ışığından faydalanarak enerji depolar.	*CEPHE SİSTEMLERİ *ENERJİ KORUNUMU

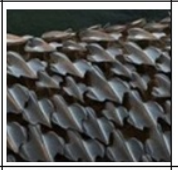
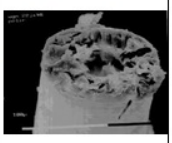
Çizelge EK-A. 12 Bitkilerin Biyomimikri ile Aktarımı

BİTKİLER					
CİNSİ	FOTOĞRAF	ÖZELLİKLERİ	AŞAMALAR/ ARAŞTIRMALAR	AMAÇ/ETKİ/YAPILABİLECEKLER /SONUÇ	KULLANIM ALANLARI
LOTUS YAPRAĞI		* Kendini temizler. (Tümsekli yüzeyi sayesinde suyu içine almayıp yüzeyde kaydırarak temizlik yapyor.) *Suya dirençli.		* Kendi kendini temizleyen cepheler oluşturulabilir.	*CEPHE SİSTEMLERİ
ÇINAR TOHUMLARI		*Çınar tohumları bir köpeğin tüylerine yapışınca araştırılmış ve tohumlardaki dikensilerin kanca gibi olduğu gözlemlenmiştir.		* Çınar tohumlarının dikenlerinin kanca gibi olması taklit edilerek velcro üretilmiş.	*VELCRO (CIRT CIRT)
AĞAÇ GÖVDESİ		* Ağacı ayakta tutar.		* Ağaç gövdesi ve dallarından esinlenerek yapı strüktürü oluşturulabilir.	* TAŞIYICI SİSTEM (STRÜKTÜR)
KAKTÜS		* İçlerinde su biriktirirler.		* Kaktüslerin içinde su biriktirmesi incelenip yağmur suyu toplama, atık suyu toplamada kullanılabilir.	*SÜRDÜRÜLE-BİLİRLİK *GERİ DÖNÜŞÜM
AYÇİÇEĞİ	 	* Ayçiçeğindeki spiralleri sayınca fibonacci dizisi çıkıyormuş. Sağdan sola ve soldan sağa sayılınca eşittir. (*Fibonacci dizisi, her sayının kendinden öncekiyle toplanması sonucu oluşan bir sayı dizisidir.) *Güneşe yönelirler.		* Ayçiçeğindeki spiralleri sayınca fibonacci sayısı çıkıyormuş. Sağdan sola ve soldan sağa sayılınca eşittir. * Fibonacci dizisi ile spiraller oluşturulur. *Ayçiçeğinin güneşe yönelmesi ile daha çok enerji kazanımı sağlamak isteyen bilim adamları solar panellere güneş algılayıcı yerleştirmişler. Böylece panellerle güneşin olduğu her zaman enerji kazanımı sağlanılmış.	*SPİRAL OLUŞTURMA FORMÜLÜ *SOLAR PANELLER
KOZALAK ANANAS KARNABAHAR		* Bu bitkiler de incelendiğinde fibonacci dizisi elde edilmiş.		* Fibonacci dizisi ile spiraller oluşturulur.	*SPİRAL OLUŞTURMA FORMÜLÜ
MERCANLAR		*Karbon ve farklı elementlerden oluşuyorlar. *Sert ve mukavemetlidir.		*Mercanlar incelenip çimentoya uyarlandığında bugüne kadar yapılan çimentolardan daha iyi çimento elde edileceği düşünülmektedir.	*STRÜKTÜRE YARDIMCI
NİLÜFER ÇİÇEĞİ		*Kendini temizler.		* Kendi kendini temizleyen cepheler oluşturulabilir. * Kendini temizleyen akıllı halı üretilmiştir.	*CEPHE SİSTEMLERİ *DİĞER
VENÜS SİNEK KAPAN BİTKİSİ		*Sinekleri yakalıyor.		*Sinek yakalamasından esinlenilerek, nükleer atık temizleyicisi yapılmış.	*NÜKLEER ATIK TEMİZLEYİCİSİ

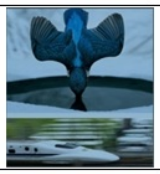
EK-B

BİYOMİMİKRİ İLE AKTARIM YAPILIRKEN KULLANILAN MALZEMELER, KULLANIM ALANLARI, NİTELİKLERİ:

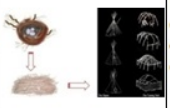
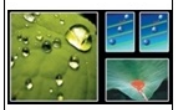
Çizelge EK-B. 13 Biyomimikri ile Aktarım Yapılırken Kullanılan Malzemeler, Kullanım Alanları, Nitelikleri

BİOMİMİKRİYE YARDIMCI MALZEMELERİN KULLANIM ALANLARI NİTELİKLERİ				
ADI	FOTOĞRAF	GÖRSELLİK	İŞLEVSELLİK/FONKSİYON	KİNETİK
İNSAN DERİSİ			*CEPHE SİSTEMLERİ *Isıyı absorbe eder. Isıyı sabit tutar. (Damar yerine ısı kanalları ile.) *Temiz hava sağlar. *YALITIM	
KÖPEK BALIĞI DERİSİ			*CEPHE SİSTEMLERİ *Suyu, karı, pisliği, yağı yüzeyde tutmaz. *YALITIM *YÜZME KIYAFETLERİ	*CEPHE SİSTEMLERİ *Rüzgar dengeleyici olabilir.
KUTUP AYISI DERİSİ			*CEPHE SİSTEMLERİ *Işık yayınımı (gölge oluşturur.) *YALITIM	*CEPHE SİSTEMLERİ *Enerji korunumu sağlar.
FİLLERİN DERİLERİ				*ISITMA-SOĞUTMA (KALORİFER) TESİSATI *Fillerin derileri kan akışını kontrol ederek soğuk kalmalarını sağlıyor. Biyomimikrik etki kalorifer tesisatlarında kullanılabilir.
TİMSAH DERİSİ			*CEPHE SİSTEMLERİ *Işık yayınımı (gölge oluşturur.) *YALITIM	*CEPHE SİSTEMLERİ *Enerji korunumu sağlar.
SU AYGIRI DERİSİ				* Enerji korunumu/deposu sağlar. * Gün ışığından faydalanma * Zamanının çoğunu su altında geçirdiği için su üzerine çıktığında derisinde bulunan 2 pigment sayesinde UV ışığı absorbe eder.

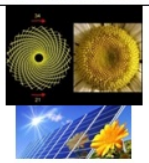
Çizelge EK-B. 14 Biyomimikri ile Aktarım Yapılırken Kullanılan Malzemeler, Kullanım Alanları, Nitelikleri Devamı

BİOMİMİKRİYE YARDIMCI MALZEMELERİN KULLANIM ALANLARI NİTELİKLERİ				
ADI	FOTOĞRAF	GÖRSELLİK	İŞLEVSELLİK/FONKSİYON	KİNETİK
SU AYISI DERİSİ			*CEPHE SİSTEMLERİ *Kendi kendini temizleyen cepheler oluşturulabilir.	
MÜREKKEP BALIĞI		*CEPHE KAPLAMASI * Renk değişimi özelliği ile cephelerde kullanılabilir.	*CEPHE KAPLAMASI * Renk değişimi özelliği ile cephelerde kullanılabilir. Oluşturulan parametrelerle merkezi bir yerdeki binanın cephesinde, kalabalık,trafik, hava durumu vs. göre cephe renk değiştirebilir. Önemli binaları belirtmek için kullanılabilir.(müze,parlamento vs.)	
YALIÇAPKINI KUŞU				*THE SHINKANSEN BULLET TRAIN * Araştırmalar sonucu hızlı trenin burun kısmı yalıçapkını kuşundan esinlenerek tasarlanmış.
MORPHO KELEBEĞİ		*LED CEPHELER * Led ekranlar morpho kelebeği kanadından esinlenerek üretilmiş.	*TEMEL SENSÖRLER *LED CEPHELER * Led ekranlar morpho kelebeği kanadından esinlenerek üretilmiş.	
BUKALEMUN		*CEPHE KAPLAMASI * Renk değişimi özelliği ile cephelerde kullanılabilir.	*CEPHE KAPLAMASI * Renk değişimi özelliği ile cephelerde kullanılabilir. Oluşturulan parametrelerle merkezi bir yerdeki binanın cephesinde, kalabalık,trafik, hava durumu vs. göre cephe renk değiştirebilir. Önemli binaları belirtmek için kullanılabilir.(müze,parlamento vs.)	
MOLOK (dikenli sürüngen)			* CEPHE SİSTEMLERİ * Cephede su biriktirerek yangına bariyer olur. * Isıyı düzenler.	
NAMİB ÇÖLÜ BÖCEĞİ			* CEPHE SİSTEMLERİ * Cephede su biriktirir. * Pencerelerde buğu oluşturmaz. * Pencerelerde damla tutmaz.	
GECKO KERTENKELESİ			* GECKO TAPE * Ayaklarının altında bulunan milyonlarca tüycük taklit edilerek yapıştırıcı bant üretilmiş.	
BÖCEK GÖZLERİ				* CEPHE SİSTEMLERİ * Solar panellerde kullanılabilir.

Çizelge EK-B. 15 Biyomimikri ile Aktarım Yapılırken Kullanılan Malzemeler, Kullanım Alanları, Nitelikleri Devamı

BİOMİMİKRİYE YARDIMCI MALZEMELERİN KULLANIM ALANLARI NİTELİKLERİ				
ADI	FOTOĞRAF	GÖRSELLİK	İŞLEVSELLİK/FONKSİYON	KİNETİK
ÖRÜMCEK AĞI			* CEPHE SİSTEMLERİ * BİNA KABUKLARI * SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK * Su damlacıklarını etkili bir şekilde tutma özelliğine sahip örümcek ağının özelliği taklit edilerek atmosferdeki suyu tutmakta kullanılabilecek sentetik iplik geliştirilmiştir.	
KURBAĞA, KUTUP BALIKLARI			* CEPHE SİSTEMLERİ * ÇATI SİSTEMLERİ * Çok soğuk iklime sahip yerlerde don olaylarına karşı çatı ve cephelerde kullanılabilir.	
DNA, GENETİK KODLAMA				*Bilgi depolar.
İÇ İSKELET (insan iskeleti)			*TAŞIYICI STRÜKTÜR	
DIŞ İSKELET (yengeç iskeleti)			*TAŞIYICI SİSTEM (STRÜKTÜR)	
MİDYE, DENİZ KABUKLARI			*TAŞIYICI SİSTEM (STRÜKTÜR)	
BOYNUZ			*TAŞIYICI SİSTEM (STRÜKTÜR)	
KUŞ YUVALARI		*BİNA KABUKLARI *Kuşlar yuvalarını dal toplayarak oluştururlar. Bu şekilden strüktürden esinlenilerek bina kabukları oluşturulmuştur.	*ÇADIRLAR *BİNA KABUKLARI *Kuşlar yuvalarını dal toplayarak oluştururlar. Bu şekilden strüktürden esinlenilerek çadırlar, bina kabukları oluşturulmuştur.	
MERCANLAR			*TAŞIYICI SİSTEM (STRÜKTÜR) *Karbon ve farklı elementlerden oluşan mercanlar çok sert ve mukavemetlidir. İncelenip çimentoya uygulandığında bugüne kadar yapılan çimentolardan daha iyi çimento elde dileceği düşünülmektedir.	
LOTUS YAPRAĞI			*CEPHE SİSTEMLERİ *Kendi kendini temizleyen cepheler oluşturulabilir.	
ÇINAR TOHUMLARI			*VELCRO (CIRT CIRT) *Çınar tohumlarının dikenlerinin kanca gibi olması taklit edilerek velcro üretilmiş.	

Çizelge EK-B. 16 Biyomimikri ile Aktarım Yapılırken Kullanılan Malzemeler, Kullanım Alanları, Nitelikleri Devamı

BİOMİMİKRİYE YARDIMCI MALZEMELERİN KULLANIM ALANLARI NİTELİKLERİ				
ADI	FOTOĞRAF	GÖRSELLİK	İŞLEVSELLİK/FONKSİYON	KİNETİK
AĞAÇ GÖVDESİ			* TAŞIYICI SİSTEM (STRÜKTÜR) * Ağaç gövdesi ve dallarından esinlenerek yapı strüktürü oluşturulabilir.	
KAKTÜS			* SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK * Kaktüsler içlerinde su biriktirirler. Bu durum incelenip yağmur suyu toplama, atık suyu kullanmada kullanılabilir.	
AYÇİÇEĞİ		*SPİRAL OLUŞTURMA FORMÜLÜ *Ayçiçeğindeki spiralleri sayınca fibonacci sayısı çıkıyormuş. Sağdan sola ve soldan sağa sayılınca eşittir. *Fibonacci dizisi ile spiraller oluşturulur.		*SOLAR PANELLER *Ayçiçeğinin güneşe yönelmesi ile daha çok enerji kazanımı sağlamak isteyen bilim adamları solar panellere güneş algılayıcı yerleştirmişler. Böylece panellerle güneşin olduğu her zaman enerji kazanımı sağlanılmış.
KOZALAK ANANAS KARNABAHAR		*SPİRAL OLUŞTURMA FORMÜLÜ *Fibonacci dizisi ile spiraller oluşturulur.		
NİLÜFER ÇİÇEĞİ			*CEPHE SİSTEMLERİ *Kendi kendini temizleyen cepheler oluşturulabilir.	
VENÜS SİNEK KAPAN BİTKİSİ			*Sinek yakalamasından esinlenilerek, nükleer atık temizleyicisi yapılmış.	
BEYAZ KELEBEKLER				* Enerji korunumu/deposu sağlar. * Gün ışığından faydalanma * Kanatları direk gelen günışığını reflekte ediyor. Kanatları arasındaki açı sayesinde solar enerjiyi vücutlarında depo edebiliyor.
MİDYE			*Midyelerin yapışması göz önünde bulundurularak, midyelerde bulunan proteinlerin DNA sı kopyalanarak yapıştırıcı bakteriler üretildi.Bu yapıştırıcıların organ nakillerinde önemli rol oynayacağı planlanmaktadır.	
BAYKUŞ				*Shinkansen hızlı treninde de sessiz uçmalarından dolayı incelenen baykuşları rüzgargülü mühendisleri de incelemiştir. Tüylerin sesi kestiğini bulmuşlar, rüzgargüllerinde biyomimikrik etkisi kullanılmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : İrem İLERİTÜRK

Doğum Tarihi ve Yeri : 09.11.1989 / Bursa

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : iremileriturk@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Bilgisayar Ortamında Mimarlık	Yıldız Teknik Üniversitesi	2016
Lisans	Mimarlık	Maltepe Üniversitesi	2012
Lise	Fen-Matematik	Özel İnal Ertekin Lisesi	2006

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	**Firma/Kurum**	**Görevi**
2015-2016	YILMAZ MİMARLIK	MİMAR
2014-2015	RC YAPI	MİMAR
2012	ENKA	MİMAR